UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

MEMORIAL DESCRITIVO ANALÍTICO

PROF. DR. VICTOR CASIMIRO PISCOYA
Engenheiro Florestal

Recife - PE
Junho- 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

PROF. DR. VICTOR CASIMIRO PISCOYA

Engenheiro Florestal

Memorial descritivo circunstanciado apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências da promoção para Professor Titular.

Recife - PE

Junho – 2020

Sumário

APRESENTAÇÃO 1

I. DADOS GERAIS 2

1. Identificação e dados pessoais 2

2. Formação acadêmica/titulação 2

2.1. Graduação 2

2.2. Pós-Graduação 2

3. Dados profissionais 3

4. Carreira Docente 4

II. ATIVIDADES DE ENSINO 4

1. Aulas ministradas na Graduação e Pós-Graduação 4

2. Orientações 27

2.1. Graduação 27

2.1.1. Orientação de Estágio Curricular Obrigatório 27

2.2. Pós-Graduação 28

2.2.1. Orientações concluídas de Mestrado (Orientador) 28

3. Participação em bancas, comitês examinadores e exames de proficiência (Membro Titular) 29

3.1. Concursos públicos para cargos/funções 29

3.2. TCC, Projetos de Dissertação de Programa de Pós-graduação e Cursos de Aperfeiçoamento/ especialização 30

3.3. Dissertações de Mestrado 31

3.4. Teses de Doutorado 32

3.5. Proficiência em língua estrangeira 33

4. Prêmios e distinções recebidas 33

III. ATIVIDADES DE PESQUISA 34

1. Artigos completos publicados em periódicos científicos com corpo editorial 34

2. Demais produções 37

2.1. Capítulos de livros 38

2.2. Apostilas didáticas 38

3. Participação em comissões editoriais, revisões de revistas científicas e consultoria de projetos 39

4. Participação em congressos, simpósios, seminários, encontros e semanas 39

IV. ATIVIDADES DE EXTENSÃO 48

1. Comissões de Extensão na UFRPE e Projetos de extensão 48

2. Palestras técnicas e seminários de extensão 52

V. ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS 52

1. Cargos administrativos 52

2. Participação em colegiados, conselhos, câmaras, comissões e outros 53

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO 55

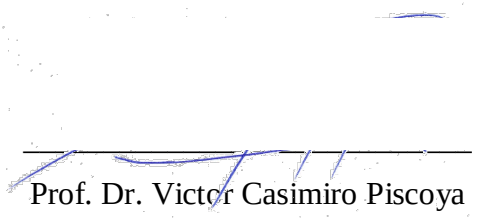
APRESENTAÇÃO

Este Memorial faz parte das exigências para promoção à classe E, com denominação de Professor Titular da Carreira do Magistério Superior**,** de acordo com a Resolução nº 86/2014 – CONSU/UFRPE e Resolução Nº 120/2018 – CONSU/UFRPE e Instrução Normativa Nº 001/2014 – GR/UFRPE. Consiste num relato de minha trajetória acadêmica no cargo de professor de 3º grau da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, de abril de 1982 até a presente data.

Para fins de organização e possibilitar melhor entendimento de minha trajetória, o presente Memorial foi dividido em 4 grupos: I – DADOS GERAIS; II – ATIVIDADES DE ENSINO; III – ATIVIDADES DE PESQUISA; IV – ATIVIDADES DE EXTENSÃO; e V – ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS. Em cada grupo procurou-se apresentar as atividades em ordem cronológica, independente da importância dos mesmos.

Tendo em vista que no processo de avaliação para acesso à Classe de Professor Titular deverá ser demonstrada, de acordo com o artigo 2º da Resolução 86/2014 do Conselho Universitário da UFRPE, excelência e especial distinção, obrigatoriamente, no ensino e na pesquisa ou extensão do candidato, este documento representa um recorte das minhas atividades, previstas no artigo 6º da referida Resolução, com especial atenção ao ensino e à pesquisa.

Finalizada a etapa de desenvolvimento, faço as minhas considerações finais e a conclusão do Memorial. Na sequência, seguem anexados os documentos comprobatórios das atividades ou dos fatos narrados. Declaro, baseado na Lei 13726/18, a veracidade de todas as atividades apresentadas no Memorial.



Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya

I. DADOS GERAIS

1. Identificação e dados pessoais

Nome: Victor Casimiro Piscoya

Data de nascimento: 14 de novembro de 1953

Nacionalidade: Brasileira

Naturalidade: Vargem Grande do rio Pardo - MG

Filiação:

Carteira de identidade (RG): SDS-PE

CPF:

Endereço residencial (para contato):

Bairro: / PE

CEP:

Fone:

2. Formação acadêmica/titulação

2.1. Graduação

Engenharia Florestal

Grau de Engenheiro Florestal.

Instituição: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos - Perú.

Período: Janeiro1971 a marco 1976

Título:

Orientador:

2.2. Pós-Graduação

Mestrado em Engenharia Florestal (Conceito CAPES 5).

Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba-PR.

Período: 1978 - 1979

Título:

Orientador:

Doutorado

Doutorado em Ciência do Solo (Conceito CAPES 5).

Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Brasil.

Período: 2008 - 2012

Título:

Orientador:

Pós-Doutorado

Estágio Pós Doutoral vinculado ao projeto **MEC/MCTI/CAPES/CNPq/FAPs Nº61/2011 PROGRAMA CIÊNCIA SEM FRONTEIRAS - BOLSAS NO PAÍS MODALIDADE PESQUISADOR VISITANTE ESPECIAL.**

UFRPE/Texas A&M University

Período: setembro/2014 a maio/2015

Título:

Orientador UFRPE:

Orientador Texas A&M University:

3. Dados profissionais

Victor Casimiro Piscoya

Professor do Magistério Superior – Classe 7 (Associado IV)

Matrícula SIAPE

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Departamento de Tecnologia Rural

Rua Dom Manoel de Medeiros s/n - Bairro: Dois Irmãos

CEP: 52171030 - Recife - PE

Telefone:

URL da home page:

Endereço Eletrônico:

4. Carreira Docente

Iniciei minhas atividades profissionais de ensino em abril de 1982, através de concurso público de provas e títulos, lotado no Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife**.** Após ter sido aprovado, tomei posse como professor de ensino superior para lecionar as disciplinas de Exploração e Transporte de Madeira e Tecnologia Florestal pertencentes ao curso de Engenharia florestal da UFRPE, Campus Recife**,** no regime de Dedicação Exclusiva, sendo nomeado como Professor Assistente nível I **(Doc.01)** publicado no Diário Oficial da União em 22/03/1982. Nos anos seguintes, conforme Portaria nº 683 de 18.12.1987 publicado no DOU de 04.01.1988 que homologa a reclassificação dos servidores desta universidade (ISONOMIA), por determinação da Lei nº 7.596 de 10.04.1987 passei para a categoria de emprego de Professor Adjunto, Nível 1**(DOC.2)**, Regime de Dedicação Exclusiva. A partir deste nível, seguindo os interstícios de dois anos, obtive as progressões sucessivas (**Doc. 3, Doc.4, Doc. 5, Doc.6, Doc. 7, Doc.8 e Doc.9**), estando hoje na categoria Professor Associado IV.

II. ATIVIDADES DE ENSINO

1. Aulas ministradas na Graduação e Pós-Graduação

Na graduação lecionei as disciplinas Biodinâmica Agrícola e Ambiental, Exploração e transporte de madeira, Colheita florestal, Tecnologia Florestal, Máquinas e implementos agrícolas, para alunos dos cursos de graduação em Engenharia Florestal e Sistemas Agroflorestais para os cursos de Agronomia, Engenharia Agrícola e Ambiental. Já na pós-graduação iniciei minhas atividades como colaborador e após dois anos passei para docente permanente, permanecendo até o momento como docente permanente e responsável pela disciplina Sistemas Agroflorestais.

A seguir estão relacionadas, em ordem cronológica, as disciplinas ministradas em cada semestre letivo, incluindo o curso de graduação/Pós-Graduação da UFRPE. Percebe-se, com raras exceções, que mesmo assumindo cargos administrativos, lecionei em média acima de 8 horas aula semanais por semestre, com exceção de semestres que envolveram mudanças curriculares.

1º Semestre de 1982: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 10)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1982: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1983: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 11)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1983: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1984: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 12)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1984: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1985: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 13)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1985: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1986: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 14)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1986: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1987: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 15)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1987: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1988: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 16)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1988: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1989: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 17)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1989: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1990: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 18)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1990: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1991: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 19)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1991 (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1992: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 20)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1992 (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária**: 6** horas semanal.

1o Semestre de 1993: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 21)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1993 (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária**: 4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1994: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 22)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1994 (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1995: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 23)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1995 (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1996: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 24)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1996 (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1997: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 25)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1997 (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1998: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 26)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1998 (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 1999: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 27)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 1999 (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 2000: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 28)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 2000: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 2001: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 29)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 2001: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária**: 6** horas semanal.

1o Semestre de 2002: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 30)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 2002: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária**: 4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 2003: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 31)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 2003: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 2004: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 32)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal

2o Semestre de 2004: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária**: 4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 2005: (Carga Horária Semana – 10 horas) (DOC 33)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 2005: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 2006: (Carga Horária Semanal – 10 horas) (DOC 34)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 2006: (Carga Horária Semana – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária**: 4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária**: 6** horas semanal.

1o Semestre de 2007: (Carga Horária Semanal – 10 horas) (DOC 35)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 2007: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o e 2o Semestre de 2008 a 2011 (DOC 36)

- Liberação de atividades para cursar o Doutorado em Ciência do Solo/ UFRPE

1o Semestre de 2012: (Carga Horária Semanal – 10 horas) (DOC 37)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

2o Semestre de 2012: (Carga Horária Semanal – 10 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

1o Semestre de 2013: (Carga Horária Semana – 14 horas) (DOC 37e 38)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **6** horas semanal.

- Disciplina: Recuperação de áreas degradadas
  Curso: Programa de Pós-graduação em engenharia ambiental da UFRPE
  Carga Horária: **4** horas semanal

2o Semestre de 2013: (Carga Horária Semanal – 18 horas)

- Disciplina: Exploração e transporte de madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Colheita e transporte da madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Tecnologia Florestal
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária**: 6** horas semanal.

- Maquinas e Implementos Agrícola
  Curso: Agronomia
  Carga Horária: **4** horas semanal

1o Semestre de 2014: (Carga Horária Semanal – 12 horas) (DOC 39)

- Biodinâmica Agrícola e Ambiental
  Curso: Engenharia agrícola e ambiental
  Carga Horária: **4** horas semanal

- Maquinas e implementos agrícolas
  Curso: Agronomia (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal

- Colheita e transporte da madeira
  Curso: Engenharia Florestal (Graduação)
  Carga Horária**: 4** horas semanal.

1o e 2º Semestre de 2015: (DOC 40)

- Liberação de atividades para cursar o estágio Pós Doutoral na Texas A & M University (TAMU) College Station Texas, USA, conforme Resolução/CEPE no233 de 18/07/2014 e Decisão / CEPE no31 de 17/07/2014 do processo UFRPE . – Portaria No . a partir de 01 de setembro de 2014 a 30 de agosto de 2015

2o Semestre de 2015: (Carga Horária Semanal – 2 horas)

- Disciplina: Pedologia Ambiental
  Curso: Programa de Pós-graduação em engenharia ambiental da UFRPE
  Carga Horária: **2** horas semanal

1o Semestre de 2016: (Carga Horária Semanal – 4 horas) (DOC 41)

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Agronomia (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

2o Semestre de 2016: (Carga Horária Semanal – 8 horas)

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Engenharia Agrícola e Ambiental (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Agronomia (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

1o Semestre de 2017: (Carga Horária Semanal – 8 horas) (DOC 41)

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Engenharia Agrícola e Ambiental (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Agronomia (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

2o Semestre de 2017: (Carga Horária Semanal – 4 horas) (DOC 41)

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Agronomia (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

1o Semestre de 2018: (Carga Horária Semanal – 12 horas) (DOC 42e 43)

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Engenharia Agrícola e Ambiental (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Agronomia (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: "Tópicos especiais em gestão ambiental e de recursos hídricos (Sistemas Agroflorestais na recuperação de áreas degradadas) "
  Curso: Pós-graduação em Engenharia Ambiental
  Carga Horária: **4** horas semanal.

2o Semestre de 2018: (Carga Horária Semanal – 8 horas)

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Engenharia Agrícola e Ambiental (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Agronomia (Graduação)
  Carga Horária**: 4** horas semanal.

1o Semestre de 2019: (Carga Horária Semanal – 8 horas) (DOC 44)

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Engenharia Agrícola e Ambiental (Graduação)
  Carga Horária**: 4** horas semanal.

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Agronomia (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

2o Semestre de 2019: (Carga Horária – 12 horas) (DOC 45)

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Engenharia Agrícola e Ambiental (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

- Disciplina: Sistemas Agroflorestais
  Curso: Agronomia (Graduação)
  Carga Horária: **4** horas semanal.

2. Orientações

Na qualidade de orientador principal, orientei 01 acadêmicos do curso de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental e 05 de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da UFRPE. Muitos seguiram a carreira acadêmica ou profissional e atualmente exercem suas atividades nas áreas de ensino, pesquisa e extensão ou desempenham atividades como engenheiros engenheiro agrícola/ engenheiro ambiental nas áreas de conhecimento de Engenharia de Água e Solo. Atualmente estão em andamento 02 dissertações de mestrado, sendo a maioria com bolsas da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE). Listo, a seguir, as orientações de graduação e pós-graduação já concluídas.

2.1. Graduação

2.1.1. Orientação de Estágio Curricular Obrigatório

- M**isael Batista de Souza** no trabalho ". Recomposição de mata ciliar do rio Pirapama em área de zoneamento urbano" como atividades do Estágio Supervisionado Obrigatório - ESO (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) desenvolvidas em 2016. **(DOC 46)**

2.2. Pós-Graduação

2.2.1. Orientações concluídas de Mestrado (Orientador)

- **Waldemir Pereira de Souza. Abordagem física do Wepp na erosão em solos em ambiente semiárido.** Ano de defesa: 2015. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Bolsa pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco. **(DOC 47)**

- **Cristina dos Santos Ribeiro. Diferentes formas de cobertura vegetal da caatinga e a erosão em entressulcos**. Ano de defesa: 2016. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Bolsa pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco. **(DOC 48)**

- **Cleuma Christir da Silva Almeida. Capacidade de infiltração em Neossolo Flúvico e Cambissolo Háplico no semiárido Pernambucano**. Ano de defesa: 2017. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal Rural de Pernambuco. **(DOC 49)**

- **Edja Lillian Pacheco da Luz. Avaliação da infiltração utilizando infiltrômetro de cilindros concêntricos em solos com diferentes tipos de cobertura no semiárido pernambucano.** Ano de defesa: 2018. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Bolsa pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco. **(DOC 50)**

- **Cristiane Maria Gonçalves Crespo. Avaliação da qualidade do solo e atividade microbiana em sistema agroecológico com produção de café em brejo de altitude.** Ano de defesa: 2020. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Bolsa pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **(DOC 51)**

3. Participação em bancas, comitês examinadores e exames de proficiência (Membro Titular)

Participei de bancas de avaliação de diferentes categorias, desde concurso público até conclusão de curso, em nível de graduação e pós-graduação. Foram 5 bancas de concurso público para Professor do Magistério Superior, 8 bancas de TCC, Projetos de dissertação de Programa de Pós-graduação e Cursos de Aperfeiçoamento / Especialização, 8 bancas de Dissertação de Mestrado e 2 bancas de Teses de Doutorado. Os principais Programas de Pós-graduação vinculados às bancas examinadoras foram: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPEAMB/UFRPE), Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGBEA/UFPE), Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal de Tocantins (PPGCFEA/UFT), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Os trabalhos apresentados pelos estudantes versaram sobre temas direta ou indiretamente ligados às minhas linhas de pesquisa. A participação nessas bancas, além de ser uma atividade importante para a conclusão dos cursos de Pós-graduação, constitui-se em importantes momentos de aprendizagem (através do debate científico). A seguir são listadas informações relativas a participação das bancas examinadoras.

3.1. Concursos públicos para cargos/funções

- Participação na Banca Avaliadora do Concurso Público para Professor auxiliar da Disciplina Melhoramento Florestal do Campus VII- Patos UFPB, realizado em agosto de 1982. **(DOC 52)**

- Participação na Banca Avaliadora do Concurso Público para Professor auxiliar da Disciplina Sementes e viveiros da Área de Engenharia Florestal do Departamento de Agronomia /UFRPE, realizado em outubro de 1983. **(DOC 53).**

- Participação na Banca Examinadora de seleção pública simplificada de provas de títulos e didática para professor substituto das Disciplinas Estrutura e funcionamento de serviços de alimentação do curso de Gastronomia e Segurança alimentar do DTR/UFRPE, realizado em setembro de 2005. **(DOC 54)**

- Participação na Banca Examinadora de seleção pública simplificada de provas de títulos e didática para professor substituto das Disciplinas Mecânica e motores e Máquinas e implementos agrícolas do DTR /UFRPE realizado em agosto de 2007. **(DOC 55)**

- Participação na Banca Examinadora de seleção pública simplificada de provas de títulos e didática para professor substituto das Disciplinas Exploração e transporte de madeira e Tecnologia florestal do DTR /UFRPE em 11/03/2008. Portaria. No 012/2008. **(DOC 56)**

3.2. TCC, Projetos de Dissertação de Programa de Pós-graduação e Cursos de Aperfeiçoamento/ especialização

- Participação em banca de Luciana Maria de Lima Canto. Exploração e Transporte de Pinus spp. em campos do Jordão.1998. Estágio supervisionado e Defesa de TCC (Curso de Engenharia Florestal – Universidade Federal Rural de Pernambuco). (DOC 57)

- Participação em banca de Celiane Pereira da Silva. Resinagem de Pinus.1998. Estágio Supervisionado e Defesa de TCC (Curso de Engenharia Florestal Universidade Federal Rural de Pernambuco). (DOC 57)

- Participação em banca de Clênio José Honorato Rodrigues Lopes. Diagnóstico do entrelaçamento entre as árvores e as redes elétricas e telefônicas no campus da UFRPE. 2008. Defesa de TCC (Curso de Engenharia Florestal – Universidade Federal Rural de Pernambuco). **(DOC 59)**

- Participação em banca de Ana Paula Silva de Medeiros. Atributos Físicos do solo sob sistema de cultivo da uva em topossequência e mata nativa. 2018. Defesa de TCC (Curso de Bacharelado em Agronomia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco- Campus Vitória de Santo Antão). **(DOC 60)**

- Participação em banca de Rafaela Karina da Silva. A pegada ecológica na perspectiva investigativa e interdisciplinar no ensino fundamental II. 2018. Defesa de TCC (Curso de Especialização em ensino de ciências - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco- Modalidade de Educação a Distância do sistema UAB). **(DOC 61)**

- Participação em banca de Tamires Alves Rocha. Atividades investigativas no ensino de ciências: Quebrando barreiras da fotossíntese. 2018. Defesa de TCC (Curso de Especialização em ensino de ciências - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco- Modalidade de Educação a Distância do sistema UAB). **(DOC 62)**

- Participação em banca de Thamara Rafaela N. Clemente. O ensino investigativo em ciência mediado pela teoria dos campos conceituais de Vergnaud. 2018. Defesa de TCC (Curso de Especialização em ensino de ciências - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco- Modalidade de Educação a Distância do sistema UAB). **(DOC 63)**

- Participação em banca de Mariana Leôncio Bertino Cabral. Atividades investigativas no reuso de águas: O ensino de química baseado na educação ambiental e sustentabilidade. 2018. Defesa de TCC (Curso de Especialização em ensino de ciências - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco- Modalidade de Educação a Distância do sistema UAB). **(DOC 64)**

3.3. Dissertações de Mestrado

- Participação em banca de Manoel Rivelino Gomes de Oliveira. Análise estatística do coeficiente de escoamento superficial em bacia hidrográfica do ambiente semiárido. 2012. Dissertação (Mestrado em Biometria e Estatística Aplicada - Universidade Federal Rural de Pernambuco). **(DOC 65)**

- Participação em banca de José Gomes Cabral Neto Distribuições estatísticas e correlações temporais de alguns parâmetros hidrológicos de uma bacia hidrográfica semiárida de Pernambuco 2013. Dissertação (Mestrado em Biometria e Estatística Aplicada) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. **(DOC 66)**

- Participação em banca de Waldemir Pereira de Souza. Abordagem física do Wepp na erosão em solos em ambiente semiárido. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental - Universidade Federal Rural de Pernambuco). **(DOC 67)**

- Participação em banca de Cristina dos Santos Ribeiro. Diferentes formas de cobertura vegetal e a erosão em entressulcos sob chuva simulada. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. **(DOC 68)**

- Participação em banca de Cleuma Christir da Silva Almeida. Capacidade de Infiltração em Neossolo Flúvico e Cambissolo Háplico no Semiárido Pernambucano. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. **(DOC 69)**

- Participação em banca de Edja Lillian Pacheco da Luz. Avaliação da infiltração em solos submetidos a diferentes tipos de cobertura no Semiárido Pernambucano. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. **(DOC 70)**
- Participação em banca de Cristiane Maria Gonçalves Crespo. Avaliação da qualidade do solo e atividade microbiana em sistema agroecológico com produção de café em brejo de altitude. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal Rural de Pernambuco **(DOC 71)**

- Participação em banca de José Luiz Marinho Junior. Estoques de carbono e atividade microbiana em Plintossolos sob diferentes coberturas de vegetação no sul do Tocantins. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Tocantins. **(DOC 72)**

3.4. Teses de Doutorado

- Participação em banca de Manoel Rivelino Gomes de Oliveira Métodos multivariados aplicados no monitoramento da qualidade da água de cisternas de placas na região do Pajeú-Pe. 2016. Tese (Doutorado em Biometria e Estatística Aplicada) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. **(DOC 73)**

- Participação em banca de David Venâncio da Cruz. Mudanças climáticas e qualidade d'água no alto São Francisco. 2019. Tese (Doutorado em Biometria e Estatísica Aplicada) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. **(DOC 74)**

3.5. Proficiência em língua estrangeira

- Participação na aplicação da proficiência em língua estrangeira – Espanhol aos alunos do Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada da Universidade Federal Rural de Pernambuco1o Semestre de 2018. Declaração. **(DOC 75)**

- Participação na aplicação da proficiência em língua estrangeira – Espanhol aos alunos do Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada da Universidade Federal Rural de Pernambuco2o Semestre de 2018. Declaração. **(DOC 76)**

- Participação na aplicação da proficiência em língua estrangeira – Espanhol aos alunos do Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada da Universidade Federal Rural de Pernambuco1o Semestre de 2019. Declaração. **(DOC 77)**
- Participação na aplicação da proficiência em língua estrangeira – Espanhol aos alunos do Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada da Universidade Federal Rural de Pernambuco2o Semestre de 2019. Declaração. **(DOC 78)**

4. Prêmios e distinções recebidas

Tive a surpresa e alegria de ter recebido três homenagens ao longo da carreira acadêmica. A seguir relato as homenagens recebidas.

- Professor homenageado pelos concluintes do curso de Engenharia Florestal da UFRPE, turma 2007.1 (DOC 79)

- Prêmio de 3o Melhor Trabalho no I Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER – PDVAgro 2016. Elaboração da carta de vegetação na representação da agricultura de sequeiro e caatinga arbustiva e semi-arbustiva na bacia hidrográfica do riacho do Jacu. 2016. (IFPE- campus Vitória- Programa Internacional despertando vocações para ciências agrárias. **(DOC 80)**

- Prêmio de 3o Melhor Trabalho no III Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER – PDVAgro 2018. Modelagem em séries temporais aplicados a Números de Notificações Mensais de Dengue em Pernambuco. 2018. (IFPB- Instituto Internacional despertando vocações. **(DOC 81)**

III. ATIVIDADES DE PESQUISA

As produções científicas das quais participei, livros, artigos em periódicos e trabalhos em eventos, foram importantes para a divulgação do conhecimento produzido na UFRPE, e certamente contribuíram na facilitação do aprendizado e geração de novos conhecimentos por parte de diversos alunos de graduação e pós-graduação. Também serviram como ferramentas de trabalho e estudo para pesquisadores brasileiros e estrangeiros.

Para estudantes de Pós-Graduação consegui a aprovação de projetos com bolsas de Mestrado na FACEPE – Fundação de Amparo à Ciência do Estado de Pernambuco.

1. Artigos completos publicados em periódicos científicos com corpo editorial

Durante a trajetória de minha vida profissional publiquei artigos em periódicos com base na Plataforma Sucupira Qualis CAPES para a área de Ciências Ambientais num total de 17 artigos em periódicos. Na Tabela 1 é apresentada uma síntese da minha produção científica, apresentando a quantidade de artigos por nome do periódico.

Tabela 1. Quantidade de artigos publicados em periódicos

Nº Artigos	Nome do Periódico
01	Hydrological Sciences Journal-Journal des sciences hydrologiques
01	Environmental Science and Pollution Research
01	African journal of agricultural research
01	Journal of Experimental Agriculture International
01	Ciência Florestal
01	Congresso Internacional das Ciências Agrárias - COINTER – PDVAGRO
04	Journal of Experimental Agriculture International
03	International Journal of Plant & Soil Science
02	Revista Brasileira de Biometria.
01	Journal of Environmental Analysis and Progress
01	Research Society and Development

- CANTALICE, J. R.; CUNHA FILHO,.M.; STOCIC, B.; **PISCOYA, V**.;GUERRA, S.; SINGH, V. Relationship between bedload and suspended sediment in the sand-bed Exu River, in the semi-arid region of Brazile. Hydrological Sciences Journal-Journal des sciences hydrologiques JCR. v. 58, série 8, 2013. **(DOC 82)**

- YURI, J. S.; CANTALICE, J. R; SINGH, V.; DO NASCIMENTO, C.; **PISCOYA, V.;** GUERRA.S. Trace element fluxes in sediments of an environmentally impacted river from a coastal zone of Brazil. Environmental Science and Pollution Research JCR, vol.5, 2015. **(DOC 83)**
- CANTALICE, J.; **PISCOYA.V.;** SINGH, V.; YURI, J. S.; BARROS, F.; GUERRA, S. Hydrology and water quality of a underground dam in a semiarid watershed. African journal of agricultural research JCR, v. 11, série 8, 2016. **(DOC 84)**

- **PISCOYA, V.;** SINGH, V.; CANTALICE, J.; GUERRA, S.; CUNHA FILHO, M.; RIBEIRO, C.; ARAUJO FILHO, R.; DA LUZ, E. L. Riparian Buffer Strip Width Design in Semiarid Watershed Brazilian, Journal of Experimental Agriculture International v. 23, série 3, 2018. **(DOC 85)**

- NASCIMENTO, A. F.; DA SILVA, T. O.; ARAUJO FILHO, R. N.; SAMPAIO, E. V.; PEDROTTI, A.; GONZAGA, M. I.; **PISCOYA, V**. Produção e aporte de carbono, nitrogênio e fósforo na serapilheira foliar do parque nacional serra de Itabaiana. CIENCIA FLORESTALJCR, v. 28, série 1, 2018. **(DOC 86)**

- FREITAS, J.R.; SANTSO, A.L.P.; **PISCOYA, V**.; CUNHA, A.L.X.; CUNHA FILHO, M. Modelagem em séries temporais aplicados a números de notificações mensais de dengue em Pernambuco. COINTER III Congresso Internacional das Ciências Agrárias - COINTER - PDVAGRO - João Pessoa - PB, v. 4, SÉRIE 3, 2018. **(DOC 87)**

- DUTRA, E.; ALENCAR, B.; GALDINO, J.; TABOSA, J.; MENEZES, R.; ARAUJO FILHO, R.; PRIMO, D.; **PISCOYA, V.;** ANTUNES, J. First and Second Generation of Ethanol Production for Five Sweet Sorghum Cultivars during Soft Dough Grain. Journal of Experimental Agriculture International. v 25, série 2.2018. **(DOC 88)**

- **PISCOYA, V.;** SINGH, V.; CANTALICE, J.R.; CUNHA FILHO, M.; GUERRA, S.; RIBEIRO, C.; ARAUJO FILHO, R.; BEZERRA, S. Evaluating of Sediment Delivery Ratio on Spatial and Temporal Variabilities in Semiarid Watershed Brazil. Journal of Experimental Agriculture International. v 23, série 2. 2018. **(DOC 89)**

- LUCENA, E.; DUTRA, E.; PEDROSA, E.; MENEZES, R.; TABOSA, J.; CARVALHO, A.; ROLIM, M.; ARAUJO FILHO, R.; PRIMO, D.; ANTUNES, J.; **PISCOYA, V.** Ethanol Production Potential from Sweet Sorghum Fertilized with Filter Cake and Vinasse from the Sugarcane Industry. Journal of Experimental Agriculture International. v 24, série 4. 2018. **(DOC 90)**

- PRIMO, D.; MENEZES, R.; ARAUJO FILHO, R.; SALES, A.; DUTRA, E.; SILVA, E.; GRANGEIRO, R.; SAMPAIO, E.; DIAS, J.; **PISCOYA, V**.; CUNHA FILHO, M. Cotton Growth and Nutrient Uptake after Rock Phosphate, Gliricidia Prunings or Chemical Fertiliser Application in Soils of Semiarid Northeast Brazil. International Journal of Plant & Soil Science. v. 24, série 5. 2018. **(DOC 91)**

- GOMES, F.; PEDROTTI, A.; HOLANDA, F.; ASSUNÇÃO, S.; **PISCOYA, V.;** ARAUJO FILHO, R.; DE OLIVEIRA, F.; CUNHA FILHO, M. Soil Mechanical Resistance Penetration after Fifteen Years with Previous Crops and Tillage Systems and Productivity of Green Corn Cob in Northeast Brazil. Journal of Experimental Agriculture International v. 32, série 3, 2019. **(DOC 92)**

- JUNIOR, J.; OLIVEIRA, M.; DIAS, J.; ARAUJO FILHO, R.; NETO, J.; GONÇALVES, S.; CUNHA FILHO, M.; **PISCOYA, V.;** FERNANDES, M.; HOLANDA, F.; PEDROTTI, A.; FILHO, R.; SOUZA, P. Physical Attributes of Soil in Different Forest Cover in South of Tocantins. International Journal of Plant & Soil Science. v.31, série 2, 2019. **(DOC 93)**

- CRUZ, D.V.; **PISCOYA, V.;** CUNHA FILHO, M.; CUNHA, A.L. Monitoramento da demanda química de oxigênio baseado em gráfico de controle não paramétrico NPEWMA-SN. Revista Brasileira de Biometria. v.37, série 2, 2019. **(DOC 94)**

- ARAUJO FILHO, R.; PRIMO, D.; DIAS, J.; MARINHO, J.; **PISCOYA, V.;** CUNHA FILHO, M.; PIMENTEL, R.; FERNANDES, M.; PEDROTTI, A.; HOLANDA, F.; GOMES, F. Effect of indolebutyric acid on rooting and budding of cuttings of Glyicidium sepium. Journal of Environmental Analysis and Progress. v.4, série 4, 2019. **(DOC 95)**

- CUNHA FILHO, M.; CUNHA, A, L.; **PISCOYA, V.;** ARAUJO FILHO, R.; CRUZ, D.V.; OLIVEIRA FILHO, E.; MOREIRA, G, R. Statistical Analysis with a Bayesian approach to the hardy-weinberg equilibrium. Revista Brasileira de Biometria. v.38, série 5, 2020. **(DOC 96)**

- FERNANDES, M.; PEREIRA, R.; DA SILVA, F.; ARAUJO FILHO, R.; DAYANE, L.; **PISCOYA, V.;** CUNHA FILHO, M. Development of Anadenanthera colubrina Seedlings Subjected to Different Doses of Coconut Powder and Arbuscular Mycorrhizal for Rehabilitation of Mining Areas. International Journal of Plant & Soil Science. v.31, 2020. **(DOC 97)**

- RUFINO DE FREITAS, J.; SANTIAGO, E.; RUFINO DE FREITAS, J.; DA SILVA, A. S.; DE ARAUJO FILHO, R.; **PISCOYA, V.;** CUNHA FILHO, M.; Tendência espaço-temporal do número de casos de dengue em Pernambuco-Brasil. Research, Society and Development. v. 9, n. 7, e526974427, 2020. **(DOC 98)**

2. Demais produções

Além dos 17 artigos em periódicos, publiquei 04 capítulos de livros, divulguei em eventos científicos 31 trabalhos completos. No presente Memorial farei apenas comentários sobre as temáticas da contribuição dos trabalhos publicados em congressos, simpósios e demais eventos de natureza científica. Eles englobaram principalmente temas relacionadas a Erosão e Produção de sedimentos em bacias semiáridas. manejo e conservação da água e do solo, relação solo- planta, modelos estatísticos, dinâmica do carbono no solo além de outros assuntos relacionados à área de recursos hídricos e manejo e conservação do solo.

2.1. Capítulos de livros

- **PISCOYA, V**.; SINGH, V.; CANTALICE, J, R.; GUERRA, S.; CUNHA FILHO, M.; RIBEIRO, C.; ARAUJO FILHO, R.; DA LUZ, E.L. Riparian Buffer Strip Width Design in Semiarid Watershed Brazilian. Advances and Trends in Agricultural Sciences Vol. 1. Book Publisher International (a part of SCIENCEDOMAIN International), 2019, v.1, Pags.9. https://www.youtube.com/watch?v=cJOkgJ2K8vA **(DOC 99)**

- **PISCOYA, V**.; SINGH, V.; CANTALICE, J.R.; CUNHA FILHO, M.; GUERRA, S.; RIBEIRO, C.; ARAUJO FILHO, R.; BEZERRA, S. Evaluating of sediment delivery ratio on spatial and temporal variabilities in semiarid watershed Brazil. Advances and Trends in Agricultural Sciences Vol. 2. Book Publisher International (a part of SCIENCEDOMAIN International), 2019, v.2, Pags.12. https://www.youtube.com/watch?v=fLWQ4-t8-Kk **(DOC 100)**

- DA LUZ, E. L.; **PISCOYA, V**.; CANTALICE, J. R. Elaboração da carta de vegetação na representação da agricultura de sequeiro e caatinga arbustiva e semi-arbustiva na bacia hidrográfica do riacho do jacu. Agronomia: Jornadas Científicas - capítulo 1 v. 2. Págs.9-14. 2020. **(DOC 101)**

- DA CRUZ, D.V.; CUNHA FILHO, M.; CUNHA XAVIER, A.L.; **PISCOYA, V**.; ARAUJO FILHO, R.; MOREIRA, G. Ajuste de modelos não lineares para altura de clones de Eucalyptus. Tópicos em Ciências Agrárias, vol. 5, cap.4 pag.40. Editora Poisson. 2020 **(DOC 102)**

2.2. Apostilas didáticas

- PISCOYA, V. Tipos e qualidade de mudas. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 20 págs. 1983. **(DOC 103)**

- PISCOYA, V. Carvão vegetal. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 20 págs.1984. **(DOC 104)**

- PISCOYA, V. Problemas e soluções da exploração florestal na américa latina, Recife, março 2002. **(DOC 105)**

3. Participação em comissões editoriais, revisões de revistas científicas e consultoria de projetos

O conhecimento adquirido nas atividades relativas às minhas linhas de pesquisa contribuiu para que fosse convidado para emitir parecer em artigos de outros pesquisadores e consultoria de projetos junto a órgão de fomento listadas a seguir, informando o período.

- Periódico: Revista Árvore- Sociedade de Investigações Florestais, a partir de Julho 2002. **(DOC 106)**

- Consultor de Projetos junto a Fundação de Apoio à pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe- FAPITEC/SE, a partir de 19 de maio de 2016. **(DOC 107)**

4. Participação em congressos, simpósios, seminários, encontros e semanas

Eventualmente venho participando de eventos que proporcionam algum debate entre pesquisadores e estudantes em torno de temas de interesse para o desenvolvimento do conhecimento científico.

- I SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA – I SBSA no período de 5 a 7 de outubro de 1982. (DOC 108)

- IV CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL no período de 04 a 08 de Julho de 1983. (DOC 109)

- 5o CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO no período de 23 a 28 de novembro de 1986. (DOC 110)

- I SIMPOSIO NACIONAL SOBRE POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL no período de 24 a 26de novembro de 1987. (DOC 111)

- SIMPOSIO SOBRE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS no período de 05 a 10 de abril de 1987. (DOC 112)

- I CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRPE com apresentação de trabalho Levantameto preliminar da exploração e transporte de Bambusa vulgaris (Bambú) na fazenda Garapu- Goiana – PE no período de 20 de dezembro de 1991. (DOC 113)

- CAPACITAÇÃO TÉCNICA EM CABOS DE AÇO E LAÇOS (participante) no período de 04 de julho de 1995. (DOC 114)

- V AGRINORDESTE SEMINÁRIO SOBRE A MODERNIZAÇÃO DO SETOR PRIMÁRIO DA ECONOMIA NORDESTINA no período de 13 e 14 de agosto de 1997. (DOC 115)

- VI AGRINORDESTE- SEMINÁRIO SOBRE A MODERNIZAÇÃO DO SETOR PRIMÁRIO DA ECONOMIA NORDESTINA no período de 20 e 21 de agosto de 1998. (DOC 116)

- VII AGRINORDESTE (participante) no período de 05 e 06 de agosto de 1999. (DOC 117)

- VIII AGRINORDESTE (participante) no período de 14 a 15 de setembro de 2000. (DOC 118)

- VII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO com apresentação de trabalho **Cronometragem da derrubada de Eucaliptos em Vitória de Santo Antão, distrito de Bonança - PE.** 2007 (Congresso). **(DOC 119)**

- VII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO com apresentação de trabalho **Estudo preliminar para o dimensionamento das Indústrias de beneficiamento da madeira serrada em Pernambuco.** 2007 (Congresso). **(DOC 120)**

- VIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO com apresentação de trabalho **Características experimentais de artigos científicos em física do solo publicados na Revista Brasileira de Ciência do Solo.** 2008 (Congresso). **(DOC 121)**

- XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo com apresentação de trabalho **Características químicas de dois solos incubados com níveis crescentes de vinhaça.** 2007. (Congresso) **(DOC 122)**

- I CONEFLOR.com apresentação de trabalho Estudo da intensidade de ruído na indústria de beneficiamento da madeira em gravata. 2007 (Simpósio) (DOC 123)

- IX JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO com apresentação de trabalho **Medição da descarga sólida em suspensão da bacia hidrográfica do rio Capibaribe.** 2009 (Congresso). **(DOC 124)**

- XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA – com apresentação de trabalho Qualidade da água de irrigação e do lençol freático de duas barragens subterrâneas na bacia hidrográfica do Jacu – Serra Talhada-PE. 2010 (Encontro). (DOC 125)

- X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO-SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA com apresentação de trabalho Taxas de erosão em parcelas experimentais sob presença e ausência de cobertura vegetal. 2010 (Congresso). (DOC 126)

- X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO-SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA com apresentação de trabalho Parâmetros da distribuição do tamanho das partículas e forma da curva granulométrica de sedimentos do riacho jacu. 2010 (Congresso). (DOC 127)

- X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO-SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA com apresentação de trabalho Medição da produção de sedimentos da bacia hidrográfica do rio Capibaribe.2010 (Congresso). (DOC 128)

- XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO - SOLOS NOS BIOMAS BRASILEIROS: SUSTENTABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS com apresentação de trabalho Caracterização de parâmetros físico-hídricos de uma típica bacia do semiárido pernambucano. 2011 (Congresso). (DOC 129)

- XI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO- SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA com apresentação de trabalho Produção de sedimentos da micro bacia do jacu-semiárido Pernambucano. 2011 (Congresso). (DOC 130)

- XI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO- SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA com apresentação de trabalho Taxa de entrega de sedimentos da micro bacia do riacho jacu-semiárido pernambucano.2011 (Congresso). (DOC 131)

- XIX REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA com apresentação de trabalho Influencia da vazão na condutividade elétrica da água de irrigação de barragem subterrânea localizada na região semiárida de Pernambuco. 2012 (Encontro). (DOC 132)

- 8 SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA com apresentação de trabalho Implantação de barragem subterrânea e avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica semiárida do Jacu, Serra Talhada-PE. 2012 (Simpósio). (DOC 133)

- 57a REUNIÃO ANUAL DA RBras com apresentação de trabalho Modelo de Distribuição dos dados Hidrossedimentométricos da Bacia Hidrográfica do Riacho Exu no Semiárido Pernambucano.2012 (Reunião). (DOC 134)

- X ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS com apresentação de trabalho Multivariate analysis of sediment transport in Capibaribe River. 2012 (Encontro). (DOC 135)

- XII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de Trabalho Determinação da produção de sedimentos através do Bed Load Hand no riacho Exu Semiárido Pernambucano.2012 (Congresso). (DOC 136)

- XII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de Trabalho Regresão logística em um estudo de caso da mortalidade de idosos necropsiados a cidade do Recife. 2012 (Congresso). (DOC 137)

- XII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de Trabalho Taxa de entrega de sedimentos de uma típica bacia semiárida pernambucana. 2012 (Congresso). (DOC 138)

- XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Caracterização preliminar de voçoroca localizada na bacia hidrográfica do riacho Exu, semiárido de Pernambuco.2013 (Congresso). (DOC 139)

- XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de Trabalho Análise granulométrica preliminar de Voçoroca em uma bacia hidrográfica do semiárido.2013 (Congresso). (DOC 140)

- XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO com apresentação de trabalho Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em entressulcos e em sulcos em Cambissolo Háplico ambiente semiárido.2013 (Congresso). (DOC 141)

- 14o Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia Ambiental com apresentação de trabalho Propostas de ações para avaliação do desempenho de biotécnicas na proteção e conservação de taludes em aterro sanitário urbano. 2013(Congresso). (DOC 142)

- Feira de Informações em Agropecuária e conhecimentos gerais- Colégio Agrícola dom Agostinho de Ikas com apresentação de trabalho Avaliação da perda do solo e água em diferentes declividades e cobertura vegetal sob condições de chuva natural. 2013 (Feira informações). (DOC 143)

- SEMINÁRIO Manejo conservacionista do solo em bacias hidrográficas no contexto das mudanças climáticas, na qualidade de ouvinte.2013 (Seminário). (DOC 144)

- XVII SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL na qualidade de participante. 2014. (Seminário). (DOC 145)

- XIV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Avaliação de curva-chave (altura da lâmina de escoamento x vazão) e concentração de sedimentos em suspensão da bacia hidrográfica do rio Ipojuca. 2014. (Congresso). (DOC 146)

- XIV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Levantamento preliminar de espécies potenciais para reposição de faixa ciliar no semiárido Pernambucano. 2014. (Congresso). (DOC 147)

- XIV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Espécies de Myxomycetes suculentículas ocorrentes em região do Agreste Paraibano. 2014.(Congresso). (DOC 148)

- XV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Levantamento de doenças fúngicas em folhagens de mudas florestais produzidas no viveiro florestal da Compesa. 2015 (Congresso) (DOC 149)

- XVI JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÂO com apresentação de trabalho Levantamento de doenças fúngicas em mudas de Oxandra Reticulata MAAS. 2016 (Congresso). (DOC 150)

- XVI JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Manchas foliares associadas a mudas de Eschweira Ovata Mart. produzidas em viveiros florestais. 2016 (Congresso). (DOC 151)

- XVI JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Efeitos de diferentes substratos na germinação de mudas de Micandra Elata Mull. 2016 (Congresso). (DOC 152)

- XVI JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Levantamento de fungos endolíticos associados a sementes de Caesalpinia echinata Lam. 2016 (Congresso). (DOC 153)

- XVI JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Incentivo ao uso racional de plantas medicinais. 2016 (Congresso). (DOC 154)

- I CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS. COINTER-PDVAGRO com apresentação de trabalho Elaboração da carta de vegetação na representação da agricultura de sequeiro e caatinga arbustiva e semiarbustiva na bacia hidrográfica do riacho Jacu.2016 (Congresso). (DOC 155)

- XVII JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Levantamento de fungos fitopatogênicos em mudas de Himatanthus Phagedaenicus mart produzidas em viveiros florestais. 2017 (Congresso). (DOC 156)

- XVII JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Efeitos da compactação do solo no desenvolvimento de mudas florestais. 2017 (Congresso). (DOC 157)

- XVII JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Comportamento de sementes de essências florestais ao armazenamento. 2017 (Congresso). (DOC 158)

- XVII JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Germinação de sementes de Caesalpinia Peltophoroides em diferentes substratos. 2017 (Congresso). (DOC 159)

- XVII JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Crescimento de mudas de Canafistula em diferentes substratos orgânicos. 2017 (Congresso). (DOC 160)

- XVII JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Taxa de entrega de sedimentos na bacia semiárida do rio Pajeú. 2017 (Congresso). (DOC 161)

- XVII JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Determinação dos parâmetros físico-hídricos da bacia hidrográfica semiárida do rio Exu. 2017 (Congresso). (DOC 162)

- XVII JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO com apresentação de trabalho Análise de componentes principais para classificação do azeite de oliva virgem. 2017 (Congresso). (DOC 163)

- XVII JEPEX- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos. 2017 (Congresso). (DOC 164)

- PPG EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA/UFRPE. Participação em palestra Automatic acquisition of body structure in 3D. 2017 (Palestra) (DOC 165)

- PPG EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA/UFRPE. Participação em palestra Entropy theory and its application in water engineering.2017 (DOC 166)

- PPG EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA/UFRPE. Participação em palestra Entropy-Based Modeling. PPGBE/UFRPE 2017 (Palestra) (DOC 167)

- 62 Reunião Anual da RBras 17 PDVAGRO com apresentação de trabalho Análise Estatística com Enfoque Bayesiano para o equilibrio de Hardy-Weinberg 2017 (Reunião) (DOC 168)

- COINTER_PDVAgro com apresentação de trabalho Modelagem em séries temporais aplicados a números de notificações mensais de Dengue em Pernambuco. 2018 (Congresso) (DOC 169)

- PPG EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA/UFRPE. Participação na qualidade de ouvinte na palestra Characterization and Analysis of time series by quantifiers based on Information theory. 2018. (Palestra) (DOC 170)

- 63a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria com apresentação de trabalho Estudo comparativo de três modelos diferentes não lineares para a característica de ganho de peso em bovinos de corte da raça Sindi. 2018 (Reunião) (DOC 171)

- PARTICIPAÇÃO NO II SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL UFRPE, A AUTOAVALIAÇÃO NA ORDEM DO DIA: GRADUAÇÃO E PÓS GRADUAÇÃO. 2019 (Simpósio) (DOC 172)

- FIEPE AMBIENTAL – Desafios socioambientais de SUAPE, participação como ouvinte. 2019 (Reunião). (DOC 173)

- FIEPE AMBIENTAL- A logística reversa de eletroeletrônicos participação como ouvinte. 2019 (Reunião) (DOC 174)

- FADURPE- Seminário de sustentabilidade ambiental e agronegócio participação Como ouvinte 2019 (Seminário) (DOC 175)

- PPG EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA/UFRPE participação na qualidade de ouvinte da palestra Recuperação hidro ambiental com técnicas de bioengenharia de solos. 2019 (Palestra). (DOC 176)

IV. ATIVIDADES DE EXTENSÃO

Apesar de apresentar um perfil acadêmico para a pesquisa desempenhei algumas atividades de extensão e pude colaborar com a divulgação/interação do conhecimento produzido na UFRPE com a sociedade, com vistas à melhoria da qualidade de vida da população. Coordenei projetos de extensão, orientando estudantes de graduação.

1. Comissões de Extensão na UFRPE e Projetos de extensão

- Palestrante no II SIMPÓSIO DE ASSUNTOS FLORESTAIS no período de 10 a 13 de maio de 1982. (DOC 178)

- Participação do I ENCONTRO DE DIRIGENTES DA UFRPE no período de 15 a 17 de julho de 1983. (DOC 179)

- COORDENADOR DOS CURSOS DE EXTENSÃO EM MANEJO DE ÁREAS SILVESTRES no período de 9 a 14 de maio de 1983 e MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL no período de 25 a 30 de abril de 1983. (DOC 180)

- Participação como membro da Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. A partir de 20/03/1990. Portaria. No 05/1990 (DOC 181)

- Participação como membro da Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. a partir de 28/06/1990. Portaria. No 08/1990 (DOC 182)

- Participação como membro da Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. a partir de 05/03/1991. Portaria. No 02/1991(DOC 183)

- I SEMINÁRIO DE INTRODUÇÃO AS PESQUISAS DE TECNOLOGIA DE PRODUTOS FLORESTAIS E EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA, no período de 20 de março de 1992. (DOC 184)

- Participação como palestrante na II Semana de Engenharia Florestal ministrando o minicurso sobre uso da motosserra no período de 8 a 11 de julho de 1997. (DOC 185)

- Participação como membro da Comissão Permanente de Extensão do Departamento De Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. a partir de 05/01/1999. Portaria. No 03/1999 (DOC 186)

- Coordenador do minicurso Conhecimentos da Motosserra e técnicas de corte em 17 a 20/11/1999.Resolução No 62/2000. (DOC 187)

- Participação como membro da Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. a partir de 12/09/2000. Portaria. No 015/2000 (DOC 188)

- Coordenador do Curso “Conhecimentos da Motosserra e técnicas de corte” em 06 a 11/11/2000. Resolução. No 143/2001 (DOC 189)

- Coordenador do projeto de extensão Tecnologia da utilização da madeira no período de 10 a 17 de novembro de 2002. (DOC 190)

- Coordenador do curso Conhecimentos da Moto-serra e técnicas de corte em 25 a 29/03/2002. Decisão. No01/2002. (DOC 191)

- Elaborador do projeto de Atividades de Extensão “Tecnologia, Comunicação Arte e Cultura” (TECARTE) elaborado pela Comissão Permanente de Extensão, 05/04/2002, Decisão. No020/2002. (DOC 192)

- Coordenador do projeto Tecnologias da utilização da madeira: “Fabricação dos Compensados de 28/11/2002. (DOC 193)

- Coordenador do Projeto de Extensão “Bambu: cultura, utilização e perspectivas para a região do Nordeste, a serem desenvolvidas na 62o Exposição de Animais e Produtos Derivados em 30/09/2003. Decisão. No 025/2003. (DOC 194)

- Professor ministrante da disciplina de Língua Espanhola no curso de Auxiliar de Serviços de Bar, Cozinha e Restaurante através do convênio de Extensão UFRPE/MAME, no período de 09/10/2003 a 10/11/2003 com 90 horas de aula. (DOC 195)

- Membro da comissão de Elaboração de Normas para Gestão de Cursos de Extensão. Portaria. No043/2005. (DOC 196)

- Participou do curso de extensão Análise de perigos e pontos críticos de controle no período de 11 a 15 de julho de 2005. (DOC 197)

- Palestrante no minicurso Utilização de Motosserra, na semana de engenharia florestal no período de 23 a 25 de agosto de 2005. (DOC 198)

- Coordenador do Projeto de extensão intitulado: “Lixo: utilização dos recursos florestais na sustentabilidade das famílias de baixa renda” no período de 11 a 19 de novembro de 2006. (DOC 199)

- Coordenador do Projeto de extensão intitulado. Utilização dos recursos florestais na sustentabilidade das famílias de baixa renda no período de 11 a 19 de novembro de 2006. (DOC 200)

- Coordenador do Projeto de extensão intitulado. Conhecimentos básicos da preservação de madeiras no período de 11 a 19 de novembro de 2006. (DOC 201)

- Participação como membro da Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. a partir de 22/03/2011. Portaria. No 01/2011. (DOC 202)

- Participação como membro da Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural da UFRPE, Portaria No 32/2013 a partir de 12 de novembro de 2013. (DOC 203)

- Coordenador do Projeto de Extensão “Bambu: cultura, utilização e perspectivas para a região do Nordeste, a serem desenvolvidas na Exposição de Animais e Produtos derivados em 11 a 18/11/ 2007 e como colaboradores os alunos: Deyse Almeida Lins, Wagener Antônio Barata, Glaidase Danielle Dutra de Alcântara Santos, Josemário Lucena da Silva, José Ageu Brito de Barros Junior, Mônica Cecília Borba de Araújo Novaes. Resolução. No 245/2013(DOC 204)

- Participação como membro da Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco. a partir de 12/11/2013. Portaria. No 035/2013. (DOC 205)

- Participação como avaliador de apresentações painel, da XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE (JEPEX 2013) realizada no período de 09 a 13 de dezembro de 2013. (DOC 206)

- Participação em treinamento para SCDP realizado no Departamento de Educação da UFRPE- RECIFE no dia 31 de outubro de 2016- SUGEPE. (DOC 207)

- Participação no projeto de extensão "Produção orgânica e agroecologia no sertão do Pajeú/PE" UFRPE/ IFECETPE em 2017 a 2018. Declaração. (DOC 208)

2. Palestras técnicas e seminários de extensão

- Palestra proferida no "II Simpósio de Assuntos Florestais", realizado pelo curso de Engenharia Florestal da UFRPE, no período de 10 a 13 de maio de 1982. **(DOC 209)**

- Palestra proferida sobre "Técnicas de Análise de Sistema aplicadas a colheita e transporte de madeira" ao Departamento de Botânica do centro de Ciências Biológicas da UFPE na disciplina Botânica Econômica em 06/11/2000. **(DOC 210)**

- Palestra proferida na V SEMANA DA ECOLOGIA DA UFRPE SOBRE O TEMA ÁGUA: ECOLÓGIA, GESTÃO E CONSERVAÇÃO com a mesa redonda intitulada: **Agricultura irrigada e gestão de recursos hídricos com a integração do meio ambiente** em 20 de novembro de 2013. **(DOC211)**

V. ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS

Sendo docente do Magistério Superior, em regime de Dedicação Exclusiva, sempre colaborei administrativamente, assumindo cargos administrativos praticamente desde a minha posse na UFRPE e participando de comissões. Considero como ponto alto da minha participação nas atividades administrativas da UFRPE, o período em que atuei, como Diretor do Departamento de Tecnologia Rural – DTR/UFRPE, no Campus Sede Dois Irmãos em Recife – PE.

1. Cargos administrativos

- Vice coordenador do curso de Engenharia Florestal/UFRPE no período de novembro de 1982 a novembro de 1984. Portaria 157/82-GR (DOC 212)

- Executor do Convênio SUBIN/UFRPE Portaria 064/82 no período de novembro de 1982 a novembro de 1983. Portaria 147/82-GR. (DOC 213)

- Suplente de supervisor de área de Floresta/UFRPE no período de fevereiro de 1983 a Fevereiro de 1983. Portaria 04/83-DEPA (DOC 214)

- Suplente de supervisor de área de Mecânica Agrícola / UFRPE a partir de abril de 1988. Portaria 02/88 (DOC 215)

- Supervisor de área de Mecânica Agrícola/DTR/UFRPE no período de 30 de junho de 2000 a 30 de junho de 2002, 30 de junho de 2000. Portaria 07/2000. (DOC 216)

- Substituto eventual do curso de Gastronomia e Segurança Alimentar, a partir de 27 de setembro de 2004 Portaria No 722/2004-GR em 14 de dezembro de 2004. (DOC217)

- Supervisor de área de Mecânica Agrícola DTR/UFRPE por 2 anos a partir de 03 de agosto de 2005 a 03 de agosto de 2007. Portaria 034/2005.(DOC 218)

- Diretor Pro – Tempore do DTR/UFRPE a partir de 01 de abril de 201. Portaria No 350/2016-GR. (DOC 219)

- Fiscal do Convênio de Cooperação Técnica, Científica e Financeira entre o Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco e a Universidade Federal Rural de Pernambuco, em 10 de agosto de 2017. Portaria. No 969/2017- GR. (DOC 220)

- Coordenador da Cooperação Internacional 2018 – 2021 (ERASMUS +) entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco e a Universidade Transilvânia de Brasov-Romênia. 16.12.2019. (DOC 221)

2. Participação em colegiados, conselhos, câmaras, comissões e outros

- Membro da comissão de reformulação da resolução No 057/88 –C.U- do capítulo V, grupo III referente as pontuações das atividades de ensino, pesquisa e extensão em 31 de agosto de 2000. Portaria 014/2000-08-31 (DOC 222)

- Membro da comissão de reforma curricular do curso de Engenharia Florestal no período de outubro de 2000 a outubro de 2001. (DOC 223)

- Membro do colegiado de coordenação didática do curso de engenharia Florestal, Portaria. No 592/2002-GR, de 19 de dezembro de 2002. (DOC 224)

- Membro da comissão de criação do curso de Gastronomia e Segurança Alimentar/UFRPE no período de abril de 2004 a abril de 2005. Portaria 223/04-GR (DOC 225)

- Membro da comissão de processo disciplinar no período de fevereiro de 2006 a agosto de 2006. Portaria 071/2006-GR (DOC 226)

- Membro do colegiado de coordenação didática do curso de Gastronomia e Segurança Alimentar Portaria No 932/2006-GR em 28 de novembro de 2006. (DOC227)

- Membro da comissão de Avaliação de Desempenho Docente de Magistério Superior (Estágio Provatório) Portaria No 36/2013 de 12 de novembro de 2013. (DOC228)

- Presidente da comissão de Acompanhamento das demandas do Departamento de Tecnologia Rural Portaria No 07/2014 em 28 de janeiro de 2014. (DOC229)

- Membro da comissão de desempenho docente no período de novembro de 2013 a novembro de 2015. (DOC 230)

- Membro da comissão de pesquisa do DTR/UFRPE no período de novembro de 2013 a novembro de 2015. Portaria 035/2013. (DOC 231)

- Membro da comissão pedagógica da criação do curso de engenharia ambiental dezembro de 2013 a dezembro de 2015. (DOC 232)

- Membro avaliador dos artigos apresentados no IV Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos e II Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos realizados em 05 e 06 de agosto de 2015 na UFRPE. (DOC 233)

- Membro da Comissão para elaboração do Regimento Interno do DTR/UFRPE em 02 de Junho de 2016. Portaria No 14/2016. (DOC 234)

- Presidente da comissão para tratar assuntos relacionados ao curso de graduação em Engenharia Ambiental da UFRPE. Portaria No 03/2017. (DOC 235)

- Membro da Comissão de pesquisa do DTR/UFRPE em 31 de agosto de 2017.Portaria No 035/2017 (DOC 236).

- Membro da Comissão de Avaliação de Desempenho Docente do Magistério Superior (Estágio Probatório do Departamento de Tecnologia Rural) em 27 de novembro de 2017. Portaria No 057/2017. (DOC 237)

- Membro da Comissão de Abreviação de curso de graduação em Agronomia, de acordo a Instrução Normativa No 001/2013-GR em 24 de setembro de 2019. Portaria 02/2019 (DOC 238)

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Este memorial procurou revelar a trajetória da minha vida acadêmica na UFRPE. Tentei demonstrar que tenho participado efetivamente do ensino, pesquisa, extensão e administração da UFRPE. Acredito que foi possível perceber a valiosa contribuição na formação de estudantes de graduação e de pós-graduação, na publicação e divulgação dos resultados das pesquisas desenvolvidas, como também, e no dever funcional de desempenhar atividades administrativas para viabilizar o papel social da UFRPE.

Desta forma, espero ter atingido os requisitos necessários para fazer jus a progressão para Professor Titular do Magistério Superior no DTR/UFRPE.

Prof. Victor Casimiro Piscoya

ANEXOS

Para a prosta do Prof. Victor

Departamento de Pessoal

PORTARIA Nº 009/DP, DE 03 DE MARÇO DE 1982.

A DIRETORA DO DEPARTAMENTO DE PESSOAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, no uso de suas atribuições,

R E S O L V E :

Retificar a Portaria nº 02/DP de 25/02/82 publicada no D.O.U. de 01/02/82, a fim de declarar que os servidores abaixo relacionados são ocupantes dos empregos a seguir discriminados, e não como constou no referido ato:

EDGAR FERREIRA BORELLI, ocupante do emprego de Agente de Portaria, código LT-TP-1202, classe "A", referência NM-06.

DORLY BENTO ANDRADE, ocupante do emprego de Agente de Portaria, código LT-TP-1202, classe "B", referência NM-06.

ROSALDA FÁTIMA DE BARROS XAVIER, ocupante do emprego de Agente de Portaria, código LT-TP-1202, classe "B", referência NM-06.

ROSA HELENA KRAINSKI, ocupante do emprego de Agente Administrativo, código LT-SA-801, classe "S", referência NM-30, e que a Ascensão Funcional é feita para o emprego de Técnico de Administração, código LT-NS-923, classe "A", referência NS-06.

ALICE BARK LIU

R E T I F I C A Ç Ã O

Portarias nº 02 e 03 de 25 de janeiro de 1982, da Diretora do Departamento de Pessoal, publicada no Diário Oficial de 01 de fevereiro de 1982, Seção II.

Página 876 - Item VIII
Onde se lê ..... Farmacêutico, Código LT- 908, ...
Leia-se ..... Farmacêutico, Código LT-NS-908, ...

Página 877 - Item XVIII
Onde se lê ..... Auxiliar de Enfermagem, Código LT-NM-1006, ...
Leia-se ..... Auxiliar de Enfermagem, Código LT-NM-1001, ...

Página 877 - Item XXII - "4" e "6"
Onde se lê ..... Agente de Portaria, Código LT-PT-1202 .....
Leia-se ..... Agente de Portaria, Código LT-TP-1202 .....

Página 880 - Item XVI
Onde se lê ..... Artífice de Marcenaria .....
Leia-se ..... Artífice de Carpintaria e Marcenaria .....

Página 881 - Item XXI - "12"
Onde se lê ..... no cargo de Portaria .....
Leia-se ..... no cargo de Agente de Portaria.....

ALICE BARK LIU

Universidade Federal Rural de Pernambuco

PORTARIA Nº 037/82-GR, DE 15 DE MARÇO DE 1982

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições e com fundamento no artigo 8º do Decreto nº 85.712, de 16 de fevereiro de 1981, e Portaria MEC nº 330 de 04 de maio de 1981, e o Parecer da COPEM no Processo UFRPE nº 1855/82:

R E S O L V E:

Conceder Progressão Horizontal, no Quadro Permanente desta Universidade Federal Rural de Pernambuco, da classe de Professor de Ensino de 1º e 2º Graus, do Colégio de 2º Grau "Dom Agostinho Ikas", aos docentes abaixo relacionados, e a partir de 1º de janeiro do corrente ano:

I - da referência 1 para a referência 2, da classe E, a

1 - INALDA XAVIER DA SILVA
2 - PAULO DE ARAÚJO BARRETO CAMPELO

II - da referência 1 para a referência 2, da classe D, a

1 - ADDISSON VIANNA DA SILVA
2 - AIRTON DE MORAIS MIRANDA
3 - ANNA MARIA LUCENA DE OLIVEIRA CAVALCANTI
4 - EURIDES FONSECA LIRA
5 - HERMES ALVES DE QUEIROZ
6 - IRENE DA SILVA BARRETO
7 - IZAIAS VIEIRA DA SILVA
8 - JAIME REGO COSTA
9 - JOÃO DIONÍSIO FILGUEIRA SOBRINHO
10 - JOSÉ LUIZ BEZERRA FILHO
11 - JOSÉ SANTA CRUZ NEVES
12 - LETÍCIA DINIZ DE AZEVEDO CISNEIROS
13 - LOUVISTON DE OLIVEIRA
14 - LOUVISTON DE OLIVEIRA
15 - LUCILDA JORDÃO BATISTA DE OLIVEIRA
16 - LUCINETE JORDÃO BATISTA DE OLIVEIRA
17 - LUIZ DE SOUZA PONTES
18 - LYGIA MARIA FONSECA DOS SANTOS SILVA
19 - MARIA CELENE FERREIRA CARDOSO DE ALMEIDA
20 - MARIA DE JESUS TAVARES DOS SANTOS
21 - MARIA DO CARMO FREITAS PESSOA
22 - MARIA JOSÉ DE SOUZA DIAS
23 - MARLY DE ALBUQUERQUE MONTENEGRO
24 - OSVALDO MARTINS FURTADO DE SOUZA
25 - RAIMUNDO NONATO LOPES
26 - RIVALDO BERTON COSTA
27 - ROLDÃO DE SIQUEIRA FONTES
28 - THEREZINHA FONSECA DOS SANTOS ALBUQUERQUE
29 - WALDENICE VALENTE DE ALBUQUERQUE.

Prof. Waldo Halliday Pires Ferreira

PORTARIA Nº 038/82-GR, DE 15 DE MARÇO DE 1982

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições e com fundamento no artigo 7º do Decreto nº 85.712, de 16 de fevereiro de 1981, e Portaria MEC nº 330 de 04 de maio de 1981, e o Parecer da COPEM no Processo UFRPE nº 1855/82:

R E S O L V E:

Conceder Progressão Vertical, na Tabela Permanente desta Universidade Federal Rural de Pernambuco, de classe C, referência 4 para a classe D, referência 1, da Classe do Professor de Ensino de 1º e 2º Graus, do Colégio de 2º Grau "Dom Agostinho Ikas", a

1 - IVAN DA COSTA SOUZA, a partir de 1º de janeiro do corrente ano.

Prof. Waldo Halliday Pires Ferreira

PORTARIA Nº 039/82-GR, DE 15 DE MARÇO DE 1982

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições e com fundamento no artigo 7º do Decreto nº 85.712, de 16 de fevereiro de 1981, e Portaria MEC nº 330 de 04 de maio de 1981, e o Parecer da COPEM no Processo UFRPE nº 1855/82:

R E S O L V E:

Conceder Progressão Horizontal, na Tabela Permanente desta Universidade Federal Rural de Pernambuco, de classe do Professor de Ensino de 1º e 2º Graus, do Colégio de 2º Grau "Dom Agostinho Ikas", aos docentes abaixo relacionados, e a partir de 1º de janeiro do corrente ano:

da referência 1 para a referência 2 da classe D, a

1 - CLAYTON ANDERSON DE AZEVEDO
2 - GILDO DE ALMEIDA FALCÃO
3 - JOÃO GOMES DE FREITAS
4 - JOÃO LINS DE ALBUQUERQUE
5 - JOSÉ ARIMATÉAS DE CARVALHO
6 - LIGIA RIBAS DE ANDRADE SUKAR
7 - MABEL DA CUNHA
8 - MARIA LUIZA FERREIRA DA ROCHA
9 - MARILENE MARÇAL FREIRE
10 - MOACIR GOMES SOBREIRA FILHO
11 - SEVERINO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE.

Prof. Waldo Halliday Pires Ferreira.

PORTARIA Nº 040/82-GR, DE 16 DE MARÇO DE 1982

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de competência que lhe confere o Parágrafo único do artigo 7º do Decreto nº 85.487/80, e tendo em vista a homologação dos resultados dos concursos públicos realizados para provimento na Categoria Funcional de Professor de Ensino Superior, publicado no Diário Oficial de União de 11.03.82, Seção I,

R E S O L V E:

I - Admitir, sob o regime da legislação trabalhista, os candidatos abaixo relacionados, habilitados em concurso público de provas e títulos para o emprego de PROFESSOR ASSISTENTE, referência 01, desta Universidade, no Departamento de Agronomia, as vagas originadas de rescisão de contrato.

Setor de Silvicultura
1. SILMAR GONZAGA MOLICA

Setor de Tecnologia Florestal
1. VICTOR CASIMIRO PISCOYA

Setor de Manejo Florestal
1. NIVALDO EDUARDO RIZZI

II - A entrada em exercício por parte dos candidatos, dar-se-á no prazo de 30 (trinta) dias, contados da data de publicação desta Portaria.

Prof. Waldo Halliday Pires Ferreira.

Departamento de Pessoal

PORTARIA Nº 48/82-DP, DE 16 DE MARÇO DE 1982

A DIRETORA DO DEPARTAMENTO DE PESSOAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, usando de atribuição que lhe foi conferida pelo artigo 22 do Decreto nº 84.669, de 29 de abril de 1980,

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

CERTIDÃO DE TEMPO DE SERVIÇO

Órgão Expedidor da Certidão	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO	Processo n.º 4413/94

Nome do Servidor	VICTOR CASIMIRO PISCOYA	Matrícula 0392
Cargo	PROFESSOR ADJUNTO	
Quadro e Parte	DE PESSOAL	Ministério DA EDUCAÇÃO
Período Compreendido nesta Certidão	01 / 04 / 1982 A 13 / 04 / 1994	
FONTE DE INFORMAÇÕES.	PASTA FUNCIONAL	PARA FINS DE: LICENÇA PRÊMIO 1º e 2º QUINQUENIO

F R E Q Ü Ê N C I A

Ano	Tempo Bruto	DEDUÇÕES					Tempo Líquido (dias)
		Faltas	Licenças	Suspensões	Outros	Soma	
1982	274	-	-	-	-	-	274
83	365	-	-	-	-	-	365
84	366	-	-	-	-	-	366
85	365	-	-	-	-	-	365
86	365	-	-	-	-	-	365
87	365	-	-	-	-	-	365
88	366	-	-	-	-	-	366
89	365	-	-	-	-	-	365
90	365	-	-	-	-	-	365
91	365	-	-	-	-	-	365
92	366	-	-	-	-	-	366
93	365	-	-	-	-	-	365
94	103	-	-	-	-	-	103
TOTAL	4.395	-	-	-	-	-	4.395

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

DISCRIMINAÇÃO DAS FALTAS, LICENÇAS, PENALIDADES OU OUTROS ELEMENTOS CONSTANTES DOS ASSENTAMENTOS

Admitido em 01.04.82 nesta Universidade, ocupante do cargo de Professor Assistente, Cód. LT-M-400, ref. 1, da Tabela de Pessoal Permanente.

Conforme Portaria nº 683 de 18.12.87, publicada no DOU de 04.01.88, homologa a reclassificação dos servidores desta Universidade (ISONOMIA), por determinação da Lei nº 7.596 de 10.04.87, cujo efeitos financeiros vigoraram a partir de 01.04.87; passou para a categoria de emprego de Professor Adjunto, Nível 1, Regime de Dedicação Exclusiva.

De acordo com a Lei nº 8.112 de 11.12.90, publicada no DOU de 12.12.90, passou a ser regido pelo Regime Jurídico Único.

NÃO HOUVE FALTAS NEM SUSPENSÕES À REGISTRAR.

LICENÇA PRÊMIO - 1º e 2º QUINQUENIO À CONSIDERAR.

Confere com o original

Moacyr Gunha Filho
Siape 6383609

Certificamos em face do apurado, que no período que consta desta Certidão, o interessado conta de efetivo exercício, o tempo de Serviço líquido de 4.395 (Quatro mil trezentos e noventa e cinco) dias, ou seja, 12 (doze) anos, e 15 (quinze) dias.

LAVREI A CERTIDÃO: CONFERI: VISTO:

Recife, 14/04/94 Em, 14/04/94 Em, 14/04/94

Assinatura do Servidor
Roberto Gonçalves dos Prazeres
Assist. em Administração
DP/UFRPE

Maria das Graças Domicio Nascimento
Chefe da Seção de Cadastro e Lotação DP/UFRPE

Neide S. Borba Vilela
Diretora DCCE/DP

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 133/89-GR, de 25 de abril de 1989

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições legais e tendo em vista o disposto no Inciso I do Art. 13 e 16 do Decreto nº 85.487/80, de 11.12.80, e o que consta do Processo UFRPE Nº 2887/89,

R E S O L V E:

Conceder PROGRASSÃO HORIZONTAL, na Tabela Permanente desta Universidade, da referência 1 para a referência 2 , na Classe de Professor Adjunto, do Grupo Magistério, aos docentes abaixo relacionados:

01. SILMAR GONZAGA MOLICA, a partir de 01 de abril de 1988;
02. ANTONIO CARLOS BATISTA, a partir de 21 de agosto de 1988;
03. RAIMUNDO LUIZ DA SILVA, a partir de 01 de julho de 1988;
04. LUZIMAR BASTOS PAES DE MELO, a partir de 05 de setembro de 1987;
05. MARGARETH FERREIRA DE SALES, a partir de 14 de setembro de 1987;
06. TÂNIA MARIA BARZA RAMOS DOS SANTOS, a partir de 01 de setembro de 1987;
07. LUCY DE CARVALHO GALINDO, a partir de 01 de outubro de 1987;
08. ANTONIO CARDOSO DO REGO BARROS, a partir de 03 de setembro de 1987;
09. EPITÁCIO FRAGOSO VIEIRA, a partir de 04 de novembro de 1987:

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

10. MANOEL DE FARIAS SOUZA FILHO, a partir de 26 de zembro de 1987;
11. MARCIA BRAYNER PAES BARRETO, a partir de 01 de janeiro de 1988;
12. VICTOR CASIMIRO PISCOYA, a partir de 01 de abril de 1988;
13. MARIZENE DE JESUS AZEVEDO COELHO, a partir de 05 de outubro de 1987.

(PROF. JOÃO BAPTISTA OLIVEIRA DOS SANTOS)
- REITOR -

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

4

ILMO. SR. DIRETOR DO DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL DA U.F.R.PE.

VICTOR CASIMIRO PISCOYA, Professor Adjunto referência II, lotado neste Departamento, em Regime de Tempo Integral e Dedicação Exclusiva, tendo em vista o que estabelece a resolução 57/88 do Conselho Universitário da UFRPE, nos termos da Portaria Ministerial Nº 475, de 26 de Agosto de 1987, com relação às exigências para avaliação docente para fins de Progressão Horizontal, da Classe de Professor Adjunto referência II para a referência III, submete à apreciação dos órgãos competentes, o presente Relatório de Atividades.

Nestes Termos
Pede deferimento

Recife, 24 de ~~abril~~ de 1990

PROF. VICTOR CASIMIRO PISCOYA

ME UFRPE
Serviço de Comunicações - DSG

Processo n.º

Movimento
DT Rural 24-4-90

ATENÇÃO
A posterior apresentação deste cartão facilitará sua localização.

VICTOR Casimiro

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
SECRETARIA GERAL DOS CONSELHOS DA ADMINISTRAÇÃO SUPERIOR

CONSELHO UNIVERSITÁRIO

RESOLUÇÃO Nº 125/92.

EMENTA: Concede Progressão Horizontal ao Professor Adjunto - Referência III VICTOR CASIMIRO PISCOYA, do Departamento de Agronomia desta Universidade.

O Presidente do Conselho Universitário da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições e tendo em vista a Decisão Nº 126/92 deste Conselho, exarada no Processo UFRPE Nº 23082.6727/92, em sua IX Reunião Ordinária, realizada no dia 01 de setembro de 1992,

R E S O L V E:

Art. 1º - Conceder Progressão Horizontal na Classe de Professor Adjunto - Referência III, para a Referência IV, a partir do dia 1º de abril de 1992, ao Docente VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lotado no Departamento de Agronomia desta Universidade, baseado no que estabelece a Resolução Nº 57/88 do Conselho Universitário, homologando desta maneira o Parecer Nº 83/92 da Câmara de Pessoal deste Conselho, conforme consta do Processo UFRPE Nº 23082.6727/92 acima mencionado.

Art. 2º - Revogam-se as disposições em contrário.

SALA DOS CONSELHOS DA UFRPE, em 02 de setembro de 1992.

PROFº VALMAR CORRÊA DE ANDRADE
= NO EXERCÍCIO DA PRESIDÊNCIA =

Confere com o original arquivado nesta Secretaria Geral.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

CPPD / Visto

AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

PONTUAÇÃO GERAL DO RELATÓRIO DE ATIVIDADES

GRUPOS	SUBTOTAL DOS PONTOS OBTIDOS
Grupo I – Qualificação acadêmica	**50**
Grupo II – Produção intelectual	**28**
Grupo III – Atividades de ensino, pesquisa e extensão	**72**
Grupo IV – Atividades de administração	**7,5**
Grupo V – Atividades de representação de classe e entidade científica e/ou cultural	**0**
TOTAL DOS PONTOS OBTIDOS	**157,5**

PARECER CONCLUSIVO DA BANCA EXAMINADORA

A Banca Examinadora de Avaliação de Progressão para Professor Associado, designada através da Portaria no. 65/2012-GR, de 27/01/2012, em reunião realizada no dia **17 de setembro de2012**, analisando o Processo no. **23082.013947/2012-65**, formulado pelo (a) Professor (a) **Victor Casimiro Piscoya**, lotado (a) no **Departamento de Tecnologia Rural,** que solicita progressão funcional da Classe de Professor Adjunto IV para a Classe de Professor Associado **nível 1,** por ser portador do título de DOUTOR e ter completado o interstício mínimo de 02 (dois) anos no **nível 4** da Classe de Professor Adjunto, conforme cópia da Portaria no.**516/1992-GR, de 9 de setembro1992;fl. 02**, a qual atribuiu ao relatório de atividades **157,5 (Cento e cinquenta e sete vírgula cinco)** pontos, conforme demonstrativo do quadro acima, o que atende o § 2° da Resolução no. 188/2006 do Conselho Universitário, estando o (a) requerente habilitado (a) a sua progressão vertical. Pelo exposto, recomendamos o processo ao Presidente do Conselho Universitário para encaminhamento à CPPD a fim de emitir parecer e decisão e em sequência dar prosseguimento à tramitação legal. **Em 17/09/2012.**

Assinatura dos Membros: _____

Profa. Antônia Sherlânea Chaves Veras
Presidente

_____

Prof. Ronaldo Olivera Cavalli

_____

Profa. Sonia Maria Barreto Pereira
Membro

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

COMISSÃO PERMANENTE DE PESSOAL DOCENTE

DECISÃO Nº _____

A Comissão Permanente de Pessoal Docente - CPPD, em sua 18ª reunião ordinária realizada no dia 20 de setembro de 2012, examinando o processo administrativo nº 23082.013947/2012-65, procedente do Departamento de Tecnologia Rural, formulado pelo (a) Professor (a) Adjunto nível 4 – VICTOR CASSIMIRO PISCOYA, admitido em 01/04/1982, com o pedido de ***progressão vertical por mérito da Classe de Professor Adjunto nível 4 para Classe de Professor Associado nível 1, referente ao interstício de 27/03/2010 a 27/03/2012.*** *O relator deste processo, Professor (a)* ***Moacir Bezerra de Andrade****, tendo comprovado que o pedido em apreço encontra-se de acordo com os dispositivos legais vigentes, opinou em seu parecer pela sua* ***aprovação.*** *A comissão, à luz do parecer do relator, resolveu aprovar* ***a progressão vertical por mérito da Classe de Professor Adjunto nível 4 para Classe de Professor Associado nível 1, recomendando para fins efeitos funcionais: a data de 27/03/2012 para cômputo de interstício e data de 08/08/2012 para efeito financeiro, bem como, submeter o processo a apreciação do Conselho Universitário.***

Sala de reunião da CPPD, em 20 de setembro de 2012.

Presidente (a)

_____

_____

_____

_____

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA nº 383/2014-SUGEP, de 15 de agosto de 2014.

A SUPERINTENDENTE DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no Processo UFRPE nº 23082.007313/2014-35,

RESOLVE:

Conceder **Progressão Horizontal**, do Nível 01 para o Nível 02, na Classe de Professor Associado, ao(à) Docente **VICTOR CASIMIRO PISCOYA**, Matrícula SIAPE nº 0384195, Regime de Trabalho de 40 horas semanais com Dedicação Exclusiva, lotado(a) no(a) Departamento de Tecnologia Rural, desta Universidade, referente ao(s) interstício(s) de 27.3.2012 a 26.3.2014, acordo com a Decisão nº 191/2014, de 10.7.2014, da Comissão Permanente de Pessoal Docente – CPPD, **com efeitos financeiros a partir de 27 de março de 2014,** e conforme consta da folha 86 do Processo acima mencionado.

PATRICIA GADELHA XAVIER MONTEIRO
Superintendente de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas - SUGEP

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

SERVIDOR

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº. 431/2016-SUGEP, de 07 de junho de 2016.

A SUPERINTENDENTE DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no Processo UFRPE nº. 23082.004447/2016-66,

RESOLVE:

CONCEDER ao(à) servidor(a) **VICTOR CASIMIRO PISCOYA**, do Quadro Único de Pessoal desta IFES, Matrícula SIAPE nº. 0384195, Professor(a) do Magistério Superior, Regime de Trabalho de 40 (quarenta) horas semanais com Dedicação Exclusiva, lotado(a) no(a) Departamento de Tecnologia Rural, com base na Resolução nº. 062/2015, de 05/05/2015, do Conselho Universitário, conforme Decisão nº. 210/2016, de 09/05/2016, da Comissão Permanente de Pessoal Docente - CPPD, constante na folha nº. 46 do Processo acima mencionado:

Progressão Funcional (Classe "D", Professor Associado)	Interstício	Efeitos Financeiros
Nível 02 para o Nível 03	27/03/2014 a 26/03/2016	a partir de 27/03/2016

ROSAURA MARIA BARBOSA MESQUITA NEIVA
Substituta Eventual da Superintendente de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas - SUGEP

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DOIS IRMÃOS
CEP: 52171-900 - Recife/PE
TELEFONE: (81) 3320.6141/6145
E-MAIL: gabinete.sugep@ufrpe.br

PORTARIA Nº. 244/2018-SUGEP, de 16 de março de 2018

A SUPERINTENDENTE DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no Processo UFRPE nº. 23082.001456/2018-67,

RESOLVE:

CONCEDER ao(à) servidor(a) VICTOR CASIMIRO PISCOYA, do Quadro Único de Pessoal desta IFES, Matrícula SIAPE nº. 0384195, Professor(a) do Magistério Superior, Regime de Trabalho de Dedicação Exclusiva, lotado(a) no(a) Departamento de Tecnologia Rural, baseado na Lei nº. 13.325/2016, Nota nº. 81/2016 e Nota nº. 93/2016 PJ-UFRPE/PGF/AGU e Decisão da Magnífica Reitora desta Universidade (Processo nº. 23082.019940/2016-81), conforme Decisão nº. 148/2018, de 12/03/2018, da Comissão Permanente de Pessoal Docente - CPPD, constante na folha nº. 55 do Processo acima mencionado:

Progressão Funcional (Classe "D", Professor Associado)	Período Analisado	Efeitos Financeiros e Início de Cômputo de Interstício
Nível 03 para o Nível 04	27/03/2016 a 26/03/2018	27/03/2018

PATRÍCIA GADELHA XAVIER MONTEIRO
Superintendente de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas - SUGEP

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1982

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1982

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto
Diretor / DTR / UFRPE
Profº Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.
SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1983

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1983

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto
Diretor / DTR / UFRPE

Prof. Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1984

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1984

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Prof. Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1985

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1985

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Prof° Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático I D.T.
SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1986

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1986

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.R.

SIAPE 384409

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1987

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1987

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.

SIAPE 384409

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1988

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1988

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1989

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1989

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.

SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1990

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1990

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Prof. Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1991

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1991

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1992

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1992

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.R.

SIAPE 384499

Conforme com o original

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1993

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1993

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.

SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Gunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1994

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1994

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.
SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1995

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1995

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.

SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1996

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1996

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.

SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1997

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1997

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.

SIAPE 384409

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1998

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1998

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.

SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/1999

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/1999

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático / DTR
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/2000

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/2000

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Ednalva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T

SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/2001

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/2001

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes Santos
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C.
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/2002

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/2002

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes
Chefe do Setor de Apoio Didático I D.
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Confere com o original

Prof° Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/2003

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/2003

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Ednalva Gomes Santos
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.R.
SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/2004

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/2004

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático I D.T
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/2005

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/2005

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto

Diretor do DTR/UFRPE

Siape 0384124

Edneiva Gomes Santana

Chefe do Setor de Apoio Didático / DTR

SIAPE 384499

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho

Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/2006

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/2006

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes [illegible]
Chefe do Setor de Apoio Didático I D.
SIAPE 384409

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Profº Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o professor ASSOCIADO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, lecionou as disciplinas abaixo:

1º Semestre/2007

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

2º Semestre/2007

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF – 3	04 h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF – 3	06 h

Recife, 30 de setembro de 2019

Ednalva Gomes
Chefe do Setor de Apoio Didático / DTR
SIAPE 384499

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto

Diretor / DTR / UFRPE

Prof° Pedro Marinho de C. Neto
Diretor do DTR/UFRPE
Siape 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para devidos fins que o professor(a) **ADJUNTO IV, VICTOR CASIMIRO PISCOYA**, lecionou e leciona as disciplinas abaixo:

1º Semestre/2007

Disciplina	Turma	C.H. Semanal
EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF-3	04h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF-3	06h

2º Semestre/2007

EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA	SF-1	04h
TECNOLOGIA FLORESTAL	SF-1	06h

Recife, 01 de outubro de 2007

Prof. Fernando Cartaxo Rolim Neto
Diretor / DTR / UFRPE

DTR em 01 de 10 de 2007

Mariene Ferreira Lyra Nogueira
(Chefe do Setor de Apoio Didático)

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

DTR/SD

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins, que o Sr. Victor Casimiro Piscoya, ora submetendo-se à seleção do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRPE, será liberado de suas atividades nesta Instituição durante o período de 4 (quatro) anos, para cursar as atividades acadêmicas exigidas pelo Curso de DOUTORADO desse Programa de Pós-Graduação, caso o mesmo venha a ser um dos candidatos selecionados.

Recife. 15 de outubro de 2007.

Prof. Dr. Fernando Cartaxo Rolim Neto
Diretor do DTR/UFPE

Prof. Fernando Cartaxo R. Neto
Diretor do DTR / UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos para os devidos fins que o Professor Associado I, **VICTOR CASSIMIRO PISCOYA,** leciona as disciplinas abaixo:

1º Sem./2012

Disciplina	Turma	Carga Horária Semanal
Tecnologia Florestal	SF3	06
Exploração e Transporte de Madeira	SF1	04

2º Sem./2012

Disciplina	Turma	Carga Horária Semanal
Tecnologia Florestal	SF1	06
Exploração e Transportede Madeira	SF3	04

1º Sem./2013

Disciplina	Turma	Carga Horária Semanal
Tecnologia Florestal	SF3	06
Exploração e Transporte de Madeira	SF1	04

2º Sem./2013

Disciplina	Turma	Carga Horária Semanal
Tecnologia Florestal	SF1	06
Exploração e Transporte de Madeira	SF4	04
Colheita e Transparência da Madeira	SF3	04
Maquinas e Implementos Agricola	SA3	04

Recife, 10 de março de 2014

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto
Diretor Pró-Tempore do DTR

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que a **Prof. Victor Casimiro Piscoya** lecionou a(s) seguinte(s) disciplina(s) no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE):

Semestre	Disciplina	CH
1º Semestre 2013	Recuperação de Áreas Degradadas	60

Recife, 10 de março de 2014.

Prof. Marcus Metri Corrêa
SIAPE: 6384946
Coordenador do PPEAMB
UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para devidos fins que o Professor **Associado II, VICTOR CASIMIRO PISCOYA,** lotada neste Departamento de Tecnologia Rural, **SIAPE:0384195, CPF. 394.361.109-44,** lecionou as disciplinas baixo relacionadas.

1ª **Semestre/2014**

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11110-Biodinâmica Agrícola e Ambiental	EA1	04
11425-Maquinas e Implementos Agrícolas	SA3	04
11422-Colheta e Transporte da Madeira	SF1	04

2ª **Semestre/2015**

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
7323 - Pedologia Ambiental	PPEAMB	02

Recife 23 de novembro de 2015

EDNALVA GOMES TAVEIRA
Chefe do Setor de Apoio Didático

D.T.R. em 23 de 11 de 2015

Ednalva Gomes Taveira
(Chefe do Setor de Apoio Didático)
SIAPE 384499

Prof. MARCUS METRI CORREA
DIRETOR DO DTR/UFRPE

DTR/SD

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

VIA DA SERA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 1030/2014-GR, de 29 de julho de 2014.

A REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no Processo UFRPE Nº 23082.010026/2014-11,

RESOLVE:

AUTORIZAR em sua área de competência, o **afastamento do país** do(a) servidor(a) **VICTOR CASIMIRO PISCOYA**, Matrícula SIAPE nº 0384195, ocupante do cargo de Professor do Magistério Superior, lotado(a) no(a) Departamento de Tecnologia Rural, **com ônus CNPq e parcial para esta Universidade,** no **período de 1º/09/2014 a 30/08/2015**, a fim de que o mesmo possa realizar Estágio Pós-Doutoral na T*exas A & M University (TAMU) College Station Texas, USA*, conforme Resolução/CEPE nº 233 de 18/07/2014 e Decisão/CEPE nº 31 de 17/07/2014 do processo acima mencionado.

MARIA JOSÉ DE SENA
REITORA

UFRPE Univ. Federal Rural de PE
Prof. Marcelo Brito Carneiro Leão
Vice-Reitor no Exercício da Reitoria

Publicado no DOU em
Seção ____

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para devidos fins que o Professor **Associado III, VICTOR CASIMIRO PISCOYA,** lotado neste Departamento de Tecnologia Rural, **SIAPE 0384195, CPF. 394361109-44** lecionou a(s) disciplina(s) abaixo relacionada(s).

1ª Semestre/2016

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11466 - SISTEMAS AGROFLORESTAIS	EA3	04

2ª Semestre/2016

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11466-SISTEMAS AGROFLORESTAIS	EA3	04
11466-SISTEMAS AGROFLORESTAIS	SA1	04

1ª Semestre/2017

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11466- SISTEMAS AGROFLORESTAIS	EA1	04
11466- SISTEMAS AGROFLORESTAIS	SA2	04

2ª Semestre/2017

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11466-SISTEMAS AGROFLORESTAIS	SA2	04

Recife 08 de janeiro de 2018

EDNALVA GOMES TAVEIRA
Chefe do Setor de Apoio Didático

Ednalva Gomes Taveira
(Chefe do Setor de Apoio Didático)
SIAPE 384499

Prof. PEDRO MARINHO DE CARVALHO NETO
Diretor do DTR/UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para devidos fins que o Professor **Associado , VICTOR CASIMIRO PISCOYA,** lotado neste Departamento de Tecnologia Rural, **SIAPE 0384195, CPF. 394361109-44** lecionou a(s) disciplina(s) abaixo relacionada(s).

2º **Semestre/2017**

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11466 - SISTEMAS AGROFLORESTAIS	SA2	04

1º **Semestre/2018**

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11466-SISTEMAS AGROFLORESTAIS	EA1	04
11466-SISTEMAS AGROFLORESTAIS	SA3	04

2º **Semestre/2018**

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11466- SISTEMAS AGROFLORESTAIS	EA1	04
11466- SISTEMAS AGROFLORESTAIS	SA3	04

1º **Semestre/2019**

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11466 - SISTEMAS AGROFLORESTAIS	SA3	04
11466 - SISTEMAS AGROFLORESTAIS	EA1	04

Recife 31 de julho de 2019

EDNALVA GOMES SANTANA
Chefe do Setor de Apoio Didático

Ednalva Gomes Santana
Chefe do Setor de Apoio Didático / D.T.
SIAPE 384499

Prof. PEDRO MARINHO DE CARVALHO NETO
Diretor do DTR/UFRPE

PEDRO MARINHO DE C. NETO
DIRETOR DTR/UFRPE
SIAPE 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

DECLARAÇÃO

Declaramos, para os devidos fins, que o **Professor Victor Casimiro Piscoya**, professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, lecionou no referido programa a disciplina "*Tópicos especiais em gestão ambiental e de recursos hídricos (Sistema Agroflorestais na recuperação de áreas degradadas)*", de nível mestrado acadêmico, no semestre 2018.1, com carga horária semestral de 60h.

Recife, 29 de março de 2019.

Prof. José Ramon Barros Cantalice
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Ambiental – PPEAMB

José Ramon B. Cantalice
Coordenador
PPG Engenharia Ambiental

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para devidos fins que o Professor **Associado, VICTOR CASIMIRO PISCOYA,** lotado neste Departamento de Tecnologia Rural**, SIAPE 0384195, CPF. 394361109-44** lecionou a(s) disciplina(s) abaixo relacionada(s).

2° **Semestre/2019**

DISCIPLINA	TURMA	C. H. SEMANAL
11466-SISTEMAS AGROFLORESTAIS	EA1	04
11466-SISTEMAS AGROFLORESTAIS	SA3	04

Recife 20 de janeiro de 2019

EDNALVA GOMES SANTANA
Chefe do Setor de Apoio Didático

Prof. PEDRO MARINHO DE CARVALHO NETO
Diretor do DTR/UFRPE

PEDRO MARINHO DE C. NETO
DIRETOR DTR/UFRPE
SIAPE 0384124

DTR/SD

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que o Prof. **VICTOR CASSIMIRO PISCOYA** atuou como orientador do Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO), intitulado "Recomposição de Mata Ciliar do Rio Pirapama em Área de Zoneamento Urbano", com carga horária de 240 horas, do aluno MISAEL BATISTA DE SOUZA JUNIOR, CPF nº 047.827.864-09, do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, no segundo semestre do ano de 2015.

Recife, 29 de fevereiro de 2016

Prof. Gledson Luiz Pontes de Almeida
Coord. de Engenharia Agrícola e Ambiental

Prof. Gledson Luiz Pontes de Almeida
Coordenador do Curso
Eng. Agrícola e Ambiental
DEAGRI - UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

DOCUMENTO DE REGITRO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 18 (dezoito) dias do mês de setembro do ano de 2015, no horário das 9h00 às 12h00, realizou-se no auditório do Prédio Prof. Ronaldo Freire de Moura do Departamento de Tecnologia Rural a 13ª (décima terceira) defesa de dissertação, intitulada: "**Abordagem física do WEPP na erosão em solos em ambiente semiárido**" pelo mestrando **Waldemir Pereira de Souza**, de acordo com as Normas gerais dos Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Resolução Nº 016/2014 do CEPE), complementadas pelo Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Normas Internas aprovadas pelo Colegiado do Programa.

Como Presidente da Mesa:

Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya – (PPEAMB/UFRPE)

Sendo a Comissão Examinadora composta pelos (as) professores (as):

Prof. Dr. José Ramon Barros Cantalice – Membro Interno (PPEAMB/UFRPE)
Dr. Wagner Luis da Silva Souza – Membro Externo (UFRPE/PNPD PPG Ciência do Solo)

Após apresentação da dissertação e efetuadas as arguições por parte da Comissão Examinadora, o mestrando recebeu desta os seguintes conceitos:

(X) APROVADO **( ) REPROVADO**

De acordo com os conceitos atribuídos o mestrando foi considerado **APROVADO** devendo para obtenção do grau de mestre: proceder às correções necessárias, entregar a versão final da dissertação no prazo máximo de 60 (sessenta) dias, bem como encaminhar um artigo científico para publicação em periódico conforme os critérios de qualificação pertencentes à área e adotados pela CAPES, apresentado a respectiva comprovação de submissão (Art. 61 do Regulamento do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental).

Presidente:

Membro Interno:

Membro Externo:

Mestrando:

Confere o presente documento, que não apresenta rasuras nem emendas o Coordenador do Programa, Prof. Dr. Vicente de Paulo Silva.

Confere com o original

Coordenador:

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Prof. Vicente de Paulo Silva
Prof. Adjunto
Engenharia Agrícola e Ambiental
DTR/UFRPE

Recife, 18 de setembro de 2015.

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que o **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya** participou, como **Presidente,** da comissão avaliadora da **28ª defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB),** realizada aos 21 (vinte e um) dias do mês de julho do ano de 2017, no horário das 09h00 às 11h00, na Sala de Aula do PPEAMB, 1° andar do Prédio Antônio Coelho, do Departamento de Tecnologia Rural, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), intitulada: "**Capacidade de infiltração em Neossolo Flúvico e Cambissolo Háplico no Semiárido Pernambucano**", pela mestranda **Cleuma Christir da Silva Almeida**, que teve como Orientador o **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya (PPEAMB/UFRPE)**.

Prof. DSc Vicente de Paulo Silva
Coordenador do PPEAMB

Prof. Vicente de Paulo Silva
Coordenador do PPEAMB
SIAPE Nº 384194

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que o **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya** participou, como **Presidente,** da comissão avaliadora da **53ª defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB),** realizada aos 27 (vinte e sete) dias do mês de julho do ano de 2018, no horário das 10h00 às 13h00, na Sala de Aula do PPEAMB, 1° andar do Prédio Antônio de Andrade Coelho, do Departamento de Tecnologia Rural, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), intitulada: "**Avaliação da infiltração em solos submetidos a diferentes tipos de cobertura no Semiárido Pernambucano**", pela mestranda **Edja Lillian Pacheco da Luz**. A banca examinadora foi composta, também, pelos seguintes membros:

- **Prof. DSc Moacyr Cunha Filho** – Primeiro Membro (DEINFO / UFRPE)
- **Prof. DSc Renisson Neponuceno de Araújo Filho** – Segundo Membro (Universidade Federal do Tocantins)

Prof. DSc José Ramon Barros Cantalice
Coordenador do PPEAMB

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que o **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya** participou, como **Presidente,** da comissão avaliadora da **79ª defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB),** realizada aos 31 (trinta e um) dias do mês de janeiro do ano de 2020, no horário das 11h00 às 14h00, no Auditório do Prédio Professor Ronaldo Freire, do Departamento de Tecnologia Rural, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), intitulada: "**Avaliação da qualidade do solo e atividade microbiana em sistema agroecológico com produção de café em brejo de altitude**", pela mestranda **Cristiane Maria Gonçalves Crespo**. A banca examinadora foi composta, também, pelos seguintes membros:

- **Prof.(a) DSc Rosângela Gomes Tavares** – Primeiro Membro / DTR UFRPE
- **Prof. DSc Moacyr Cunha Filho** – Segundo Membro / Departamento de Estatística e Informática – UFRPE

EX SEMINE SEGES

Prof. DSc Romildo Morant de Holanda
Coordenador do PPEAMB

Prof. Romildo Morant de Holanda
Coordenador do PPEAMB
Mat. SIAPE 1474046

UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que o **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya** participou como **Presidente da comissão avaliadora da 15ª defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB),** realizada aos 29 (vinte e nove) dias do mês de fevereiro do ano de 2016, no horário das 10h00 às 12h00, no auditório do Prédio Prof. Ronaldo Freire de Moura, do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), intitulada: "**Diferentes formas da cobertura vegetal e a erosão em entressulcos sob chuva simulada**" pela mestranda **Cristina dos Santos Ribeiro Martins** que teve como Orientador **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya (PPEAMB/UFRPE).**

Prof. DSc Vicente de Paulo Silva
Coordenador do PPEAMB

Prof. Vicente de Paulo Silva
Coordenador do PPEAMB
SIAPE Nº 384194

EX SEMINE SEGES

UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

PORTARIA/CCA/UFPb/Nº 98/82

O Diretor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, no uso de suas atribuições,

R E S O L V E:

Designar o Professor VICTOR CASIMIRO PISCOYA, para fazer parte da Banca Examinadora do Concurso para Professor Auxiliar na disciplina Melhoramento Florestal do Campus VII - Patos-PB.

Gabinete da Diretoria do Centro de Ciências Agrárias da UFPb, em Areia(Pb), 13 de agosto de 1982.

CUMPRA-SE

EDVALDO MESQUITA BELTRÃO
Diretor do CCA/UFPb.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

Recife, 14 de novembro de 1983

PORTARIA Nº 33/83-DEPA

O Diretor do Departamento de Agronomia, Professor Rildo Sartori Barbosa Coêlho, no uso de suas atribuições e de acordo com a Decisão nº 79/83 deliberada pelo Conselho Técnico Administrativo deste Departamento em sua XVI Reunião Ordinária realizada no dia 07 de novembro de 1983.

R E S O L V E,

Designar o Professor Adjunto José Pereira Leite, o Professor Assistente Alberto Fábio Carrano Moreira, o Professor Assistente Victor Casimiro Piscoya e o Professor Assistente Silmar Gonzaga Molica (Suplente), para sob a presidência do primeiro constituirem a Comissão Examinadora do Concurso Público de Provas e Títulos para preenchimento de vaga de emprego de Professor Auxiliar na Disciplina Sementes e Viveiros da Área de Floresta do Departamento de Agronomia, conforme Edital publicado neste Departamento no dia 03/10.

Prof. Rildo ~~Sartori~~ Barbosa Coêlho
-Diretor-

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UFRPE

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins, que o Engenheiro Florestal Professor VICTOR CASIMIRO PISCOYA, participou como Presidente da Banca Examinadora da Seleção Pública Simplificada de Provas de Títulos e Didática para Professor Substituto nas matérias: Estrutura e Funcionamento de Serviços de Alimentação do Curso de Gastronomia e Segurança Alimentar do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de 09 a 14 de setembro de 2005.

Recife, 14 de setembro de 2005.

Prof. Dr. **Ronaldo Freire de Moura**
Diretor do DTR/UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº021/2007.

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve tornar sem efeito a Portaria nº19/2007, e ao mesmo tempo designar os Docentes: Victor Casimiro Piscoya, Antônio Travassos Sobrinho e Romero Falcão Bezerra de Vasconcelos, para comporem, sob a Presidência do primeiro, a Banca Examinadora de Seleção Pública Simplificada de Provas de Títulos e Didática para Professor Substituto, nas disciplinas: Mecânica e Motores e Máquinas e Implementos Agrícolas, do DTR/UFRPE.

C u m p r a – s e

Recife. 30 de agosto de 2007.

Prof.Fernando Cartaxo Rolim Neto
Diretor do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº012/2008.

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve designar os Docentes: Victor Casimiro Piscoya, Antônio Travassos Sobrinho ambos do DTR/UFRPE e Tadeu Jankovski do Departamento de Engenharia Florestal da UFRPE, para comporem, sob a Presidência do primeiro, a Banca Examinadora de Seleção Pública Simplificada de Provas de Títulos e Didática para Professor Substituto, nas disciplinas: Exploração e Transporte de Madeira e Tecnologia Florestal, do DTR/UFRPE.

C u m p r a – s e

Recife, 11 de março de 2008.

PROF. **Fernando Cartaxo Rolim Neto**
Diretor do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Recife, 22 de outubro de 1998.

DECLARAÇÃO

Declaramos que o professor do Departamento de Tecnologia Rural, Sr Victor Cassimiro Piscoya, supervisionou os estágios obrigatórios dos alunos do Curso de Engenharia Florestal Celiane Pereira da Silva e Luciana Maria de Lima Canto durante o 2^0 semestre de 1997.

Atenciosamente

Profº Tadeu Jankovsk
Coordenador do Curso de Engenharia Florestal

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Coordenação do Curso de Engenharia Florestal
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n
Dois Irmãos Recife–PE – Brasil CEP: 52171-900
Fone: (81) 3320-6293
www.ufrpe.br

DECLARAÇÃO

Declaramos, para os devidos fins, que o Prof. Victor Casimiro Piscoya participou como Membro da Banca Examinadora de Defesa do Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório – ESO, do discente Clênio José Honorato Rodrigues Lopes, do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, intitulado Diagnóstico do entrelaçamento entre as árvores e as redes elétricas e telefônicas no Campus da UFRPE , realizada no dia 12 de dezembro de 2007, no AUDITÓRIO ÁLVARO LEDO, DCFL / UFRPE.

Recife, 06 de maio de 2008

Lúcia de Fátima de Carvalho Chaves
Coordenadora do Curso de Engenharia Florestal

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA PERNAMBUCO
Campus Vitória de Santo Antão

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA - COORDENAÇÃO DE CURSO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA

Declaro para os devidos fins, que o (a) Sr (a). **Prof. Dr. VICTOR CASIMIRO PISCOYA** integrou, como **AVALIADOR EXTERNO**, a Comissão Examinadora de Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), intitulada: **ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB SISTEMA DE CULTIVO DA UVA EM TOPOSSEQUÊNCIA E MATA NATIVA,** desenvolvido e defendido pelo (a) acadêmico (a) **ANA PAULA SILVA DE MEDEIROS BARROS**, realizada nesta data. A banca examinadora foi composta, também, pelos avaliadores: Prof. Dr. Sandro Augusto Bezerra (Presidente/Orientador); Profª. Dra. Paula Guimarães Pinheiro Araújo (Membro Interno).

Vitória de Santo Antão, 18 de janeiro de 2018

Denise de Santana Silva
Coordenadora do Curso de Agronomia
Portaria nº1.691 do DOU em 06.12.2017
Mat. SIAPE nº 1882276

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
CAMPSU VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
ENDEREÇO: Propriedade Terra Preta, s/n
Cx. Postal: 031 CEP: 55600-000
Vitória de Santo Antão - PE
Autorização de Funcionamento: Portaria 24/11/2009
Publicação no: DOU: Seção 2 de 25/11/2009 nº 225
Inscrição de cadastro nº 10.767.239/0004-98

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA PERNAMBUCO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO
DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Ciência é 10!

CERTIFICADO

Certificamos que o(a) Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya, CPF 394.361.109-44, participou na função de **avaliador** na Banca Examinadora dos Trabalhos de Conclusão de Curso – TCC do Curso de Especialização em Ensino de Ciências – Anos Finais do Ensino Fundamental, na modalidade de Educação a Distância do Sistema UAB, realizadas no dia 07 de julho de 2018, no Polo de Santa Cruz do Capibaribe, conforme discriminação abaixo:

Orientando	Título do Trabalho
RAFAELA KARINA DA SILVA	A PEGADA ECOLÓGICA NA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA E INTERDISCIPLINAR NO ENSINO FUNDAMENTAL II
TAMIRES ALVES ROCHA	ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: QUEBRANDO BARREIRAS DA FOTOSSÍNTE
THAMARA RAFAELA N CLEMENTE	O ENSINO INVESTIGATIVO EM CIÊNCIAS MEDIADO PELA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD
MARIANA LEONCIO BERTINO CABRAL	ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO REUSO DE ÁGUAS: O ENSINO DE QUÍMICA BASEADO NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

Recife, 07 de julho de 2018

Prof. Inácio Gilvando Ribeiro
Coordenador de Curso
Especialização em Ensino das Ciências
Diretoria de Educação a Distância - IFPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

DECLARAÇÃO

Declaramos que o Professor Dr. Victor Casimiro Piscoya participou como membro externo da banca examinadora formada pelos professores Dr. Tiago Alessandro Espínola Ferreira (presidente – DEINFO/UFRPE), Dra. Tatijana Stosic (membro interno – DEINFO/UFRPE) e Dr. Moacyr Cunha Filho (membro interno – DEINFO/UFRPE) para defesa da dissertação intitulada "Análise estatística do coeficiente de escoamento superficial em bacia hidrográfica do ambiente semiárido", realizada pelo mestrando Manoel Rivelino Gomes de Oliveira, no PPG em Biometria e Estatística Aplicada em 27/08/2012.

Recife-PE, 27 de agosto de 2012.

Prof Borko Stosic
Vice-Coordenador PPG em Biometria
e Estatística Aplicada/UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

DECLARAÇÃO

Declaramos que o Professora Dr. Victor Casimiro Piscoya participou como membro externo da banca examinadora formada pelos professores abaixo, para defesa da dissertação intitulada "Distribuições estatísticas e correlações temporais de alguns parâmetros hidrológicos de uma bacia hidrográfica semiárida de Pernambuco", realizada pelo mestrando José Gomes Cabral Neto em 26 de fevereiro de 2013 no PPG em Biometria e Estatística Aplicada/UFRPE:

Membro da banca	Função	Instituição de origem
Prof. Dr. José Ramon Barros Cantalice	Presidente	DTR/UFRPE
Profa. Dra. Tatijana Stosic	Membro interno	Deinfo/UFRPE
Prof. Dr. Vicente de Paula Silva	Membro externo	DTR/UFRPE

Recife-PE, 26 de fevereiro de 2013.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape 6383609

DOCUMENTO DE REGITRO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 18 (dezoito) dias do mês de setembro do ano de 2015, no horário das 9h00 às 12h00, realizou-se no auditório do Prédio Prof. Ronaldo Freire de Moura do Departamento de Tecnologia Rural a 13ª (décima terceira) defesa de dissertação, intitulada: "**Abordagem física do WEPP na erosão em solos em ambiente semiárido**" pelo mestrando **Waldemir Pereira de Souza**, de acordo com as Normas gerais dos Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Resolução Nº 016/2014 do CEPE), complementadas pelo Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Normas Internas aprovadas pelo Colegiado do Programa.

Como Presidente da Mesa:

Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya – (PPEAMB/UFRPE)

Sendo a Comissão Examinadora composta pelos (as) professores (as):

Prof. Dr. José Ramon Barros Cantalice – Membro Interno (PPEAMB/UFRPE)
Dr. Wagner Luis da Silva Souza – Membro Externo (UFRPE/PNPD PPG Ciência do Solo)

Após apresentação da dissertação e efetuadas as arguições por parte da Comissão Examinadora, o mestrando recebeu desta os seguintes conceitos:

(X) APROVADO **( ) REPROVADO**

De acordo com os conceitos atribuídos o mestrando foi considerado **APROVADO** devendo para obtenção do grau de mestre: proceder às correções necessárias, entregar a versão final da dissertação no prazo máximo de 60 (sessenta) dias, bem como encaminhar um artigo científico para publicação em periódico conforme os critérios de qualificação pertencentes à área e adotados pela CAPES, apresentado a respectiva comprovação de submissão (Art. 61 do Regulamento do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental).

Presidente:

Membro Interno:

Membro Externo:

Mestrando: _____

Confere o presente documento, que não apresenta rasuras nem emendas o Coordenador do Programa, Prof. Dr. Vicente de Paulo Silva.

Confere com o original

Coordenador: _____ Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Prof. Vicente de Paula
Prof. Adjunto
Engenharia Agrícola e Ambiental
DTR/UFRPE

Recife, 18 de setembro de 2015.

DOCUMENTO DE REGISTRO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 29 (vinte e nove) dias do mês de fevereiro do ano de 2016, no horário das 10h00 às 12h00, realizou-se no auditório do Prédio Prof. Ronaldo Freire de Moura, do Departamento de Tecnologia Rural, a 15ª (décima quinta) defesa de dissertação intitulada: **"Diferentes formas da cobertura vegetal e a erosão em entressulcos sob chuva simulada"** pela mestranda **Cristina dos Santos Ribeiro Martins**, de acordo com as Normas Gerais dos Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Resolução Nº 016/2014 do CEPE), complementadas pelo Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Normas Internas aprovadas pelo Colegiado do Programa.

Como Presidente da Mesa:

Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya – (PPEAMB/UFRPE)

Sendo a Comissão Examinadora composta pelos (as) professores (as):

Prof. Dr. José Ramon Barros Cantalice – Membro Interno (PPEAMB/UFRPE)
Prof. Dr. Sandro Augusto Bezerra – Membro Externo (IFPE / Campus Vitória de Santo Antão)

Após apresentação da dissertação, e efetuadas as arguições por parte da Comissão Examinadora, a mestranda recebeu desta os seguintes conceitos:

(X) APROVADA **( ) REPROVADA**

De acordo com os conceitos atribuídos, a mestranda foi considerada **APROVADA** devendo para obtenção do grau de mestre: proceder às correções necessárias, entregar a versão final da dissertação no prazo máximo de 60 (sessenta) dias, bem como encaminhar um artigo científico para publicação em periódico conforme os critérios de qualificação pertencentes à área e adotados pela CAPES, apresentado a respectiva comprovação de submissão (Art. 61 do Regulamento do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental).

Presidente: _____

Membro Interno: _____

Membro Externo: _____

Mestrando: _____

Confere o presente documento, que não apresenta rasuras nem emendas o Coordenador do Programa, Prof. Dr. Vicente de Paulo Silva.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Coordenador: _____

Recife, 29 de fevereiro de 2016.

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que o **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya** participou, como **Presidente,** da comissão avaliadora da **28ª defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB),** realizada aos 21 (vinte e um) dias do mês de julho do ano de 2017, no horário das 09h00 às 11h00, na Sala de Aula do PPEAMB, 1° andar do Prédio Antônio Coelho, do Departamento de Tecnologia Rural, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), intitulada: "**Capacidade de infiltração em Neossolo Flúvico e Cambissolo Háplico no Semiárido Pernambucano**", pela mestranda **Cleuma Christir da Silva Almeida**, que teve como Orientador o **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya (PPEAMB/UFRPE).**

Prof. DSc Vicente de Paulo Silva
Coordenador do PPEAMB

Prof. Vicente de Paulo Silva
Coordenador do PPEAMB
SIAPE Nº 394154

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape 6383609

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que o **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya** participou, como **Presidente,** da comissão avaliadora da **53ª defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB),** realizada aos 27 (vinte e sete) dias do mês de julho do ano de 2018, no horário das 10h00 às 13h00, na Sala de Aula do PPEAMB, 1° andar do Prédio Antônio de Andrade Coelho, do Departamento de Tecnologia Rural, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), intitulada: "**Avaliação da infiltração em solos submetidos a diferentes tipos de cobertura no Semiárido Pernambucano**", pela mestranda **Edja Lillian Pacheco da Luz**. A banca examinadora foi composta, também, pelos seguintes membros:

- **Prof. DSc Moacyr Cunha Filho** – Primeiro Membro (DEINFO / UFRPE)
- **Prof. DSc Renisson Neponuceno de Araújo Filho** – Segundo Membro (Universidade Federal do Tocantins)

Prof. DSc José Ramon Barros Cantalice
Coordenador do PPEAMB

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que o **Prof. DSc Victor Casimiro Piscoya** participou, como **Presidente,** da comissão avaliadora da **79ª defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEAMB),** realizada aos 31 (trinta e um) dias do mês de janeiro do ano de 2020, no horário das 11h00 às 14h00, no Auditório do Prédio Professor Ronaldo Freire, do Departamento de Tecnologia Rural, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), intitulada: "**Avaliação da qualidade do solo e atividade microbiana em sistema agroecológico com produção de café em brejo de altitude**", pela mestranda **Cristiane Maria Gonçalves Crespo**. A banca examinadora foi composta, também, pelos seguintes membros:

- **Prof.(a) DSc Rosângela Gomes Tavares** – Primeiro Membro / DTR UFRPE
- **Prof. DSc Moacyr Cunha Filho** – Segundo Membro / Departamento de Estatística e Informática – UFRPE

EX SEMINE SEGES

Prof. DSc Romildo Morant de Holanda
Coordenador do PPEAMB

Prof. Romildo Morant de Holanda
Coordenador do PPEAMB
Mat. SIAPE 1474046

UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UNIVERSIDADE FEDERAL DO **TOCANTINS**
PRÓ-REITORIA DE **PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**
PROGRAMA **DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS**
Rua Badejós, Chácaras 69 e 72 - CEP: 77402-970 - Caixa Postal 66 | Gurupi/TO
(63) 3311-1616 | www.uft.edu.br/cfa | pgcfa@uft.edu.br

CERTIFICADO

O Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Tocantins confere o presente certificado ao Prof. Dr. **VICTOR CASIMIRO PISCOYA**, por haver exercido a função de Examinador do mestrado acadêmico intitulado: **"Estoques de carbono e atividade microbiana em Plintossolos sob diferentes coberturas de vegetação no sul do Tocantins"**, de autoria do acadêmico *Josué Luiz Marinho Junior*, realizada 25 de maio de 2020.

Gurupi, 25 de maio de 2020.

Prof. Dr. Marcos Giongo
Coordenador da PGCFA
Mat. 1847835
UFT - Campus de Gurupi

Prof. Marcos Giongo
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UFRPE
BIOMETRIA
e Estatística Aplicada

Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº -
CEP 52.171-900, Dois Irmãos – Recife-PE.
Fone/Fax 81-3320-6490
Email coordenacao.pgbea@ufrpe.br
Site: http://ww2.ppgbea.ufrpe.br/br

DECLARAÇÃO

Declaramos que os(as) docentes abaixo participaram da banca examinadora de defesa da tese de doutorado intitulada "Métodos multivariados aplicados no monitoramento da qualidade da água de cisternas de placas na Região do Pajeú-PE", realizada pelo doutorando Manoel Rivelino Gomes de Oliveira, em 26 de agosto de 2016, no PPG em Biometria e Estatística Aplicada/UFRPE:

Professor Doutor Moacyr Cunha Filho – Presidente (Deinfo/UFRPE)

Professora Doutora Tatijana Stosic – Examinadora interna (Deinfo/UFRPE)

Professora Doutora Ana Patrícia Siqueira Tavares Falcão – Examinadora externa (IFPE)

Professor Doutor Victor Casimiro Piscoya – Examinador externo (DTR/UFRPE)

Professor Doutor Lázaro de Souto Araújo – Examinador externo (DCFS/CCA/UFPB)

Recife-PE, 26 de agosto de 2016.

Prof. Dr. Paulo José Duarte Neto
Coordenador PPG em
Biometria e Estatística
Aplicada/UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

PPG EM BIOMETRIA
E ESTATÍSTICA APLICADA
UFRPE

Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº -
CEP 52.171-900, Dois Irmãos – Recife-PE.
Fone/Fax +55-81-3320-6490
Email: coordenacao.pgbea@ufrpe.br
Site: http://www.ppgbea.ufrpe.br

DECLARAÇÃO

Declaramos que os(as) docentes abaixo participaram da banca examinadora de defesa da tese de doutorado intitulada "Mudanças climáticas e qualidade d'agua no alto São Francisco", realizada pelo doutorando David Venancio da Cruz, em 06 de fevereiro de 2019, no PPG em Biometria e Estatística Aplicada/UFRPE:

Professor Doutor Moacyr Cunha Filho – Orientador/Presidente (Deinfo/UFRPE)

Professora Doutora Tatijana Stosic – Examinadora interna (Deinfo/UFRPE)

Professor Doutor Guilherme Rocha Moreira – Examinador interno (Deinfo/UFRPE)

Professor Doutor Victor Casimiro Piscoya – Examinador externo (DTR/UFRPE)

Professor Doutor Manoel Rivelino Gomes de Oliveira – Examinador externo (DE/CCT/UEPB)

Recife-PE, 06 de fevereiro de 2019.

Marco A. G. Santos
Secretário PPG em Biometria
e Estatística Aplicada/UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRUADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA

Declaro, para os devidos fins que o Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya, portador do CPF nº 394.361.109-44, ofereceu a proficiência em língua estrangeira - Espanhol, quando da aplicação no primeiro semestre de 2018, no Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Recife, 04 de março de 2018.

Prof. Moacyr Cunha Filho

Prof. Moacyr Cunha Filho
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada
UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRUADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA

Declaro, para os devidos fins que o Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya, portador do CPF nº 394.361.109-44, ofereceu a proficiência em língua estrangeira - Espanhol, quando da aplicação no segundo semestre de 2018, no Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Recife, 25 de outubro de 2018.

Prof. Moacyr Cunha Filho

Prof. Moacyr Cunha Filho
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada
UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRUADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA

Declaro, para os devidos fins que o Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya, portador do CPF nº 394.361.109-44, ofereceu a proficiência em língua estrangeira - Espanhol, quando da aplicação no primeiro semestre de 2019, no Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Recife, 04 de abril de 2019.

Prof. Moacyr Cunha Filho

Prof. Moacyr Cunha Filho
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada
UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRUADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA

Declaro, para os devidos fins que o Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya, portador do CPF nº 394.361.109-44, ofereceu a proficiência em língua estrangeira - Espanhol, quando da aplicação no segundo semestre de 2019, no Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Recife, 16 de outubro de 2019.

Prof. Moacyr Cunha Filho

Prof. Moacyr Cunha Filho
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada
UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PERNAMBUCO

I Congresso Internacional
das Ciências Agrárias
COINTER - PDVAgro 2016

CERTIFICADO

Certificamos que **EDJA LILLIAN PACHECO DA LUZ** apresentou o trabalho intitulado **ELABORAÇÃO DA CARTA DE VEGETAÇÃO NA REPRESENTAÇÃO DA AGRICULTURA DE SEQUEIRO E CAATINGA ARBUSTIVA E SEMI-ARBUSTIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DO JACU**, de autoria de **EDJA LILLIAN PACHECO DA LUZ; VICTOR CASIMIRO PISCOYA; JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE**, foi premiado em **3º Lugar** em sessão de **COMUNICAÇÃO ORAL,** no **I CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS – COINTER - PDVAgro**, evento realizado no período de 28 de Novembro a 02 de Dezembro 2016, com carga horária de 40h, no Instituto Federal de Pernambuco – *Campus* Vitória – Brasil, promovido pelo **PROGRAMA INTERNACIONAL DESPERTANDO VOCAÇÕES PARA CIÊNCIAS AGRÁRIAS,** e publicado o **ARTIGO COMPLETO** nos Anais do evento.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Prof. Msc. Erick Viana da Silva
Coordenador Geral do Programa Internacional
Despertando Vocações para Ciências Agrárias (PDVAgro)

III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS
CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COINTER - PDVAGRO 2018

INSTITUTO INTERNACIONAL
DESPERTANDO VOCAÇÕES

CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho intitulado **MODELAGEM EM SÉRIES TEMPORAIS APLICADOS A NÚMEROS DE NOTIFICAÇÕES MENSAIS DE DENGUE EM PERNAMBUCO**, de autoria de **JUCARLOS RUFINO DE FREITAS,André Luiz Pinto dos Santos,Victor Casimiro Piscoya,Ana Luíza Xavier Cunha,Moarcy Cunha Filho**, foi premiado em **3º Lugar**, na modalidade **Comunicação Oral** no **III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS – III COINTER - PDVAGRO 2018**, durante os dias 08 até 13 de dezembro de 2018, no Espaço Cultural José Lins do Rego, Paraíba - Brasil, promovido pelo **INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA (IFPB) e o INSTITUTO INTERNACIONAL DESPERTANDO VOCAÇÕES (IIDV)**.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Prof. Dr. Edísio Raimundo da Silva
Coordenador Geral do Programa Internacional
Despertando Vocações para Ciências Agrárias (PDVAgro)

Prof. Msc. Erick Viana da Silva
Coordenador Geral do Programa Internacional
Despertando Vocações (PDV)

Prof. Dr. Gesivaldo Jesus Alves de Figueiredo
Coordenação Executiva do COINTER PDV 2018

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE GESTÃO ESTUDANTIL
Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº, Dois Irmãos, Recife – PE
CEP 52171-900 – Fone: 33206090

Memo Circular nº 016/07 – PROGEST

Recife, 1º de agosto de 2007.

Ao Prof.(a).

Departamento:

Assunto: Homenagem dos Concluintes 2007.1

Parabenizamos V.Sª por ter sido homenageado(a) pelos alunos concluintes do curso de _____, turma 2007.1 e por este motivo passamos algumas informações:

- ✓ Colação de Grau em 24/08/2007 (Sexta-feira) às 20:00h.
- ✓ Pegar beca na CGARU (Coordenadoria de Gestão de Alimentação e Residência Universitária) no período de 20 a 22.08.2007 no horário das 08:00 às 12:00h e das 14:00 às 17:00h, salientamos que não estaremos levando becas para o teatro.
- ✓ Chegada ao Teatro Guararapes com no mínimo 30min de antecedência, dirigindo-se ao palco e registrando presença com uma das recepcionistas para que possa ser mencionado(a) o nome pelo mestre de cerimônia.
- ✓ Ao ser seu nome citado, pelo mestre de cerimônia, deverá levantar-se, quando será filmado, recebendo os cumprimentos da platéia.
- ✓ Procurar sentar-se nas cadeiras do palco próximo aos demais homenageados do curso (observar etiquetas nas cadeiras)
- ✓ Devolver beca em até 48h após o evento.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape 6383609

Atenciosamente,

Profª. Lucia Maia Cavalcanti Ferreira
Coordenadora de Ações Afirmativas de Permanência - CAAP

Confere com o original assinado e arquivado nesta Secretaria.

Confere com

Sônia Maria Pontual Soriano
Secretária Adm. do DTR/UFRPE

This article was downloaded by: [Victor Casimiro piscoya]
On: 20 October 2013, At: 07:19
Publisher: Taylor & Francis
Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



Hydrological Sciences Journal
Publication details, including instructions for authors and subscription information:
http://www.tandfonline.com/loi/thsj20

Relationship between bedload and suspended sediment in the sand-bed Exu River, in the semi-arid region of Brazil

Jose Ramon B. Cantalice[a], Moacyr Cunha Filho[b], Borko D. Stosic[b], Victor Casimiro Piscoya[c], Sergio M. S. Guerra[c] & Vijay P. Singh[d]

[a] Agronomy Engineering Department, Soil Conservation Engineering Laboratory, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE) Brazil, Recife-PE, Brazil

[b] Informatics and Statistics Department, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil

[c] Rural Technology Department, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil

[d] Biological and Agricultural Engineering Department & Civil & Environmental Engineering Department, Texas A & M University, College Station, Texas, USA

Published online: 17 Oct 2013.

To cite this article: Jose Ramon B. Cantalice, Moacyr Cunha Filho, Borko D. Stosic, Victor Casimiro Piscoya, Sergio M. S. Guerra & Vijay P. Singh , Hydrological Sciences Journal (2013): Relationship between bedload and suspended sediment in the sand-bed Exu River, in the semi-arid region of Brazil, Hydrological Sciences Journal, DOI: 10.1080/02626667.2013.839875

To link to this article: http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2013.839875

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Taylor & Francis makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, Taylor & Francis, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Any opinions and views expressed in this publication are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by Taylor & Francis. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. Taylor and Francis shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. Terms & Conditions of access and use can be found at http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques, 2013
http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2013.839875

Relationship between bedload and suspended sediment in the sand-bed Exu River, in the semi-arid region of Brazil

Jose Ramon B. Cantalice[1], Moacyr Cunha Filho[2], Borko D. Stosic[2], Victor Casimiro Piscoya[3], Sergio M. S. Guerra[3] and Vijay P. Singh[4]

[1]*Agronomy Engineering Department, Soil Conservation Engineering Laboratory, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE) Brazil, Recife-PE, Brazil*
cantalice21@hotmail.com

[2]*Informatics and Statistics Department, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil*

[3]*Rural Technology Department, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil*

[4]*Biological and Agricultural Engineering Department & Civil & Environmental Engineering Department, Texas A & M University, College Station, Texas, USA*

Received 26 June 2012; accepted 27 March 2013; open for discussion until 1 May 2014

Editor D. Koutsoyiannis; **Associate editor** B. Touaibia

Citation Cantalice, J.R.B., Cunha Filho, M., Stosic, B.D., Piscoya, V.C., Guerra, S.M.S., and Singh, V.P., 2013. Relationship between bedload and suspended sediment in the sand-bed Exu River, in the semi-arid region of Brazil. *Hydrological Sciences Journal*, 58 (8), 1–14.

Abstract Suspended sediment and bedload discharges in sand-bed rivers shape semi-arid landscapes and impact sediment delivery from these landscapes, but are still incompletely understood. Suspended sediment and bedload fluxes of the intermittent Exu River, Brazil, were sampled by direct measurements. The highest suspended sediment concentration observed was 4847.4 mg L^{-1} and this value was possibly associated with the entrainment of sediment that was deposited in the preceding year. The bedload flux was well related to the stream power and the river efficiently transported all available bedload with a mean rate of 0.0047 kg m^{-1} s^{-1}, and the percentage of bedload to suspended sediment varied between 4 and 12.72. The bed sediment of Exu River was prone to entrainment and showed a proclivity for transport. Thus, sand-bed and gravel-bed rivers of arid environments seem to exhibit the same mobility in the absence of armour layer.

Key words sediment transport; sand-bed rivers; stream power; semi-arid; variability; sediment delivery

Relation entre charge de fond et sédiments en suspension dans la rivière Exu à lit sableux, dans la région semi-aride du Brésil

Résumé Les débits des sédiments en suspension et du charriage de fond dans les rivières à lit sableux façonnent les paysages des régions semi-arides et conditionnent l'exportation des sédiments de ces régions, mais ils sont encore mal compris. Les sédiments en suspension et le charriage de fond de la rivière intermittente Exu, au Brésil, ont été échantillonnés par des mesures directes. La valeur observée la plus élevée de la concentration des sédiments en suspension, égale à 4847,4 mg L^{-1}, pourrait être associée à des sédiments déposés derrière un seuil l'année précédente. Le flux de charriage était bien lié à la puissance du courant et la rivière a transporté efficacement tout le matériel disponible avec un débit moyen de 0,0047 kg m^{-1} s^{-1}, le pourcentage de la charge de fond par rapport aux sédiments en suspension variant entre 4 et 12,72. Les sédiments du lit de la rivière Exu sont facilement mobilisés et transportés. Les rivières à lit de sable ou de gravier des milieux arides semblent présenter la même mobilité en l'absence de couche cuirassée.

Mots clefs transport de sédiments; lits de rivières sableux; puissance du courant; variabilité; semi-aride; apport de sédiments

© 2013 IAHS Press

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

1 INTRODUCTION

Much of the work in dryland streams has focused on understanding the dynamics of suspended sediment transport. Direct measurements of bedload are notoriously difficult and the logistical and practical difficulties are enhanced considerably by the uncertainty, unpredictability and infrequency of rain and runoff in dryland environments. Consequently, data sets documenting the dynamics of bedload transport in dryland rivers are limited (Powell 2009).

The relative importance of each component of watershed sediment yield depends, however, on the environmental setting, the nature and distribution of sediment sources, and the transport paths and processes by which sediment is delivered to the stream. For example, it is commonly believed that bed load is more significant in dryland streams than in streams draining humid environments (Graf 1988).

Knowledge of sediment transport in humid settings is based on a relatively large number of data sets and range of natural conditions, and researchers have generalized characterizations of bed materials in humid conditions, but investigations in deserts have been limited (Cohen and Laronne 2005). There has, however, been recognition of a two-layer vertical structure, a relatively coarse armour overlying a finer sub-armour, at least in most perennial channels (Kellerhals 1967, Parker and Klingeman, 1982; both in Reid and Laronne 1995). The coarse nature of armour is important in various ways, for it determines the threshold of sediment entrainment, thereby dictating not only the total flux of bedload in perennial rivers, but also its calibre (Laronne *et al.* 1994).

In sand-bedded rivers, armour layers do not occur and the bedload flux tends to be more expressive, since there is energy to transport sediment, and events having a moderate magnitude but higher frequency of occurrence are responsible for the majority of sediment transport (Hudson and Mossa 1997).

In semi-arid ephemeral channels, such as Nahal Yatir and Eshtemoa in the northern Negev, Israel, bedload discharge is several orders of magnitude higher than in humid perennial counterparts (Reid and Laronne 1995, Cohen and Laronne 2005). However, the Yatir and Eshtmoa are not sand-bedded channels; in fact, they are classified as upland coarse-grained ephemeral channels (Powell *et al.* 1999).

Laronne and Reid (1993) reported that sometimes the rates of sediment transfer differ markedly in ephemeral and perennial rivers, and used this idea to explain both the changing character of sedimentary successions and the morphology of rivers in sub-humid or semi-arid areas that have experienced significant shifts in climate during the Quaternary period. Laronne and Reid (1993) found that the ephemeral desert rivers transported higher quantities of available sediment, but showed less percentage increase with the increase in stream power, because they did not have an armour layer that supplies finer sediment under high flow conditions.

Garcia *et al.* (2000) reported that bedload transport is difficult to measure under field conditions due to its spatial and temporal variability, even during steady-flow conditions, bed roughness and irregularities of bed topography, and the effect of the sampler on local flow. According to Gordon *et al.* (2004) bedload is important because it can vary with the changes in the morphology of a stream.

Indirect approaches to study bedload transport in dryland rivers, including reservoir sedimentation and particle tracing programs, are useful in that they do not require personnel to be on site during flow events. However, much detailed information relating to the hydrodynamics of bedload transport processes is lost (Powell 2009). Powell (2009) also states that important information can be obtained from direct measurements of bedload transport and hydraulic parameters during events, but many constraints can be overcome by the use of automated sampling technologies.

Lenzi *et al.* (2003) found the percentage of bedload to suspended sediment to vary from 9 to 69 in a small alpine watershed (5 km^2), and attributed this variation to the connection between alluvial stream channel processes and the sources of transported sediments.

Arid regions are characterized by a combination of high hydrological variability, both spatial and temporal, and spatial heterogeneity of soil surface properties. The dynamic relation between those patterns and processes is an essential aspect of spatial connectivity in arid landscapes (Puigdefabregas *et al.* 1999). The transport of sediment is well reported for perennial rivers in temperate or humid climates, but is less studied in arid land streams, despite the supposed high transport efficiency of sediment in such streams (Reid and Laronne 1995). Consequently, there are limited studies in rivers in semi-arid regions. Probst and Amiotte-Suchet (1992) highlighted the lack of available data for these rivers.

Sediment yield is important for the planning of several soil and water conservation processes, analysis of water storage sedimentation, study of changes in river morphology, deposition at the bottom of

Confere com o original

Siape 6383609

rivers, and planning of agricultural projects (Singh *et al.* 2008). The sediment yield of a watershed is difficult to calculate, because it results from a complex interaction of several hydrogeological processes.

The objective of the present study is to develop a relationship between bedload and suspended sediment and test it on the sand-bed semi-arid Exu River, Pernambuco State, Brazil.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 Location and hydrological characteristics of Exu watershed

The study was conducted in the Exu watershed (longitude 38° 25′ 43″ W, latitude 8° 00′ 06″), located within the municipal limit of the city of Serra Talhada, in the semi-arid environment of the state of Pernambuco, Brazil. The climate in the region is classified as BWh type semi-arid, hot and dry, with summer and autumn rains, and has an average annual rainfall of 647 mm year^{-1} (SUDENE 1990) and an average annual temperature of 29°C.

The Exu watershed has a rainfall pattern characterized by variability; the rainfall is intense, concentrated into short periods of time (12 mm min^{-1}) with widely varying temporal recurrence of events. Consequently, high peak flows occur, followed by a recession with an exponential form (see Fig. 4).

Figure 1 shows the location, drainage network and altimetry maps of Exu watershed. In accord with USDA Soil Taxonomy (USDA 1999), the soils in the Exu watershed are: 38.03% Aridisols, 18.20% Alfisols, 21.65% Entisols and 22.12% Inceptisols. The soils show a minimal degree of soil formation, typical of semi-arid regions where no significant changes occur compared to the original material due to the low intensity of moisture limited pedogenetic processes. The greater prevalence of Aridisols is based on the limited soil moisture available for plant development. The Aridisols in the Exu watershed have a sand surface texture or occurrence of gravel at the surface (0–20 cm), an argillic horizon at 20–30 cm depth, and occur in the middle part of the toposequence. The Inceptisols in the watershed have a 20-cm deep sand surface horizon, over a medium texture cambic horizon at 20–40 cm, and are located between the middle to lower position on the landscape. Entisols are shallow and show a lithic contact, or bed rock at a depth of 30 to 40 cm. They have a sandy texture that consists mostly of quartz, resistant to weathering, and occur in the last third of the landscape. The Alfisols are located on the top or in the middle of toposequence and have a sand horizon above an argillic horizon, and due to this texture gradient, these soils are highly erodible.

The vegetation type in the Exu watershed consist of cactus, and shrub-arboreal with individuals 1–2 m tall xerophytic shrubs, called *Caatinga*, occurring in areas with low annual rainfall, between 300 and 600 mm. This vegetation is irregularly distributed both spatially and temporally, and during the dry season the shrubs (Caatinga) lose their leaves. The Caatinga is burnt to plant corn and beans in the rainy season, and low level cultivation technology is used. No soil correction techniques or fertilization are employed. Extensive livestock production with goats, sheep and beef cattle is also common in the watershed. These are typical soil use management practices in the Brazilian semi-arid region. This soil use generates the sediment through interrill, rill and gully erosion.

The Exu is a seasonal alluvial channel with short straight or gently meandering reaches (average channel length = 1.27 km), of width 9 to 30 m and steeply inclined banks (Fig. 2). The bed is flat and has sand with a few bars. Five replicate bed surface and subsurface material samples were collected in an area of 0.5 m × 0.5 m, from a 5-cm thick surface layer, and the subsurface material was sampled at a 35 cm depth. The surface sediment D_{50} was 0.69 mm and the sub-surface D_{50} was 0.77 mm, and therefore not armoured. The (surface D_{50}/sub-surface D_{50}) ratio was 0.90.

The hydrological and morphometric characteristics of the Exu watershed are given in Table 1. The morphometric characteristics were determined using the Spatial Analyst Tool of ArcGIS 9.3.1, except for the average slope, which was measured in the middle 7.5 km stretch of the channel using a precision level device. The concentration time (T_c) was calculated by the Hathaway equation (Ponce 1989):

$$T_c = \frac{0.606(L \cdot n)^{0.467}}{S^{0.234}} \quad (1)$$

where T_c is the concentration time (hours), L is the river length (km), n is the watershed vegetation roughness factor, and S is the average slope of the river (m m^{-1}). The roughness value (n) was 0.3 for the entire Exu watershed, corresponding to shrub cover and extensive livestock production.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

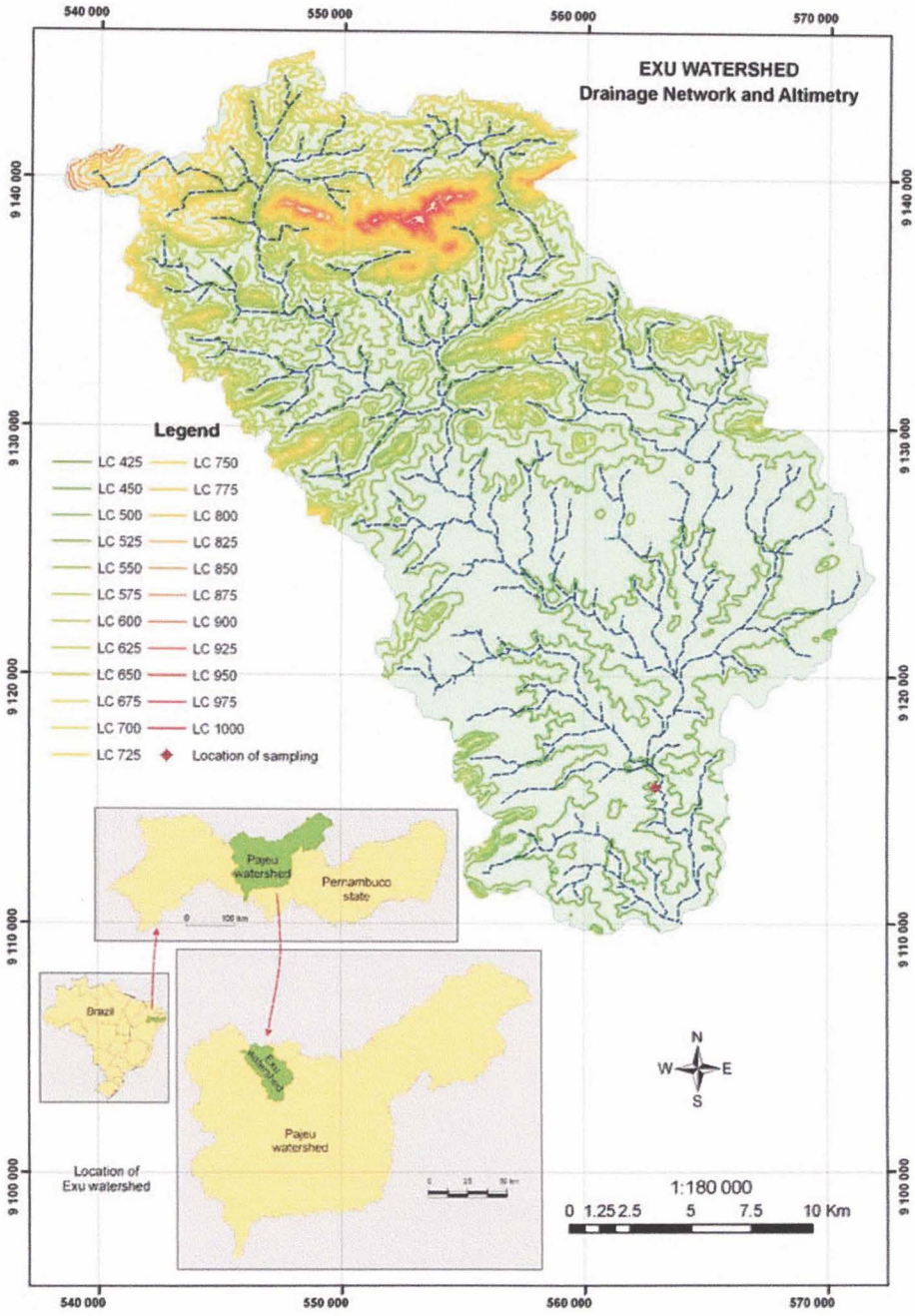


Fig. 1 Location, drainage network and altimetry maps of Exu watershed.

2.2 Determination of hydraulic characteristics of Exu River

Hydraulic variables of the Exu River, including depth, discharge and velocity, were determined by 62 direct measurement campaigns in March, April and May during the rainy seasons of 2008 and 2009. A control section, which was situated downstream on a flat stretch and was free from effects that could cause disturbances in the flow, such as backwater effects, was chosen. It had well-defined banks and there was no flow reduction downstream. This section was divided into a series of vertical segments of the same width (1 m), varying according to the total width of the water surface at the time of measurement, following the Equal-Width-Increment Method (EWI) proposed by Edwards and Glysson (1999). The stage and mean velocity were measured at the centre of each segment. An electromagnetic current meter was used, and it

Confere com o original
Siape 6383609



Fig. 2 View looking upstream of Exu River showing the sandy bed and banks.

Table 1 Hydrological characteristics of the Exu River.

Characteristics	Value	Units
Drainage area, A	537.37	km^2
Perimeter, P	125	km
Length of the water course, L	40	km
Average length of channels	1.27	km
Compactness coefficient, K_c	1.52	
Maximum elevation	625	m
Minimum elevation	587	m
Average watershed slope	0.095	$m\ m^{-1}$
Drainage density	0.074	$km\ km^{-2}$
Water course order	5	
Average river bed slope	0.003 89	$m\ m^{-1}$
Concentration time	7.08	h

was connected to a 50-kg ballast to stabilize the velocity measurements at high flow. The flow discharge of the Exu River was determined by computing the product of the mean flow velocity ($m\ s^{-1}$) and the area of influence (m^2) for each segment in the section, and then summing these products over all segments. It was not possible to determine the water surface slope.

2.3 Determination of suspended sediment concentration (C_{ss}) and suspended sediment flux (Q_{ss})

The suspended sediment flux was obtained simultaneously with the hydraulic variables during the measurement campaigns in March, April, and May (the rainy season) of 2008 and 2009. The sample collection process used to determine the concentration of suspended sediment flow was conducted with samplers, using the US DH–49 model at high water flow, and the US DH–48 model when water levels in the river were shallower. The adopted sampling method consisted of obtaining a simple sample per vertical segment, with the objective of measuring the average suspended sediment concentration (C_{ss}) for each vertical segment using EWI. The sampling was conducted at the central point of each vertical segment. Because the suspended sediment collection was done together with the water flow determination, the sectioning of the control section was the same and the collection point for the sampler was the same as for the average flow velocity (V_i) measured in the vertical segments. The EWI for suspended sediment sampling suggests that the samples of each vertical segment should be mixed in order to obtain a composite sample that represents the sediment concentration of the whole control section during discharge. However, all samples collected in each vertical segment of the control section of the Exu River were individually preserved to determine their suspended sediment concentration in the laboratory. With this procedure, the Box coefficient (BC; Gray 2005), which defines the accuracy of suspended sediment sampling done in each Exu River vertical segment, was computed as:

$$\mathrm{BC} = \frac{\overline{C_{ss}}}{C_{ssi}} \tag{2}$$

where C_{ssi} is the suspended sediment concentration at each vertical segment ($mg\ L^{-1}$), and C_{ss} is the average concentration of suspended sediments ($mg\ L^{-1}$) among all the sampled vertical segments. In EWI, the sampler travels a sampling route with constant velocity when descending and ascending. The ratio or transit velocity, the speed with which the equipment performs vertical sampling, depends on several factors, such as the size of nozzle used in the equipment, the sample volume collected, the flow speed and the depth of sample taken (Wilde and Radke 1998). The transit velocity was determined as (Gray 2005):

$$V_t = \overline{V}_i \cdot K \tag{3}$$

where V_t is the transit velocity ($m\ s^{-1}$), $\overline{V_i}$ is the average flow velocity in the ith sampled vertical segment ($m\ s^{-1}$), and K is the constant of variable proportionality according to each different nozzle used, which was 0.1036 for the ¼-in (6.35 mm) nozzle of the sampler. However, during sampling, the information used was not the transit velocity, but the time for the sampler to descend to the riverbed and return to the water surface, calculated as:

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

$$t = \frac{2p}{V_t} \quad (4)$$

where t represents the minimum time to perform the sampling (s), p is the depth of the sampled vertical segment (m), and V_t is the transit velocity (m s^{-1}). A small distance was subtracted from the value of p to account for the fact that the equipment would not contact the riverbed (0.03 m).

The concentration values in each vertical segment that made up the section were determined by the ratio between the sediment mass and the volume of the collected sample, and the suspended sediment flow values (Q_{ss}) were determined by the addition of the product of the suspended sediment concentration (C_{ss}) and the respective water flow (Q) from each vertical segment (Horowitz 2003):

$$Q_{ss} = 0.0864 \sum (C_{ss_i} Q) \quad (5)$$

where Q_{ss} is the suspended sediment flow (t d^{-1}), C_{ss} is the suspended sediment concentration in the vertical segment (mg L^{-1}), Q is the water flow of the respective vertical segment (m^3 s^{-1}), and 0.0864 is a constant for unit adjustment.

2.4 Determination of bedload sediment flux, Q_{bed}

The bedload sediment sampling was done only during the rainy season of 2009 in 26 direct measuring campaigns using a US BLH-84 sampler at the same site and simultaneously with the suspended sediment sampling. The sampling time was 40 s and bedload sediment fluxes were calculated as (Gray 2005):

$$Q_{bed} = \sum_{i}^{n} \frac{m}{w \cdot t} \quad (6)$$

where Q_{bed} is the bedload sediment flux (g s^{-1} m^{-1}); m is the dry mass of bedload collected; w is the width of the sampler nozzle (0.076 m) and t is the sample time, 40 s. The values of bedload sediment fluxes were expressed in t d^{-1} and in kg m^{-1} s^{-1}.

In accord with EWI, the cross-section was divided into 10 vertical segments of the same width, varying according to the total width of Exu River (1.8–11 m). During sampling (40 s) the BLH-84 sampler was positioned horizontally and parallel to the flow and directed upstream in the centre of the cross-subsection and placed on the bottom of channel.

Table 2 Bedload, bed surface and bed subsurface particle diameters (mm) sampled in 2009 from the Exu River.

	D_{10}	D_{50}	D_{90}
Bedload	0.29	0.77	1.48
Surface bed	0.34	0.69	1.13
Subsurface bed	0.45	0.77	1.30

During the bedload sampling, organic debris was observed very rarely in the sample bag. The median-grain diameter (D_{50}), D_{10} and D_{90} were obtained from the total bedload mass of each campaign, after oven drying (105°C), as well as from the bed surface and subsurface. The particle size distributions were obtained by sieving each sample in an electromagnetic shaker (Viatest VSM 200 model), equipped with a group of sieves arranged in order of decreasing diameter (3.35, 1.7, 0.85, 0.60, 0.425, 0.30, 0.212, 0.150, 0.20, 0.106, 0.076 and 0.053 mm), for 10 min at 90 vibrations per second. The Grain Sediment Distribution (GSD) curve was obtained and grain diameters calculated (Table 2) using the Curve Expert 1.3.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Hydrology of Exu River

Figure 3 shows the rating curve obtained from 76 direct measurements in Exu River during the rainy seasons of 2008 and 2009. The Exu River depth and flow rates were highly correlated as a power function with a large coefficient of determination ($r^2 = 0.975$). This seems to represent the natural variability of hydrological events. This rating curve was fitted to flows varying between 0.0534 and 32.055 m^3 s^{-1}, observed in 2008 in Exu River. The flows observed in 2009 were smaller, varying from 0.073 to 0.599 m^3 s^{-1}. The depths of flow ranged from

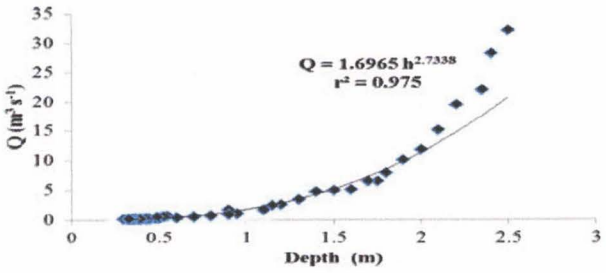


Fig. 3 Depth–discharge rating curve of Exu River obtained from 76 direct measurement campaigns during 2008 and 2009.

Confere com o original
Siape 6383609

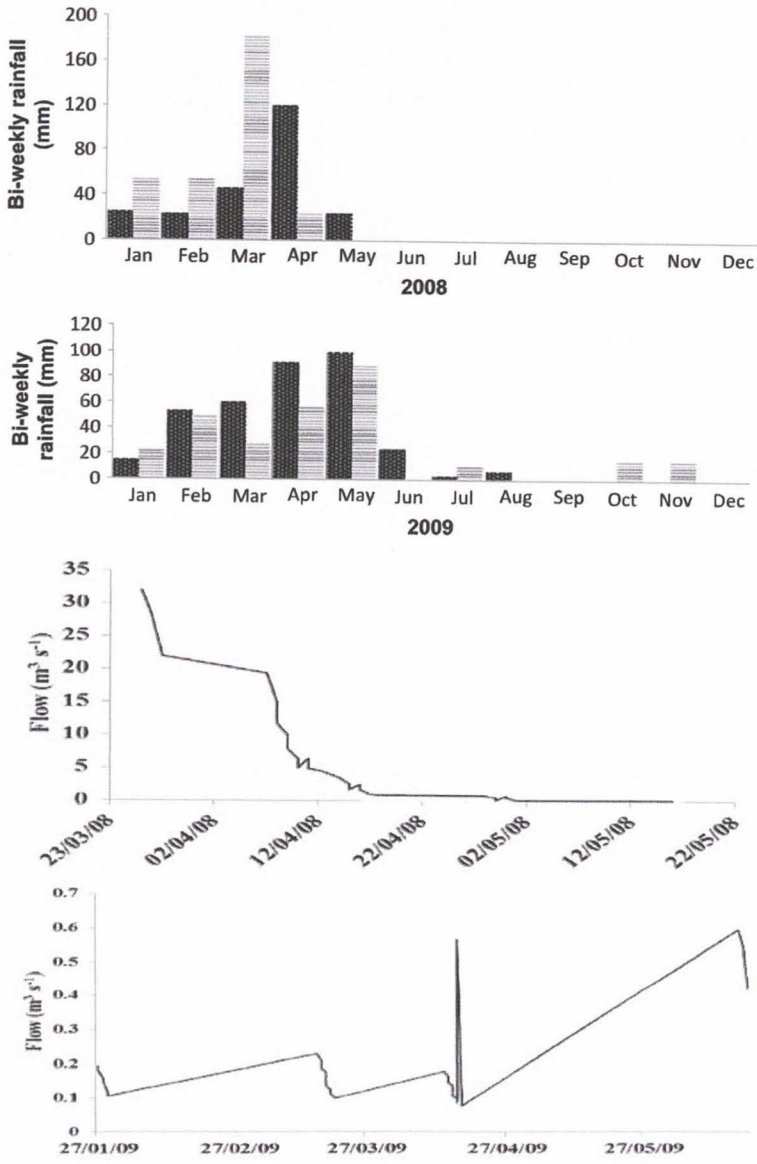


Fig. 4 Biweekly rainfall and peak flows of Exu River watershed observed in the 76 direct measurement campaigns during 2008 and 2009.

0.9 to 2.5 m and from 0.32 to 0.5 m in 2008 and 2009, respectively. However, this rating curve underestimates the highest water discharges, demonstrating the necessity of increasing the number of water discharge measurements.

Figure 4 shows the bi-weekly (once every two weeks) rainfall and the annual hydrographs of the Exu River watershed in 2008 and 2009. These data illustrate the variability observed within a year and between years that is common in arid and semi-arid environments (Bell 1979, Tooth 2000). In 2008 the rainfall in 2008 rainfall concentrated and intense. The hydrological response of the Exu watershed was fast peak flows on the rising limb, followed by a recession with a descending exponential form.

The 2009 hydrograph was found to have a longer rising limb than recession limb, which is not common; a fast rise and longer recession is expected in arid and semi-arid environments. In 2009, total rainfall was smaller, but increased gradually, so was better distributed than in 2008, producing a bimodal hydrograph with multiple-peak flood events, cf. a distribution pattern with a single-peak in 2008. Hydrograph behaviour similar to that for 2008 was observed by Cohen and Laronne (2005) in Nahal Rahaf under arid conditions of the Israel desert: low

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 3 Flow rate (Q), suspended sediment concentration (C_{ss}), suspended sold flux (Q_{ss}) and the box coefficient (BC), of samples from the Exu River in 2008.

Day	Q ($m^3\ s^{-1}$)	C_{ss} ($mg\ L^{-1}$)	Q_{ss} ($t\ d^{-1}$)	BC (observed range)
26/03/2008	32.055	4847.4	13.539.392	0.93–1.04
27/03/2088	28.086	2490.7	6.023.424	0.89–1.07
28/03/2008	21.942	558.9	1.096.383	0.61–1.40
07/04/2008	19.398	411.4	696.186	0.96–1.03
08/04/2008	14.972	466.1	632.274	0.82–1.16
08/04/2008	11.751	438.3	494.375	0.76–1.73
09/04/2008	9.992	419.7	393.338	0.78–1.57
09/04/2008	7.843	409.4	289.252	0.90–1.14
10/04/2008	6.394	444.5	264.273	0.81–1.29
10/04/2008	4.952	435.6	202.577	0.81–1.31
11/04/2008	6.372	434.4	258.718	0.81–1.30
11/04/2008	4.829	433.4	199.909	0.78–1.30
12/04/2008	4.655	394.5	169.272	0.84–1.18
14/04/2008	3.370	384.2	120.021	0.84–1.18
15/04/2008	2.505	379.6	86.385	0.85–1.16
15/04/2008	1.612	393.9	54.684	0.88–1.16
16/04/2008	2.422	369.6	81.473	0.84–1.16
16/04/2008	1.571	383.9	51.916	0.88–1.16
17/04/2008	0.933	373.9	29.958	0.88–1.17
18/04/2008	0.869	372.9	27.817	0.88–1.17
28/04/2008	0.677	355.2	21.442	0.86–1.18
29/04/2008	0.502	345.2	15.575	0.85–1.18
29/04/2008	0.315	352.4	9.844	0.87–1.18
30/04/2008	0.668	354.2	21.116	0.86–1.18
30/04/2008	0.476	344.2	14.733	0.85–1.18
01/05/2008	0.304	351.4	9.477	0.87–1.18
01/05/2008	0.307	340.4	9.438	0.89–1.21
02/05/2008	0.211	347.5	6.539	0.91–1.14
12/05/2008	0.295	248.3	6.735	0.86–1.23
13/05/2008	0.239	244.9	5.294	0.88–1.15
13/05/2008	0.192	247.2	4.248	0.89–1.14
14/05/2008	0.139	239.4	2.932	0.90–1.16
14/05/2008	0.107	240.6	2.251	0.91–1.17
15/05/2008	0.085	230.5	1.744	0.90–1.18
15/05/2008	0.070	229.3	1.422	0.90–1.18
16/05/2008	0.053	217.3	1.038	0.90–1.19

mean annual rainfall and short duration, but relatively high intensity rain storms. The spottiness of rainstorms and limited size and irregularity of raincells generate unpredictable local floods (Cohen and Laronne 2005).

Behaviour similar to the hydrograph, obtained in Exu River in 2009 was observed in the Niger River's right bank tributaries, which showed a sharp increase in runoff that resulted in a change from a single hydrograph to a two-flood hydrograph (Descroix *et al.* 2012).

3.2 Suspended sediment flux and river discharge during 2008 and 2009

The respective values of flow rate (Q), suspended sediment concentration (C_{ss}) and box coefficient (BC) are shown in Table 3 for each sampling day on the Exu in 2008. Considerable variation of sediment concentration values, from 217 to 4847 mg L^{-1}, was observed. However, many individual suspended sediment samples showed BC values in the ideal range of 0.9 to 1.2 (Gray 2005), which is within the acceptable limits from 0.67 to 1.5. Therefore, the sediment concentration samples from the Exu were considered sufficiently accurate.

Also shown in Table 3 are the solid discharge values of suspended sediment (Q_{ss}), varying between 13 540 tons d^{-1} for the period with the highest water discharge (32.055 $m^3\ s^{-1}$) and 1.03 tons d^{-1} for the period with the lowest water discharge (0.053 $m^3\ s^{-1}$), which was observed in 2008. The suspended sediment discharge was very high because of the mobilization of sediment deposited in the final events

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

of the previous year, demonstrating the characteristic variability of hydrological events in a semi-arid environment. This range of values also highlights the fact that sediment transport is episodic and occurs mainly during extreme events, indicating the need for the sediment sampling to be performed at the peak flow stage (Walling and Webb 1987, Horowitz 2003, Gray 2005).

The magnitudes of suspended sediment concentration during 2008 and 2009 are shown in Fig. 5; the highest suspended sediment concentration value obtained for the greatest suspended sediment flux observed was 4847.4 mg L^{-1}, which corresponds to the first rainfall and flow values in 2008. After that the suspended sediment concentration values decreased, varying from 558.9 to 217.3 mg L^{-1}. The high concentrations observed in the first samples were related to entrainment of deposited in the previous year.

A similar sediment graph was observed in Nahal Rahaf, Israeli desert (Cohen and Laronne 2005). This behaviour is consistent with the study by Merten and Poleto (2006), in which about 90% of all suspended sediment of a river basin was mobilized at the beginning of rainy season. However, in 2009 the observed suspended sediment concentration values ranged only between 323 and 370 mg L^{-1}, showing again the inter-annual environments.

In the small Rio Cordon watershed in Italy (5 km^2), located in a humid alpine environment, Lenzi *et al.* (2003) obtained maximum suspended sediment concentrations of 100 and 57 890 mg L^{-1} for peak flows of 1.8 and 10.4 m^3 s^{-1}, respectively, over a 16-year period. A high flow event was recorded in 1994; without this event the suspended sediment concentration was between 100 and 15 000 mg L^{-1} for flows of 1.8 and 3 m^3 s^{-1}, respectively. The values were higher than in Exu River, as the Rio Cordon has a greater slope and is isolated from extreme events which can mobilize fine sediment in humid weather.

Figure 6 shows a preliminary suspended sediment rating curve for the Exu River. This was fitted to the events sampled in 2008 and 2009 and is far from accurate for use for prediction, but it is important to extract information about suspended sediment arising from a semi-arid watershed, and is distinctive in terms of the high suspended sediment concentrations and changes in sediment supply. Variations in the importance of source areas are significant in semi-arid watersheds (Alexandrov *et al.* 2007).

Although it has been commonly expressed as a power function (Powell 2009), the suspended sediment rating curve for the Exu River watershed was better expressed as an exponential function, with

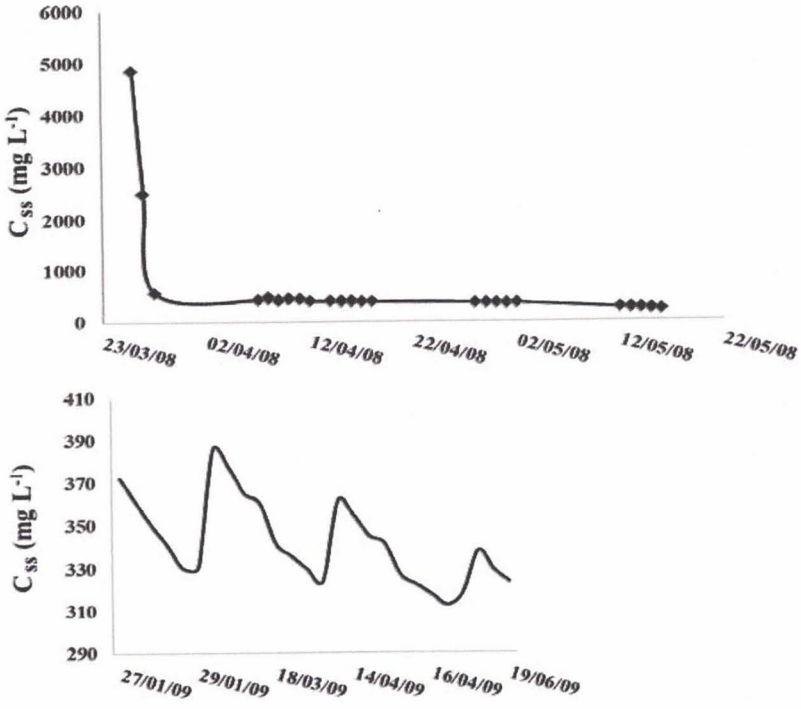


Fig. 5 Sedigraphs for Exu River in 2008 and 2009.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

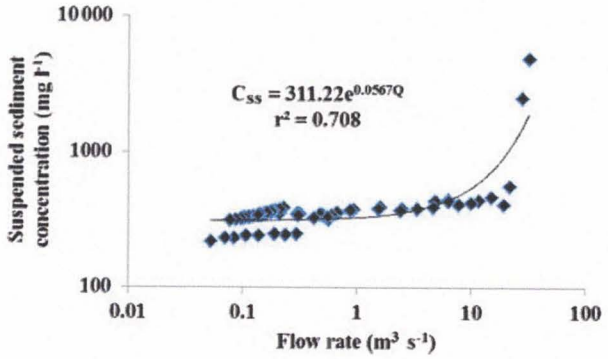


Fig. 6 Preliminary suspended sediment rating curve for the Exu River.

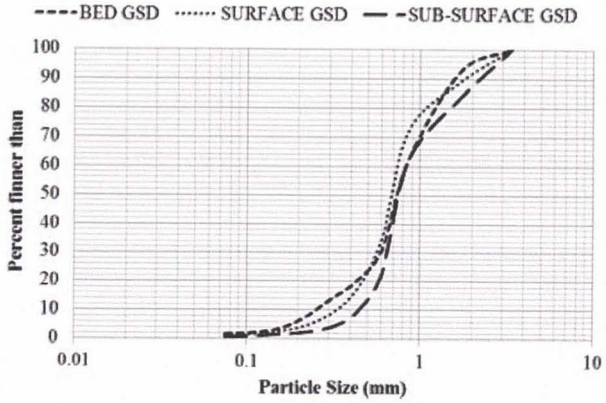


Fig. 7 Bedload, bed surface and bed subsurface grain size distribution (GSD) for Exu River.

a high coefficient *a* and low coefficient *b*. This indicates (Achite and Ouillon 2007, Alexandrov *et al.* 2007, Powell 2009) that in dryland rivers suspended sediment transport is less sensitive to changes in discharge. The exponential fit is justified by the large variation in sediment concentration in very short periods of time, with the suspended sediment values changing from 4847.4 to 558.9 mg L^{-1} in 72h.

3.3 Bedload hydraulics and magnitudes of bedload and suspended sediment rates of Exu River in 2009

Comparison of the direct measurements of Exu River bedload with the bedload data from arid region ephemeral rivers Nahal Eshtemoa (Powell *et al.* 1996, 1999, 2001, Powell 2009), Nahal Yatir (Laronne and Reid 1993, Laronne *et al.* 1994, Reid and Laronne 1995, Powell *et al.* 1996, 1999, Powell 2009) and Nahal Rahaf (Cohen and Laronne 2005), which have automatic stations with well documented results, and also with some counterparts was made in order to discuss the Exu River bedload results and sediment mobility.

Figure 7 shows the bedload, and surface and subsurface material from the Exu bed, GSD curves. The bedload particles distribution is very close to that of the bed material, having the same D_{50} (0.77 mm) as the subsurface material. The three curves show typical unimodal distributions of coarse sand, which illustrates the low transport selectivity, but reasonable mobility of the bed material. Dade and Friend (1998) maintain that many sand-bed rivers (but not all) are in a state of fully mobilized transport due to shear stresses during flows far above the critical value.

The hydraulic characteristics and bedload flux of Exu River in 2009 are given in Table 4. The water discharges varied from 0.0773 to 0.599 m^3 s^{-1} with a 75.5% coefficient of variation, flow depth showed 75% variation and the width varied from 1.8 to 11 m. The flow regime was fluvial turbulent and these variations of hydraulic conditions are typical of dryland river flows.

The bedload flux for sampled event was well expressed ($r^2 = 0.993$) as a power function of stream power (ω) (Fig. 8). The hydraulic transport parameter, stream power (ω), was developed by Bagnold (1988) as the rate of energy available to an alluvial system that is equal to the rate of work done by the river in sediment transport. The energy available in Exu River was able to transport all available sediment on its bed, which means that all available bedload would be transported with maximum efficiency, according to Bagnold (1988).

These observations are close to those observed in Nahal Yatir (Reid and Laronne 1995, Powell 2009). However, the mean bedload rates observed in Exu River, 0.0047 kg m^{-1} s^{-1}, were three orders of magnitude smaller than those in Nahal Yatir, 4.3 kg m^{-1} s^{-1} and in Nahal Eshtemoa (Powell *et al.* 1999, 2001). The bedload flux in Exu River was 0.0008 to 0.023 kg m^{-1} s^{-1} in 2009, when observed flow rates were 0.073 to 0.599 m^3 s^{-1} (Table 3). The flows were low in relation to 2008 (32.055 m^3 s^{-1}, Fig. 3) and it is reasonable to expect that higher bedload fluxes occurred in 2008.

As suggested by Reid and Laronne (1995) when investigating the bedload transport efficiency, Bagnold's percentage bed load sediment transport efficiency (E_b) was applied here (Fig. 9). The bedload flux fitted perfectly Bagnold's percentage bed load sediment transport efficiency, demonstrating that the entire available bedload was transported by Exu flow,

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 4 Hydraulic characteristics of the Exu River in 2009 (Q: flow rate; h: depth; w: width; V: velocity; Re: Reynolds number, $\mathrm{Re} = V/\upsilon$, where υ is kinematic viscosity; Fr: Froude number, $\mathrm{Fr} = V/\sqrt{gh}$; and Q_{bed}: bedload flux).

Day	Q ($m^3\ s^{-1}$)	h (m)	w (m)	V ($m\ s^{-1}$)	Re	Fr	Q_{Bed} ($t\ d^{-1}$)
27/01/2009	0.194	0.42	2	0.217	55 979	0.142	0.323
27/01/2009	0.179	0.4	2	0.206	52 012	0.138	0.284
28/01/2009	0.157	0.37	2	0.186	44 118	0.129	0.222
28/01/2009	0.149	0.36	2	0.181	41 467	0.127	0.207
29/01/2009	0.116	0.33	2	0.133	27 400	0.097	0.159
29/01/2009	0.105	0.32	2	0.119	24 043	0.09	0.134
16/03/2009	0.230	0.5	2.4	0.229	62 984	0.147	0.395
17/03/2009	0.212	0.48	2.4	0.225	60 492	0.146	0.353
17/03/2009	0.186	0.45	2.4	0.212	56 023	0.139	0.294
18/03/2009	0.176	0.44	2.4	0.205	52 040	0.137	0.274
18/03/2009	0.137	0.39	2.4	0.165	40 434	0.112	0.193
19/03/2009	0.124	0.38	2	0.148	34 660	0.102	0.169
19/03/2009	0.112	0.37	2	0.129	29 430	0.09	0.146
20/03/2009	0.099	0.35	2	0.109	23 605	0.079	0.124
13/04/2009	0.178	0.44	2	0.206	46 633	0.146	0.277
14/04/2009	0.164	0.42	2	0.194	41 566	0.14	0.248
14/04/2009	0.144	0.4	2	0.173	39 985	0.12	0.207
15/04/2009	0.136	0.39	2	0.164	35 618	0.119	0.192
15/04/2009	0.106	0.36	1.8	0.12	27 341	0.085	0.136
16/04/2009	0.096	0.35	1.8	0.103	22 537	0.074	0.119
16/04/2009	0.087	0.34	1.8	0.086	18 720	0.061	0.103
17/04/2009	0.077	0.33	1.8	0.067	14 601	0.048	0.087
16/04/2009	0.568	0.52	11	0.156	57 142	0.087	1.989
17/06/2009	0.598	0.55	11	0.157	60 118	0.085	1.480
18/06/2009	0.551	0.53	11	0.151	55 371	0.083	1.429
19/06/2009	0.424	0.49	11	0.127	43 548	0.073	1.207
Average	*0.204*	*0.41*	*3.43*	*0.16*	*41 072*	*0.11*	*0.413*

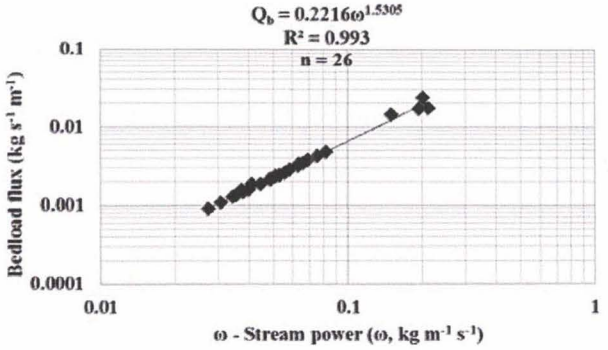


Fig. 8 The Exu River bedload flux computed using stream power (ω, kg m^{-1} s^{-1}) calculated as: $\omega = \rho QS/w$ where ρ is the density of water (kg m^{-3}), Q is flow rate (m^3 s^{-1}), S is the surface slope of Exu River (m m^{-1}), and w is the river width (m).

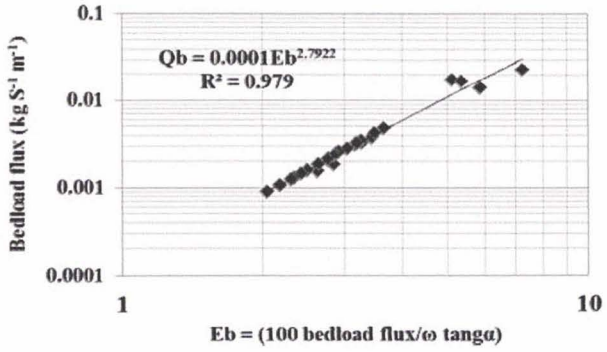


Fig. 9 Bedload transport efficiency of Exu River in 2009 calculated by Bagnold's percentage bedload sediment transport efficiency $E_b = (100Q_{bed})/(\omega/\tan\alpha)$ where Q_{bed} is bedload flux (kg m^{-1} s^{-1}), ω is stream power (kg m^{-1} s^{-1}) and α the angle of internal friction = 0.63.

and showing that the bedload rates from Exu River may be greater with higher flow rates.

Hudson and Mossa (1977) on the Rio Grande, which is considered perennial and includes parts of Colorado, New Mexico, Texas, and four Mexican states, and has as bed material a sand-gravel upstream and a sandy-silt downstream, observed that events having a moderate magnitude but higher frequency of occurrence, are more responsible for the majority of sediment (total load) transport in rivers in both arid and humid watersheds. This observation confirms the bedload sediment transport efficiency of the Exu River in 2009 (Fig. 9) that occurred at low discharges.

In Southeast Asia, which has a monsoon climate with mean annual rainfall of around 5000 mm, defined in two seasons, dry and wet seasons (Ghani

Confere com o original
Siape 6383609

et al. 2007) observed bedload discharges of 1.72 to 69.12 t d^{-1}, in six sand-bedded mountainous rivers with discharge ranging between 17 and 25.5 m^3 s^{-1}. These watersheds have very high bedload fluxes because of the high precipitation. Thus, the results obtained in the Exu watershed are not low, and may give even higher bedload values if, for example, flow conditions occur as in 2008.

Here a direct relationship between bedload and suspended sediment is considered, because it better represents the behaviour and bedload contribution to sediment delivery. The Exu River ratio of bedload/suspended sediment (%) in 2009 year varied from 4 to 12.72 and the highest values were noted in the period of largest flow rates during the rainy season. As already highlighted here, 2008 had high observed flows, therefore, this relationship could be substantially larger in the Exu River.

Figure 10 presents the suspended sediment and bedload fluxes, flow rates and bedload/suspended sediment ratio (%) for the 26 sampled events in Exu River. The suspended sediment flux occurred in waves or pulses, which is a typical hydrological behaviour in semi-arid and arid environments, and the major pulses occurred at large flow rates. Lenzi *et al.* (2003) reported that suspended sediment had been observed to move as waves, but over a floodplain during snowmelt.

The ratio bedload/suspended sediment load seems to be closer to the bedload flux behaviour; however, its increase occurs during the largest flows, which implies the largest bedload delivery to the Exu watershed sediment yield. Unfortunately it was not possible to sample the bedload flux in 2008, and as already stated, the flow rates that occurred in 2008 were two orders of magnitude larger than those in 2009 and probably, therefore, the bedload flux would have been higher.

The bedload flux had a behaviour similar to the flow rates and hydraulic conditions as adjusted by stream power when the four global characteristics of flow, flow rate (Q), mass density of the water (ρ), surface slope of Exu River (S), and Exu width (W) were efficient in bedload transport as already seen in the discussion of sediment transport efficiency, at least in 2009, to low flows.

3.4 Sediment mobility analysis of the sand-bedded Exu River

To understand the mobility of Exu River sediment, Fig. 11 shows the relation ($p1/f1$) in which $p1$ is the fraction of the bedload in a size class and $f1$ is the bed material of corresponding size class (Wilcock and Southard 1988) as suggested by Vericat *et al.* (2006). Figure 11 shows the mobility of bedload fractions of the Exu River and also whether the bedload and material from the bed surface have the same origin point. The average value of the ($p1/f1$) rate was 1.09 with variance of 0.21, indicating that the bed surface sediment and bedload are the same. This variation can be associated with the flow conditions that are more favourable to smaller and larger size fractions of grain sediment distribution. Values of ($p1/f1$) close to 1 occur in the downstream part of large sand-bed rivers (Frings 2008); bed sediments are typically unimodal, leading to strong hiding–exposure effects and a smaller sorting efficiency. As a result the transport selectivity will be very low, and will vary with flow conditions. Using the relation ($p1/f1$) Laronne *et al.* (1994) observed similar behaviour between bedload and bed surface material on the Nahal Yatir, an ephemeral channel of the northern Negev Desert, even though the Yatir is a gravel-bed channel. Thus,

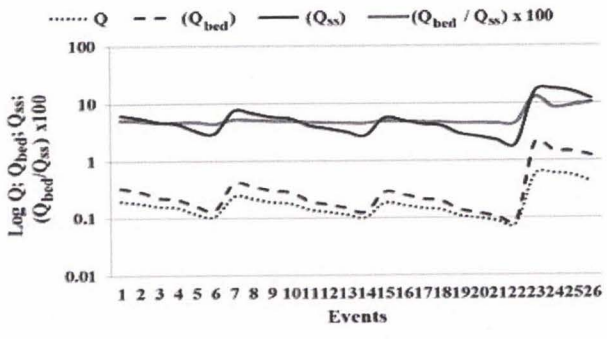


Fig. 10 Suspended sediment and bedload flux (kg m^{-1} s^{-1}), flow rates, Q (m^3 s^{-1}) and percentage value bedload/suspended sediment behaviour for 26 events sampled in Exu River.

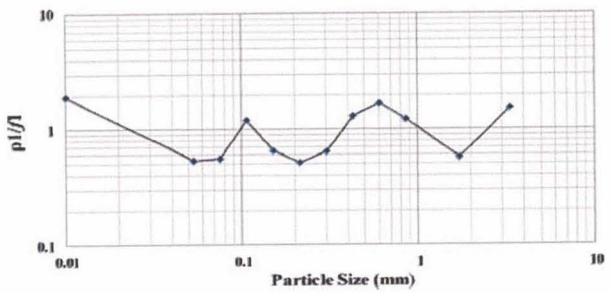


Fig. 11 Relationship ($p1/f1$) for Exu River, in which $p1$ is the fraction of the bedload in the size class and $f1$ is the bed material of the corresponding size class.

Confere com o original

Siape 6383609

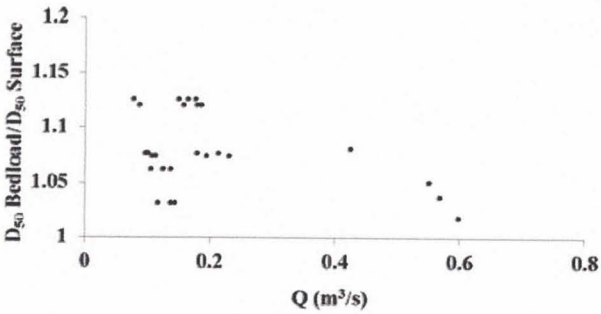


Fig. 12 Behaviour of the ratio (D_{50}bedload/D_{50}surface material) and discharge (Q) in the Exu River.

sand-bed and gravel-bed rivers of arid environments seem to exhibit the same mobility in the absence of an armour layer.

To reinforce the mobility analysis, the bedload D_{50} was related to the surface material D_{50}. The relation (D_{50} bedload/D_{50} surface) of the Exu River and flow rates was well correlated by a rational model with a high r^2 (0.97):

$$\frac{D_{50}\text{bedload}}{D_{50}\text{surface}} = \frac{(a + bQ)}{(1 + cQ + dQ)} \quad (7)$$

where $a = 1.515 \times 10^{-6}$; $b = 4.383 \times 10^{-1}$; $c = 3.89 \times 10^{2}$; $d = 5.205 \times 10^{1}$; and Q = flow rate ($m^3\ s^{-1}$).

At low Q, the D_{50}bedload/D_{50}surface values were close to 1, varying from 1.101 to 1.112, therefore, showing non-selectivity to transport of bed sediment. Figure 12 shows a decreasing trend in the relation between D_{50}bedload/D_{50}surface and increase in discharge, showing increased the grain size of bedload with increased discharge, thus confirming that the bed surface sediment in Exu River was prone to entrainment, and its unimodal distribution.

In this condition, as in gravel-bed rivers, the degree of selective transport in sand-bed rivers is likely to vary with flow conditions, with the lowest degree of selective transport during floods (Frings 2008). These temporal variations of flow make it difficult to properly determine the long-term average degree of size-selectivity, which is what accounts for downstream fining.

4 CONCLUSIONS

The following conclusions are drawn from this study:

1. The Exu River shows a flow distribution pattern typical of channelled flood, in single-peak events and multiple-peak floods events in dryland rivers.
2. The highest suspended sediment concentration value observed in the 2008 samples (4847.4 mg L^{-1}) was related to movement of sediment in the entrainment threshold that had been deposited in the previous year; the suspended sediment flux occurred in waves or pulses.
3. The mean bedload rates of 0.0047 kg m^{-1} s^{-1} observed in Exu River were low due to low flow rates observed in 2009, and it is fairly reasonable to expect that higher rates had occurred as the Exu River proved to be efficient in transporting all available bedload.
4. The Exu River bedload/suspended sediment ratio (%) varied from 4 to 12.72 and increased during the largest flow events observed in 2009.
5. The ratio D_{50}bedload/D_{50}surface material is close to 1, showing non-selectivity to transport of bed sediment of Exu River that is prone to entrainment.
6. The sand-bed Exu River and gravel-bed rivers of arid environments seem to exhibit the same sediment mobility in the absence of an armour layer.

Funding This research was funded by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) of the Brazilian Government, by EDITAL MCT/CNPq/CT-Agronegócio/CT-Hidro (no. 27/2008).

REFERENCES

Achite, M. and Ouillon, S., 2007. Suspended sediment transport in a semi-arid watershed, Wadi Abd, Algeria (1973–1995). *Journal of Hydrology*, 343, 187–202.

Alexandrov, Y., Laronne, J.B., and Reid, I., 2007. Intra-event and interseasonal behaviour of suspended sediment in flash floods of the semi-arid northern Negev, Israel. *Geomorphology*, 85, 85–97.

Bagnold, R.A., 1988. An approach to the sediment transport problem from general physics. *In*: C.R. Thorne, R.C. Macarthur, and J.B. Bradley, eds. *The physics of sediment transport by wind and water*. New York: American Society of Civil Engineers, 231–291.

Bell, F.C., 1979. Precipitation. *In*: D.W. Goodall and R.A. Perry, eds. *Arid land ecosystems*. Cambridge: Cambridge University Press, 373–393.

Cohen, H. and Laronne, J.B., 2005. High rates of sediment transport by flashfloods in the southern Judean Desert, Israel. *Hydrological Processes*, 19, 1687–1702.

Dade, W.B. and Friend, P.F., 1998. Grain-size, sediment-transport regime, and channel slope in alluvial rivers. *Journal of Geology*, 106, 661–675.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Descroix, L, *et al.*, 2012. Change in Sahelian rivers hydrograph: the case of recent red floods of the Niger River in the Niamey region. *Global and Planetary Change*, 98–99, 18–30.

Edwards, T.K. and Glysson, G.D., 1999. Field methods for measurement of fluvial sediment. *In*: *Techniques of water-resources investigations*. Reston, VA: US Geological Survey, Book 3, Chapter C2.

Frings, R.M., 2008. Downstream fining in large sand-bed rivers. *Earth-Science Reviews*, 87, 39–60.

Garcia, C., Laronne, J.B., and Sala, M., 2000. Continuous monitoring of bedload flux in a mountain gravel-bed river. *Geomorphology*, 34, 23–31.

Ghani, A.A.B., *et al.*, 2007. Revised equations for Manning's coefficient for sand-bed rivers. *International Journal River Basin Management*, 5, 329–346.

Gordon, N.D., *et al.*, 2004. *Stream hydrology: an introduction for ecologists*. 2nd ed. Chichester: John Wiley and Sons.

Graf, W.L., 1988. *Fluvial processes in dryland rivers*. Berlin: Springer-Verlag.

Gray, J.R., 2005. *Sediment data collection techniques. US Geological Survey Training Course (Castle Rock and Vancouver, WA)*. Washington, DC: US Geological Survey Techniques of Water Resources Investigation.

Horowitz, A.J., 2003. An evaluation of sediment rating curves for estimating suspended sediment concentrations for subsequent flux calculations. *Hydrological Processes*, 17, 3387–3409.

Hudson, P.F. and Mossa, J., 1997. Suspended sediment transport effectiveness of three, large impounded rivers, U.S. Gulf Coastal Plain. *Environmental Geology*, 32, 263–273.

Laronne, J.B. and Reid, I., 1993. Very high rates of bed load sediment transport in ephemeral desert rivers. *Nature*, 366, 148–150.

Laronne, J.B., *et al.*, 1994. The non-layering of gravel streambeds under ephemeral flood regimes. *Journal of Hydrology*, 159, 353–363.

Lenzi, M.A. Mao, L., and Comiti, F., 2003. Interannual variation of suspended sediment load and sediment yield in an alpine catchment. *Hydrological Sciences Journal*, 48 (6), 899–915.

Merten, G.H. and Poleto, C., 2006. *Qualidade dos Sedimentos*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos — ABRH.

Ponce, V.M., 1989. *Engineer hydrology. principles and practices*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Powell. D.M., 2009. Dryland rivers: processes and forms. *In*: A.J. Parsons and A.D. Abrahams, eds. *Geomorphology of deserts environments*. 2nd ed. Berlin: Springer, 333–373.

Powell, D.M., *et al.*, 1996. Bedload as a component of sediment yield from a semi-arid watershed of the northern Negev. *In*: D.E. Walling and B.W. Webb, eds. *Erosion and sediment yield: global and regional perspectives*. Wallingford: IAHS Press, IAHS Publ., 236, 389–398.

Powell, D.M., Reid, I., and Laronne, J.B., 1999. Hydraulic interpretation of cross-stream variations in bedload transport rates recorded in two straight alluvial channels. *Journal of Hydraulic Engineering*, 125, 1243–1252.

Powell, D.M., Reid, I., and Laronne, J.B., 2001. Evolution of bedload grain size distribution with increasing flow strength and the effect of flow duration on the calibre of bedload sediment yield in ephemeral gravel-bed rivers. *Water Resources Research*, 37, 1463–1474.

Probst, J.L. and Amiotte-Suchet, P.A., 1992. Fluvial suspended sediment transport and mechanical erosion in the Maghreb (North Africa). *Journal of Hydrology*, 37, 621–637.

Puigdefabregas, J., *et al.*, 1999. Scales and processes of water and sediment redistribution in drylands: results from the Rambla Honda field site in Southeast Spain. *Earth Science Review*, 48, 39–70.

Reid, I. and Laronne, J.B., 1995. Bed load sediment transport in an ephemeral stream and a comparison with seasonal and perennial counterparts. *Water Resources Research*, 31, 773–781.

Singh, P.K., *et al.*, 2008. A sediment graph model based on SCS-CN method. *Journal of Hydrology*, 349, 244–255.

SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – Superintendence for the Development of the Northeast), 1990. *Dados Pluviométricos mensais do Nordeste*. Recife: Estação de Pernambuco.

Tooth, S., 2000. Process, form and change in dryland rivers: a review of recent research. *Earth Science Review*, 51, 67–107.

USDA (United States Department of Agriculture), 1999. *Soil taxonomy*. USDA Natural Resources Conservation Service, Agriculture Handbook, no. 436.

Vericat, D., Batalla, R., and J. Garcia, C., 2006. Breakup and reestablishment of the armour layer in a large gravel-bed river below dams: the Lower Ebro. *Geomorphology*, 76, 122–136.

Walling, D.E. and Webb, B.W., 1987. Suspended load in gravel-bed rivers. *In*: C.R. Thorne, J.C. Bathurst, and R.D. Hey, eds. *Sediment transport in gravel-bed rivers*. Chichester: John Wiley and Sons, 691–723.

Wilcock, P.R. and Southard, J.B., 1988. Experimental study of incipient motion in mixed size sediment. *Water Resources Research*, 24, 1137–1151.

Wilde, F.D. and Radke, D.B., 1998. Field measurements. *In*: *National field manual for the collection of water-quality data*. US Geological Survey Techniques, Water Resource Investigations, Book 9, Chapter A4.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Environ Sci Pollut Res
DOI 10.1007/s11356-015-4670-9

RESEARCH ARTICLE

Trace element fluxes in sediments of an environmentally impacted river from a coastal zone of Brazil

Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva[1] · **José Ramon Barros Cantalice**[1] · **Vijay P. Singh**[2] · **Clístenes Williams Araújo do Nascimento**[3] · **Victor Casimiro Piscoya**[4] · **Sérgio M. S. Guerra**[4]

Received: 26 January 2015 / Accepted: 6 May 2015
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

Abstract Data regarding trace element concentrations and fluxes in suspended sediments and bedload are scarce. To fill this gap and meet the international need to include polluted rivers in future world estimation of trace element fluxes, this study aimed to determine the trace element fluxes in suspended sediment and bedload of an environmentally impacted river in Brazil. Water, suspended sediment, and bedload from both the upstream and the downstream cross sections were collected. To collect both the suspended sediment and water samples, we used the US DH-48. Bedload measurements were carried out using the US BLH 84 sampler. Concentrations of Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn were determined by inductively coupled plasma (ICP-OES). As and Hg were determined by an atomic absorption spectrophotometer (AA-FIAS). The suspended sediments contributed more than 99 % of the trace element flux. By far Pb and to a less extent Zn at the downstream site represents major concerns. The yields of Pb and Zn in suspended sediments were 4.20 and 2.93 kg km^2 year^{-1}, respectively. These yields were higher than the values reported for Pb and Zn for Tuul River (highly impacted by mining activities), 1.60 and 1.30 kg km^2 year^{-1}, respectively, as well as the Pb yield (suspended+dissolved) to the sea of some Mediterranean rivers equal to 3.4 kg km^2 year^{-1}. Therefore, the highest flux and yield of Pb and Zn in Ipojuca River highlighted the importance to include medium and small rivers—often overlooked in global and regional studies—in the future estimation of world trace element fluxes in order to protect estuaries and coastal zones.

Keywords Environmental chemistry · Flux · Metal contamination · Sediment transport · Sediment quality · Trace elements · Water discharge

Responsible editor: Céline Guéguen

✉ Clístenes Williams Araújo do Nascimento
cwanascimento@yahoo.com

[1] Agronomy Department, Soil Conservation Engineering Laboratory, Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), Dom Manuel de Medeiros street, s/n - Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brazil

[2] Biological and Agricultural Engineering Department and Zachry Department of Civil Engineering, Texas A&M University, College Station, TX 77843-2117, USA

[3] Agronomy Department, Soil Fertility Laboratory, Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), Dom Manuel de Medeiros street, s/n Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brazil

[4] Rural Technology Department, Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), Dom Manuel de Medeiros street, s/n - Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brazil

Introduction

Trace element contamination has been considered a worldwide concern for water quality, given the toxicity, persistence, and ability to be transferred into food chain. The rivers play an important role in trace elements transport from continents to oceans both in dissolved and solid phases. The last is the focus of this study, because trace elements are mainly transported by sediments (Horowitz 1995; Žák et al. 2009; Ollivier et al. 2011) which are widely accepted as the most important sink or source of trace elements (Chon et al., 2012) that enter into the environment through different pathways (Bednarova et al., 2013). Moreover, suspended sediments are widely recognized to be of the highest importance in trace element fluxes. Nonetheless, the contribution of bedload has been ruled out in several studies. The fact that the bedload usually ranges from 5–25 % of suspended sediment discharge (Yang 1996; Cantalice et al. 2013) does not address the point at which the

Published online: 20 May 2015

Confere com o original

Siape 6383609

bedload contribution becomes insignificant. For instance, data from Arkansas and Cowlitz Rivers showed that the >63-μm fraction provided a substantial contribution to suspended sediment-associated chemical concentration (Horowitz 2008). Therefore, it seems appropriate to measure also the trace element flux in bedload before establishing a general assumption.

Although trace element concentrations have been widely adopted in sediment quality studies (CCME 1995; MacDonald et al. 2000), trace element contamination in rivers can be better addressed by comparing trace element fluxes (Horowitz 2008), chiefly because its concentration at the upstream sites may not reach the downstream watercourse and hence may lead to implausible conclusions (Thorslund et al. 2012). The pioneering work of trace element fluxes by Martin and Meybeck (1979) was recently updated by Viers et al. (2009). However, the new database was calculated, mainly considering the major world rivers responsible for the transport of suspended sediment to ocean. Therefore, there is a need to include small and medium polluted rivers in the future world estimations.

The growing industrial and urban development along Ipojuca River that is a vital water resource of Northeast Brazil poses an environmental threat due to the increased trace element fluxes. Ipojuca watercourse comprises the Industrial and Harbor Complex of Suape responsible for a large development of the region. Despite being considered one of the most polluted rivers in Brazil, there is a scarcity of water pollution studies and such lacking data has been a worldwide scientific concern. Among the reasons for this scarcity is the considerable investment linked to field measurements and chemical analyses (Viers et al. 2009). Accurate calculation of trace element fluxes requires simultaneous data on discharge and sediment concentration (Horowitz 2003) as well as element concentration over time. In this context, the objective of this study was to determine the trace element fluxes of mercury (Hg), lead (Pb), cadmium (Cd), nickel (Ni), copper (Cu), chromium (Cr), zinc (Zn), arsenic (As), iron (Fe), and manganese (Mn) in suspended and bedload sediments. Besides discussing the trace element fluxes in sediments, we also aim to provide a snap-shot of trace element concentrations in the waters of Ipojuca River.

Material and methods

Study area

The Ipojuca River watershed extends from the semiarid region to the coast, with a total river length of 290 km (08° 09′ 50″–08° 40′ 20″ S and 34° 57′ 52″–37° 02′ 48″ W). It drains a catchment area of about 3435 km^2, along which are located 25 municipalities with a total population of 1,110,841 inhabitants, most of them in urban zones (SRH 2010). Streamflow is intermittent for the first 100 km. At the outlet, the flow rate ranges from 2 m^3 s^{-1} in the dry season to 35 m^3 s^{-1} in the rainy season.

Soil parent materials are mainly biotite-amphibole granitoids, biotite-gneisses, biotite-orthogneisses, and leucogranitoids in the upstream cross section, and quartz diorite, trachytes, and rhyolites in the downstream cross section. Soils are predominantly Entisols (36.74 %), Ultisols (32.11 %), Alfisols (17.77 %), and Oxisols (8.89 %). The remaining soils comprise 4.49 % of the Ipojuca watershed. In general, the amount of sediment supplied to the studied cross sections is partly a result of sugarcane agricultural activities, which trigger erosion mainly in the form of interrill and rill erosion. This erosion may also be aggravated by agricultural activities along the river banks in the studied reaches, as well as the predominance of strong relief near the downstream cross section (Fig. 1). Annual rainfall ranges from 600 mm in the semiarid region to 2200 mm in the coastal zone. During the study period, monthly rainfall ranged from 0 mm (February) to 147.5 mm (July) and 23 mm (February) to 444 mm (June), upstream and downstream, respectively. The annual average air temperature is approximately 24 °C (SRH 2010).

Sampling sites and measurements

Water, suspended sediment, and bedload from both the upstream (08° 13′ 10″ S–35° 43′ 09″ W) and the downstream (08° 24′ 16″ S–35° 04′ 03″ W) cross sections were collected. For both sites, flat stretches of river with well-defined banks were selected, free from any features that could cause disturbances in the flow regime. The mean flow depth ranged from 0.27 to 0.56 m and 0.8 to 2.43 m, while the mean width ranged from 6.0 to 10.80 m and 21.80 to 30.3 m, in the upstream and downstream cross sections, respectively. The particle size distribution was obtained by sieving each sample—10 min at 90 vibrations per second—in an electromagnetic shaker (Viatest VSM 200 model), equipped with a group of sieves arranged in order of decreasing diameter (3.35, 1.7, 0.85, 0.60, 0.42, 0.30, 0.21, 0.15, 0.11, 0.076, and 0.053 mm). The median grain diameter (D50) was equal to 0.52 and 0.46 mm, in the upstream and downstream cross sections, respectively. The study was conducted under water surface slope equal to 0.0589 m m^{-1} (upstream) and 0.0415 m m^{-1} (downstream), which was obtained according to Simons and Sentürk (1992). The upstream cross section is chiefly affected by domestic sewage and also wastewater from industrial and agricultural production, whereas the downstream cross section is mainly affected by sugar cane farming and processing.

Confere com o original
Siape 6383609

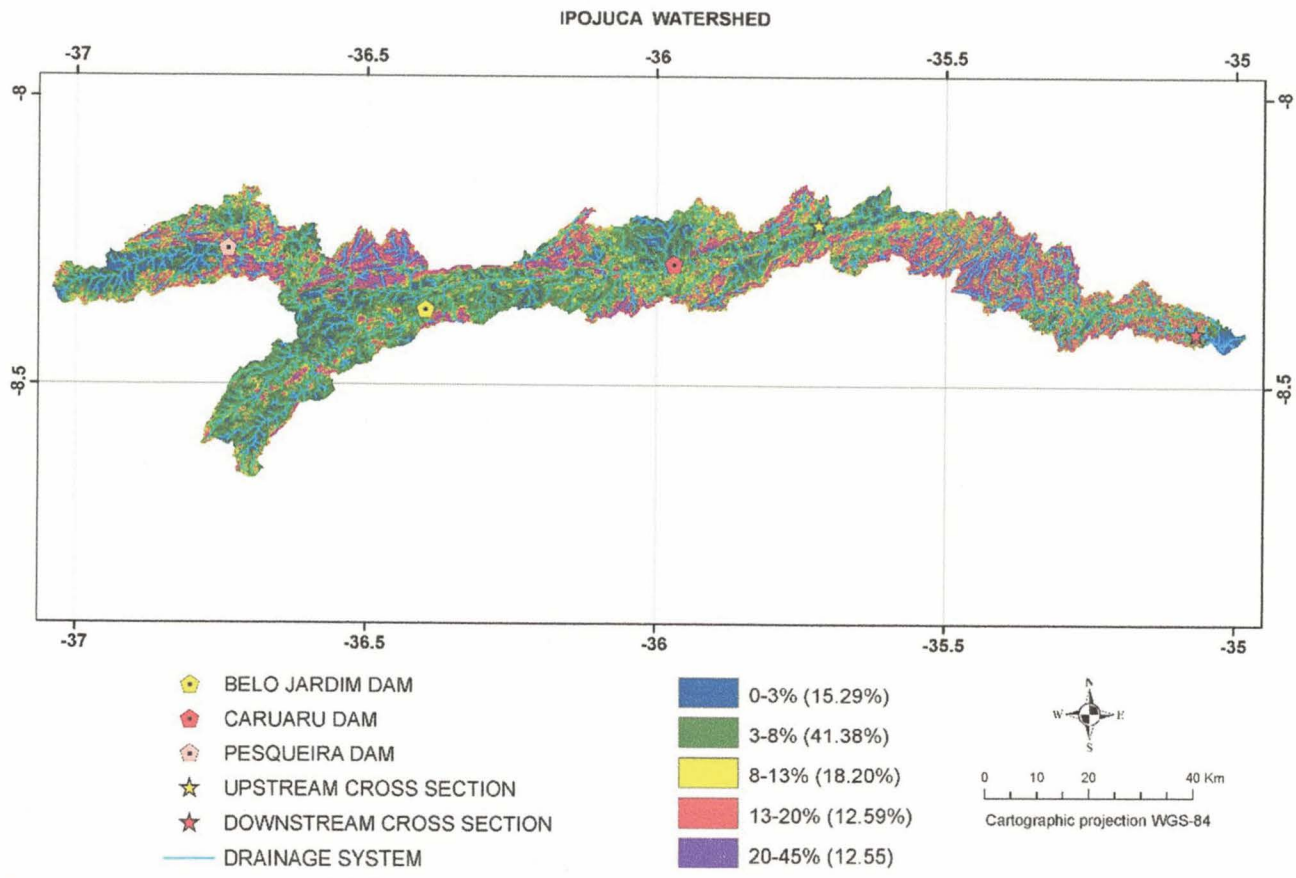


Fig. 1 Relief map of Ipojuca watershed. The percentage of each slope class was presented in parentheses

To collect both the suspended sediment and water samples, we used a US DH-48 sampler calibrated with a stainless steel intake nozzle having a ¼-inch diameter. Twenty-four direct measurements (twelve in each cross section) were made during 2013, in accordance with the equal-width-increment (EWI) depth integrated and isokinetic sampling method proposed by Edwards and Glysson (1999). This approach allowed for obtaining representative samples not only for water but also suspended sediment concentration in the verticals of the studied reaches. The depth-averaged velocity was obtained by an electromagnetic current meter adjusted in each vertical as a function of depth. Furthermore, the transit rate was calculated following USGS (2005). The information used during the suspended sediment sampling was not the transit rate (K equal to 0.4) but the sampling time calculated by the expression proposed by Carvalho (2008) (Table 1).

In the same verticals, the bedload was sampled using the US BLH 84 sampler. After sampling, the water, suspended sediment, and bedload samples were stored in polyethylene bottles for further analysis. In addition, the sediment mass values were obtained by the evaporation method (USGS 1973). The methods for calculation of suspended sediment concentration, suspended sediment discharges (Horowitz 2003), and bedload discharge (Gray 2005) are summarized in Table 1.

Chemical analysis

Trace elements were measured in water, suspended sediment, bedload and uncontaminated soil samples (background values). The background values for trace elements were determined from uncontaminated soil samples (i.e., four composite soil samples taken from surrounding forest areas at each site, where soils are mineralogically and texturally comparable with river sediments). Reference sampling sites were chosen in order to represent the aforementioned diversity of soil classes and soil parent materials. The uncontaminated soil samples were sieved on a 2-mm mesh nylon sieve, then soil and sediment samples were macerated in an agate mortar and sieved with a stainless steel 0.3-mm mesh sieve (ABNT no. 50). For trace element determination, 0.5 g

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 1 Description of sediment transport variables of Ipojuca River

Type of variable	Code	Calculation	Unit
Water discharge	Q	$\sum Q_i = A_i V_i$	$m^3\ s^{-1}$
Transit rate	V_t	$V_i\ K$	$m\ s^{-1}$
Suspended sediment sampling time	t_1	2 h/Vt	s
Suspended sediment concentration	SSC	M/V_{sample}	$mg\ L^{-1}$
Box coefficient	BC	SSC'/SSC_i	Dimens.
Suspended sediment discharge	SSQ	$\sum(SSC_i Q)0.0864$	$t\ day^{-1}$
Bedload discharge	QB	$\sum(m/wt_2)L_x 0.0864$	$t\ day^{-1}$

Q_i water discharge in each vertical segment, A_i influence area of the vertical, V_i mean flow velocity in the sampled vertical, K constant of variable proportionality (dimensionless), h flow depth, Vt transit rate, M suspended sediment mass, V_{sample} sample volume, SSC' average of suspended sediments concentration, SSC_i suspended sediment concentration at each vertical, 0.0864 is for the transformation of data in $t\ day^{-1}$, m mass of sediment from bedload transport, w width of nozzle—US BLH-84, t_2 sampling time of bedload transport, L_x equivalent width

soil or sediment (suspended sediment and bedload) was digested in Teflon vessels with 9 mL of HNO_3 and 3 mL of HCl USEPA 3051A (USEPA 1998) in a microwave oven (MarsXpress) for 8 min and 40 s on the temperature ramp, the necessary time to reach 175 °C. Then, this temperature was maintained for an additional 4 min and 30 s. The same procedure was applied for 5-mL water samples digestion.

After digestion, all extracts were transferred to 50-mL certified flasks (NBR ISO/IEC), filled with ultrapure water (Millipore Direct-Q System) and filtered in a slow filter paper (Macherey Nagel®). High purity acids were used in the analysis (Merck PA). Glassware was cleaned and decontaminated in a 5 % nitric acid solution for 24 h and then rinsed with distilled water.

Calibration curves for metal determination were prepared from standard 1000 mg L^{-1} (Titrisol®, Merck). Sample analysis was done only when the coefficient of determination (r^2) of the calibration curve was higher than 0.999. Analytical data quality and standard operation procedures, such as curve recalibration, analysis of reagent blanks, recovery of spike, and analysis of standard reference material 2710a Montana I Soil (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, Fe, and Mn) and 2709a San Joaquin Soil (As and Hg) (NIST 2002), were carried out. The percentage recovery of metals in the spiked samples ranged from 87.20 to 101.42 %. In addition, the NIST recoveries ranged from 83 to 116 %. All analyses were carried out in duplicate.

The concentrations of Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn were determined by inductively coupled plasma (ICP-OES/Optima 7000, Perkin Elmer). As and Hg were determined by an atomic absorption spectrophotometer (PerkinElmer AAnalyst™ 800) coupled to a hydride generator (FIAS 100/Flow Injection System/PerkinElmer) using an electrodeless discharge lamp (EDL). The detection limits were 0.0006, 0.00009, 0.004, 0.0002, 0.0006, 0.00075, 0.003, 0.001, 0.003, and 0.004 mg L^{-1} for Fe, Mn, Pb, Cd, Zn, Cr, Cu, Ni, Hg, and As, respectively.

Trace element flux

The trace element fluxes in suspended sediments were calculated using the following equation (Horowitz et al. 2001):

$$\text{flux} = \left(\frac{\text{MEC.SSC}}{1000}\right) \text{Q.0.0864} \quad (1)$$

where flux is the trace element fluxes in suspended sediment ($t\ day^{-1}$), MEC is the metal element concentration ($\mu g\ g^{-1}$), SSC is the suspended sediment concentration ($g\ L^{-1}$), Q is the water discharge ($m^3\ s^{-1}$), and 0.0864 is for the transformation of data in $t\ day^{-1}$. Note that the trace element flux in suspended sediment was calculated after recalculation of the concentration from mass $mass^{-1}$ units to mass $volume^{-1}$. The trace element flux in bedload was calculated by the relation between the amount of bed sediment crossing the site (Gray 2005) and its respective metal concentration.

Statistical analysis

Pearson's correlation, descriptive statistics, regression, and cluster analysis were applied in this study. Pearson's correlation was used based on data normality. To carry out the cluster analysis, we used standardized data to avoid misclassification due to differences in data dimensionality (Webster 2001). In addition, Ward's method was chosen (Euclidean distance as a measure of similarity), mainly because it merges clusters on the basis of the sum of squares and the best performing hierarchical clustering, which minimizes information loss (see detailed discussion in Templ et al. 2008).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Results and discussion

Hydrology of Ipojuca River

The rating curve relating water discharge and flow depth (h= $3.4372Q^{2.095}$; p<0.0001; n=24) provided a determination coefficient equal to 0.92. This depicted the natural variability of hydrological events. This rating curve was fitted to water discharge and flow depth ranging from 0.27 to 25.26 $m^3\ s^{-1}$ and 0.27 to 2.43 m. The number of measurements and the difference between minimum and maximum values were essential for improving the effectiveness of rating curve (Carvalho 2008).

In the upstream cross section, a multi-modal dominant discharge was observed, with peaks of suspended sediment concentration lagging behind, taking place at the same time as well as after extreme flow events (Fig. 2a). The first two trends of sediment concentration to hydrograph are typical of semiarid environment and may be related to low flow or short distance of transport from erosion site in the upstream cross section. The fast hydrological response observed in the upstream cross section has been often reported in semiarid studies (Yuanxu Ma et al. 2010; Cantalice et al. 2013).

Despite being most common in the semiarid environment, the lag far behind the peak of suspended sediment concentration related to the flow (Fig. 2b) might be linked to the first flow events provoked by high intensity rainfall, which resulted in more losses of soil particles in the downstream cross-section (Colby 1963). This hypothesis may be supported by the difference of erosivity between rainfall from coastal zone and semiarid region, ranging from 5500 to 10,000 Mj mm $ha^{-1}\ h^{-1}\ year^{-1}$ and 1500 a 3500 Mj mm $ha^{-1}\ h^{-1}\ year^{-1}$, respectively (Cantalice et al.

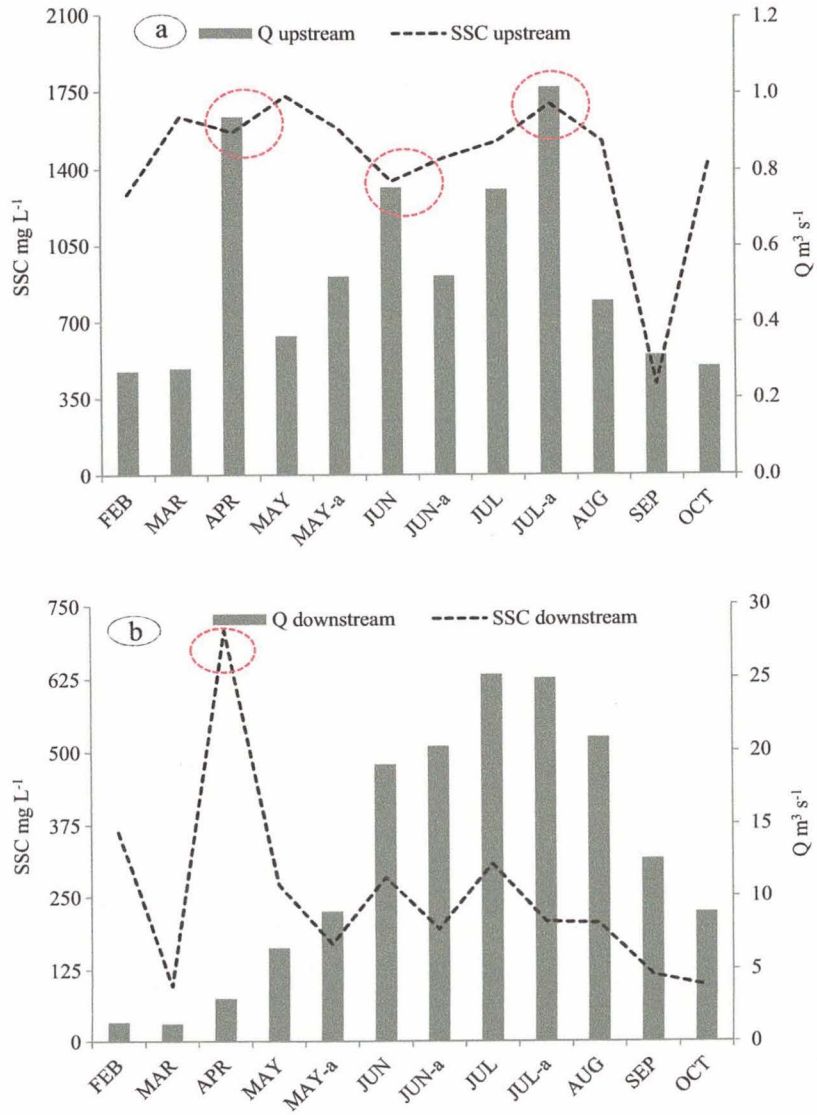


Fig. 2 **a**, **b** Hydrographs and sedigraphs at the studied sites of Ipojuca River. *Small letter a* represents the second measurement in month

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

2009). The highest erosivity, predominance of 13–20 and 20–45 % slope classes (Fig. 1) as well as Ultisols that comprise 32 % of the Ipojuca Watershed (i.e., soils highly susceptible to erosion due to the presence of Bt horizon) likely increased the fine sediment supply in the first rainfall events and runoff at the downstream site.

The flow depth showed a standard deviation equal to 0.08 and 0.49 with a mean flow velocity equal to 0.15 and 0.26 m s^{-1}, upstream and downstream, respectively (Table 2). In the upstream cross section, the suspended sediment discharge ranged from 29.91 t day^{-1} for the period with the lowest water discharge (0.27 m^3 s^{-1}) to 150.35 t day^{-1} for the period with the highest water discharge (1.02 m^3 s^{-1}), whereas in the downstream cross section, the suspended sediment discharge ranged from 7.67 t day^{-1} for the period with the lowest water discharge (1.21 m^3 s^{-1}) to 669.18 t day^{-1} for the period with the highest water discharge (25.26 m^3 s^{-1}). The mean coefficient box showed values equal to 1 at both sites, which comprise the ideal range of 0.9 to 1.2 (Gray 2005). Thereby, the suspended sediment sampling was regarded accurate.

Table 2 Hydraulic and sediment transport variables studied in Ipojuca River

Months	*h*	*V*	*Q*	SSQ	QB	(QB/SSQ)×100
Upstream						
Feb	0.27	0.12	0.27	29.91	0.03	0.11
Mar	0.29	0.13	0.28	32.40	0.01	0.03
Apr	0.48	0.14	0.94	113.68	0.13	0.11
May	0.34	0.10	0.36	50.85	0.01	0.02
May[a]	0.37	0.13	0.52	74.18	0.10	0.13
Jun	0.43	0.18	0.75	85.18	0.04	0.04
Jun[a]	0.40	0.14	0.52	65.41	0.01	0.01
Jul	0.43	0.18	0.75	97.83	0.01	0.01
Jul[a]	0.56	0.19	1.02	150.35	1.98	1.32
Aug	0.40	0.16	0.46	60.97	0.39	0.65
Sep	0.32	0.14	0.31	11.26	0.01	0.07
Oct	0.38	0.12	0.29	35.72	0.04	0.12
Mean	0.39	0.15	0.54	67.31	0.23	0.22
SD	0.08	0.03	0.26	39.79	0.56	0.39
Downstream						
Feb	0.80	0.07	1.32	26.41	0.07	0.27
Mar	1.02	0.04	1.21	7.67	0.01	0.14
Apr	1.90	0.15	2.94	195.77	0.03	0.02
May	1.27	0.18	6.49	131.61	0.05	0.03
May[a]	1.44	0.25	8.98	152.45	0.11	0.08
Jun	1.98	0.33	19.13	463.63	0.38	0.08
Jun[a]	2.04	0.35	20.38	341.29	0.05	0.01
Jul	2.43	0.38	25.26	669.18	0.22	0.03
Jul[a]	2.06	0.42	25.01	506.52	0.08	0.02
Aug	1.98	0.38	20.94	335.22	0.09	0.03
Sep	1.66	0.28	12.63	146.71	0.06	0.04
Oct	1.36	0.25	8.92	73.81	0.28	0.37
Mean	1.66	0.26	12.77	254.19	0.12	0.09
SD	0.49	0.12	9.05	208.77	0.11	0.12

(QB/SSQ)× 100 ratio between bedload and suspended sediment discharge (%), *SD* standard deviation

[a] Second measurement at month

At both the upstream and downstream cross sections, the bedload/suspended sediment ratio was lower than 5 %. According to Yang (1996), the bedload transport rate of a river is about 5–25 % of the suspended sediment transport. Nevertheless, the low rates might be related to the presence of dams (Fig. 1) which are known to have a strong effect on sediment transport (Walling 2006; Preciso et al. 2012). Besides this possibility, the median grain diameter (D50) ranging from 0.252 to 0.736 mm may have triggered the suspension of bedload into flow due to turbulent motions (Powell 2009). Based on bedload suspension criterion, the bedload movement can occur between 0.07 to 4 mm of grain size (Bagnold 1966).

Metal concentration in water, suspended sediment, and bedload

Despite the lack of spatial variation (cluster analysis not shown), temporal variation was observed in trace element concentration in water (Fig. 3). Therefore, the monthly average between the water concentration upstream and downstream was calculated considering high and low water discharge conditions. In the first period, ranging from February to April, the mean metal concentration followed the order (mg L^{-1}) Zn (10)>Fe (0.88)>Ni (0.46)>Pb (0.45)>Mn (0.34)>Cu (0.2)>Cr (0.02)>Cd=As (0.01)>Hg (<DL=below detection limit), while in the second period, ranging from May to October, it followed the order (mg L^{-1}) Zn (0.73)>Fe (0.17)>Mn (0.04)=Cu (0.04)>As (0.01)>Pb=Cd=Cr=Ni=Hg (<DL). The lowest trace element concentrations were observed under high water discharge period, ranging from may to October as a consequence of the dilution effect (Seyler and Boaventura 2003; Thorslund et al. 2012). Seasonal variation was also observed in the Odiel and Tinto Rivers owing to the lowest metal concentrations under less concentrated surface runoff (Nieto et al. 2007). In addition, the concentrations of Fe, Pb, Cr, and As were lower than the permitted level in the irrigation water standard (WHO 2006), but the other metals exceeded the WHO guidelines as follows, in terms of number of samples: Cd, Ni, and Zn 3 months each one (FEB, MAR, and APR); Cu 1 (APR); and Mn 1 (FEB). Despite this scenario, the water of Ipojuca River has still been widely used for multiple uses.

The mean trace element concentrations in suspended sediments were predominantly higher than in the bedload (Table 3). These values were used to compute the percentage

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

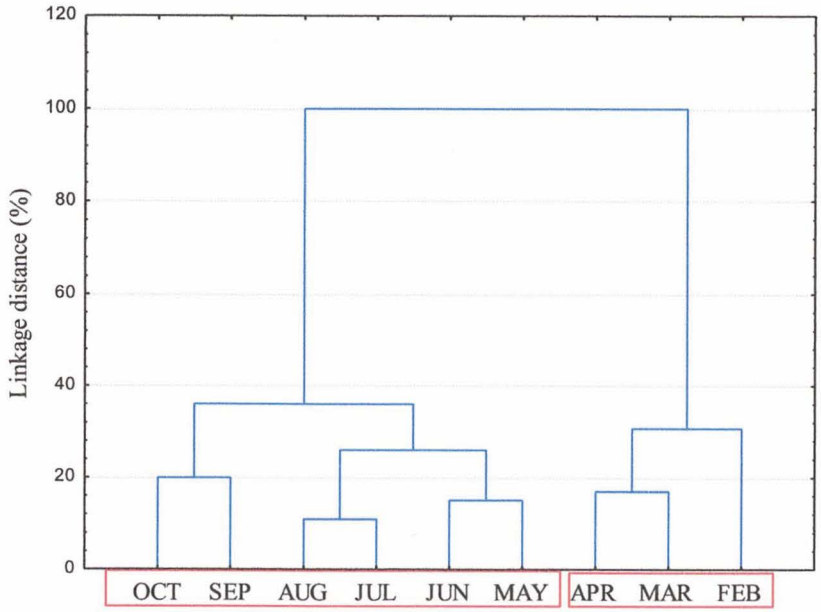


Fig. 3 Cluster analysis of trace element concentrations in water, according to Ward's method

of trace element flux associated with each fraction at both sites. The background values followed the order (mg kg^{-1}) Fe (10682.9)>Mn (238.9)>Zn (93.1)>Pb (20.7)>Cr (19.4) >Ni (8.2)>Cu (4.6)>As (0.2)>Cd (0.1)>Hg (0.05) and Fe (24454.1)>Mn (113.9)>Cr (27.4)>Pb (15)>Zn (12.1)>Cu (8.7)>Ni (3.1)>As (1)>Cd (0.3)>Hg (0.06), upstream and downstream, respectively. In the suspended sediment, the concentrations of Fe, Ni, and Hg were lower than the background values. However, Mn, Pb, Cd, Zn, Cr, Cu, and As exceeded the background values in 100, 33, 25, 25, 8, 33, and 100 % of the samples. In the downstream cross section Fe, (Mn, Zn, Cu, Ni, and As), Pb, Cd, Cr, and Hg exceeded the background values in 75, 100, 92, 17, 75, and 50 % of the samples, respectively.

In general, the concentration of trace elements in bedload was lower than in suspended sediment but exceeded the background values in the following percentage order As (75 %)> Mn (58 %)>Cu (42 %)>Pb, Cd, Zn, Cr and Ni (25 %)>Hg (17 %) and Zn (100 %)>As and Ni (83 %)>Cu and Mn (58 %)>Pb (50 %)>Hg (33 %)>Cr (25 %)>Fe (8 %), upstream and downstream, respectively. Both the concentration of Fe at the upstream site and of Cd at the downstream site were lower than the background values.

Correlating hydrology and metals concentration

The water discharge was positively correlated with the concentration of Fe, Pb, Cr, Ni, Hg, and As in suspended sediment, whereas no correlation was observed for Mn, Cd, Zn, and Cu (Tables 4 and 5). Except for Mn, the negative correlation between the suspended sediment concentration and trace elements suggested that the amount of suspended sediment do not play an important role in the trace element concentration. These results were supported by measurements carried out upstream, where the highest suspended sediment resulted in the lowest metal concentration in comparison with the downstream measurements.

The strong positive correlation of Fe with Pb, Cr, Cu, Ni, Hg, and As suggested that these metals in suspended sediments were likely transported and mediated by oxyhydroxides. However, the same correlation was not observed for Mn, Cd, and Zn. This behavior was also observed by Roussiez et al. (2013) who showed that particulate metals (except for Cd and Mn) usually depict a strong correlation with Fe. Not surprisingly, neither the bedload nor the bedload/suspended sediment ratio was correlated with the metal concentration in this fraction. The strong positive correlation of Pb with Zn, Cr, Cu, Ni, Hg, and As in suspended sediment and Zn, Cr, and Ni in bedload might be related to similar anthropogenic sources, being essential the comparison with the background values aforementioned. On the other hand, the lack of correlation between Pb and Cd not only in suspended sediment but also bedload highlights the high affinity of Pb to the solid phase, whereas Cd is often more soluble (Wong et al. 2006).

The lack of correlation between discharge and/or suspended sediment concentration with metals makes it infeasible to estimate water, suspended, and bedload chemical levels using rating curves. These correlations are usually difficult to establish (Nieto et al. 2007). Therefore, the trace element flux was obtained through concurrent measurements of hydrologic features and metal concentrations in suspended and bedload sediments. Despite some studies having estimated trace element fluxes using rating curves, this approach

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 3 Trace elements concentration in suspended sediment and bedload of studied sites (mg kg^{-1})

Months	Fe	Mn	Pb	Cd	Zn	Cr	Cu	Ni	Hg	As	Fe	Mn	Pb	Cd	Zn	Cr	Cu	Ni	Hg	As
	Metal concentration in suspended sediment-upstream										Metal concentration in bedload-upstream									
Feb	1171.50	1345.50	1.40	0.25	20.95	3.30	7.40	1.75	0.02	0.97	6665.00	147.05	31.35	0.40	15.00	21.85	19.15	10.10	0.03	0.39
Mar	1801.91	2164.47	17.43	0.05	99.73	3.85	1.93	1.20	0.03	1.21	5795.91	238.17	26.78	0.10	350.10	53.00	42.03	34.65	0.04	0.89
Apr	1843.41	968.97	5.08	0.00	47.08	2.25	0.00	1.00	0.02	1.15	4637.91	210.32	8.03	0.00	59.88	8.25	3.78	2.95	0.03	0.40
May	5181.30	1483.42	27.48	0.05	95.51	11.14	11.38	6.75	0.05	1.23	10199.76	790.52	40.14	0.00	276.90	27.10	10.54	14.61	0.04	1.18
May[a]	5325.00	1172.72	17.13	0.20	18.23	10.05	3.40	4.55	0.02	1.11	3167.41	322.12	5.96	0.00	38.35	5.75	1.63	1.98	0.06	0.17
Jun	2686.03	867.43	10.21	0.00	45.80	3.75	1.03	2.18	0.02	1.08	3204.91	712.72	6.13	0.00	39.05	5.42	1.33	1.80	0.04	0.32
Jun[a]	3700.30	1996.90	19.79	0.00	92.87	6.76	3.86	3.19	0.02	2.30	4348.50	692.56	18.50	0.00	150.77	15.63	5.37	7.31	0.09	0.48
Jul	1164.78	518.43	19.84	0.00	42.25	5.45	2.08	0.55	0.01	0.65	2479.16	203.34	5.91	0.00	35.68	4.47	1.61	1.15	0.03	0.04
Jul[a]	1091.78	575.43	10.29	0.00	34.30	2.95	1.90	1.80	0.01	0.57	6822.69	725.36	12.80	0.03	85.55	10.78	5.83	4.67	0.03	0.35
Aug	6380.00	3216.47	142.90	0.25	31.45	34.15	4.80	5.60	0.02	1.96	3184.78	192.80	6.09	0.00	36.40	6.77	2.28	2.10	0.03	0.18
Sep	2693.85	1827.67	106.90	0.00	154.13	14.11	10.76	2.55	0.03	0.55	4604.41	622.97	8.93	0.00	58.53	6.42	3.66	2.95	0.03	0.30
Oct	2991.39	1656.02	56.84	0.00	77.01	11.42	4.53	3.03	0.03	0.41	6592.50	326.34	6.05	0.13	8.48	9.20	9.98	3.00	0.03	0.26
Mean	3002.61	1482.78	36.27	0.07	63.27	9.10	4.42	3.01	0.02	1.01	5141.91	432.02	14.72	0.05	96.22	14.47	8.35	7.27	0.04	0.41
Sd	1793.84	762.45	44.38	0.10	40.87	8.82	3.67	1.77	0.01	0.56	2195.08	251.98	11.84	0.12	109.16	14.01	11.75	9.52	0.02	0.32
	Metal concentration in suspended sediment - downstream										Metal concentration in bedload-downstream									
Feb	16450.00	972.50	4.13	0.69	70.06	19.81	72.50	17.63	0.05	6.25	9360.00	98.30	11.55	0.35	29.35	44.35	41.65	14.00	0.05	2.96
Mar	10350.91	245.47	90.13	0.35	435.63	18.60	13.43	12.85	0.03	6.69	6495.91	51.2	41.53	0.00	475.45	57.45	16.48	40.35	0.08	2.74
Apr	12565.91	200.52	45.58	0.20	158.83	15.15	10.83	5.15	0.12	11.37	9965.91	76.32	15.63	0.00	271.58	14.00	39.93	9.40	0.07	4.27
May	31122.73	959.03	320.20	0.17	534.27	60.63	77.22	19.58	0.11	15.07	3712.95	160.64	8.23	0.00	80.60	8.83	5.53	6.67	0.06	1.63
May[a]	31814.58	759.90	682.05	0.23	68.53	141.88	19.90	13.34	0.07	12.81	7460.91	115.59	8.91	0.00	70.25	9.55	8.01	6.00	0.09	2.61
Jun	25966.38	718.76	379.38	0.15	299.98	72.00	18.51	16.73	0.08	11.86	3230.91	66.92	4.68	0.00	33.20	15.60	3.38	1.00	0.04	0.33
Jun[a]	39845.70	939.48	223.26	0.32	56.16	81.94	33.13	19.69	0.08	7.40	14763.41	527.39	18.48	0.03	81.93	19.07	13.86	5.13	0.08	3.52
Jul	34504.69	656.95	123.30	0.28	50.19	58.52	25.69	15.14	0.06	9.01	5833.41	147.07	7.78	0.00	65.53	7.87	5.73	3.63	0.04	1.74
Jul[a]	28635.78	612.90	496.11	0.05	269.58	89.30	20.84	16.95	0.06	9.11	12945.91	941.97	19.66	0.00	103.30	15.25	16.06	5.53	0.04	2.96
Aug	39006.49	796.90	325.23	0.12	357.15	332.17	46.61	17.90	0.06	8.16	15487.78	308.58	25.56	0.05	111.75	21.17	18.08	8.48	0.05	2.58
Sep	31516.07	770.90	662.00	0.22	363.43	123.62	90.28	35.25	0.14	8.75	27683.41	426.92	34.51	0.18	143.88	34.50	19.93	12.25	0.06	2.95
Oct	37236.47	1049.74	275.23	0.51	38.58	88.31	24.97	9.17	0.04	10.08	3984.16	27.32	4.81	0.00	44.95	5.12	4.16	1.70	0.03	0.36
Mean	28251.31	723.59	302.22	0.27	225.20	91.83	37.83	16.62	0.08	9.71	10077.06	245.68	16.78	0.05	125.98	21.06	16.07	9.51	0.06	2.39
SD	10057.28	269.38	224.98	0.18	173.45	85.44	27.34	7.27	0.03	2.64	6955.38	270.14	11.87	0.11	127.79	16.17	12.91	10.46	0.02	1.18

SD standard deviation

[a] Second measurement in the same month

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 4 Pearson's correlation matrix for suspended sediment metal concentration (mg kg^{-1}). Significant correlations at $p<0.05$ are set in italic

	Q	SSC	SSQ	QB	(QB/SSQ)	Fe	Mn	Pb	Cd	Zn	Cr	Cu	Ni	Hg	As
Q	1.00														
SSC	*−0.67*	1.00													
SSQ	*0.92*	−0.45	1.00												
QB	−0.04	0.22	0.09	1.00											
(QB/SSQ)	−0.24	0.28	−0.16	*0.92*	1.00										
Fe	*0.84*	*−0.84*	*0.63*	−0.12	−0.22	1.00									
Mn	−0.38	0.46	−0.40	−0.10	0.12	−0.37	1.00								
Pb	*0.63*	*−0.68*	0.40	−0.09	−0.18	*0.74*	−0.24	1.00							
Cd	0.16	*−0.53*	0.00	−0.12	0.06	0.46	−0.14	0.13	1.00						
Zn	0.32	*−0.57*	0.18	−0.18	−0.27	0.42	−0.32	*0.49*	0.01	1.00					
Cr	*0.66*	*−0.58*	0.43	−0.08	−0.17	*0.75*	−0.22	*0.67*	0.14	0.43	1.00				
Cu	0.39	*−0.65*	0.16	−0.16	−0.16	*0.65*	−0.25	*0.54*	*0.50*	*0.58*	*0.48*	1.00			
Ni	*0.67*	*−0.77*	0.45	−0.15	−0.23	*0.80*	−0.35	*0.75*	0.44	*0.62*	*0.59*	*0.87*	1.00		
Hg	*0.51*	*−0.66*	0.39	−0.22	−0.35	*0.67*	−0.41	*0.65*	0.26	*0.59*	0.43	*0.74*	*0.80*	1.00	
As	*0.63*	*−0.82*	*0.51*	−0.13	−0.24	*0.84*	*−0.48*	*0.71*	0.43	*0.59*	*0.53*	*0.61*	*0.71*	*0.78*	1.00

seems to be often inappropriate both in large and small rivers (Horowitz et al. 2008).

Trace element fluxes in suspended sediment and bedload

Both upstream and downstream, the suspended sediment contributed more than 99 % of the trace element fluxes (Table 6). According to Viers et al. (2009), the trace element flux of major rivers in the world was mainly associated with suspended sediments instead of water (bedload not studied). Based on 15 Gt $year^{-1}$ for the world suspended flux (common accepted value), they observed that 96 % of As, 88 % of Cd, 99 % of Cr, 95 % of Cu, 99 % of Fe, 95 % of Mn, 97 % Ni, 99 % of Pb, and 99 % of Zn were transported by suspended sediment. Nicolau et al. (2012) also showed that Cu, Zn, Cd, and Pb were predominantly transported by suspended sediment, 92, 89 96, and 97 %, respectively.

The highest trace element fluxes in suspended sediment may be related to the pH, with 90 % of values higher than 7.5 and 7, upstream and downstream, respectively (SRH 2010). Although sorption reactions between water and sediments can be controlled by several parameters, the pH is

Table 5 Correlation matrix for bedload metal concentration (mg kg^{-1}). Hydraulic and sediment transport variables were also included. Significant correlations at $p<0.05$ are set in italic

	Q	SSC	SSQ	QB	(QB/SSQ)	Fe	Mn	Pb	Cd	Zn	Cr	Cu	Ni	Hg	As
Q	1.00														
SSC	*−0.67*	1.00													
SSQ	*0.92*	−0.45	1.00												
QB	−0.04	0.22	0.09	1.00											
(QB/SSQ)	−0.24	0.28	−0.16	*0.92*	1.00										
Fe	0.44	−0.41	0.22	−0.09	−0.16	1.00									
Mn	0.05	0.27	0.06	0.18	0.09	0.23	1.00								
Pb	−0.01	−0.06	−0.15	−0.18	−0.19	*0.56*	0.19	1.00							
Cd	−0.17	0.00	−0.26	−0.11	0.01	0.28	−0.21	0.29	1.00						
Zn	−0.15	−0.04	−0.17	−0.15	−0.16	0.18	−0.01	*0.72*	−0.17	1.00					
Cr	−0.08	−0.16	−0.21	−0.18	−0.13	0.37	−0.14	*0.74*	0.43	*0.72*	1.00				
Cu	−0.02	−0.17	−0.07	−0.19	−0.15	0.41	−0.21	0.45	*0.51*	*0.49*	*0.71*	1.00			
Ni	−0.21	−0.07	−0.29	−0.19	−0.13	0.17	−0.16	*0.74*	0.21	*0.88*	*0.92*	*0.61*	1.00		
Hg	0.12	−0.34	0.03	−0.27	−0.33	0.29	−0.01	0.27	−0.11	0.37	0.27	0.22	0.30	1.00	
As	0.46	*−0.64*	0.34	−0.23	−0.28	*0.67*	−0.07	0.39	0.09	0.39	0.41	*0.62*	0.33	*0.62*	1.00

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 6 Trace element fluxes in suspended sediment and bedload (t year^{-1})

	Fe	Mn	Pb	Cd	Zn	Cr	Cu	Ni	Hg	As
Upstream										
SS	69.36	31.34	0.65	0.001	1.30	0.19	0.078	0.070	0.001	0.028
B	0.50	0.050	0.001	0.000	0.006	0.001	0.0004	0.0003	0.000	0.000
Total	69.86	31.39	0.651	0.001	1.306	0.191	0.078	0.070	0.001	0.028
B/SS (%)	0.72	0.16	0.15	0	0.46	0.53	0.51	0.42	0	0
Downstream										
SS	2875.78	65.69	28.21	0.018	18.82	2.92	2.92	1.53	0.006	0.892
B	0.316	0.0075	0.0004	0.000	0.003	0.0006	0.0004	0.0002	0.000	0.0001
Total	2876.09	65.697	28.21	0.018	18.823	2.9206	2.9204	1.53	0.006	0.892
B/SS (%)	0.01	0.01	0.001	0	0.01	0.02	0.01	0.01	0	0.01

SS suspended sediment, *B* bedload

regarded to have a major influence (Gundersen and Steinnes 2003). As neutral pH constrains the transport in dissolved phase and the trace element flux in bedload of Ipojuca River accounted for less than 1 %, the suspended sediment played the most important role in trace element fluxes. Studying the fluxes of trace elements from a highly polluted watershed, Žák et al. (2009) pointed out that more than 99 % of Pb and also the most trace elements were transported by suspended particulate matter, the dissolved phase transport becoming negligible.

The bedload did not play an important role in trace element fluxes, but in polluted rivers with concurrent high bedload/suspended sediment ratio (not observed in Ipojuca River), this fraction may need to be considered in future studies. The values of ratio between bedload and suspended sediment ranging from 4 to 12 % have been reported in semiarid streams (Cantalice et al. 2009). However, the trace element fluxes were not determined in this research. Furthermore, the total trace element flux in solid phase (suspended sediments+bedload) followed the order Fe>Mn>Zn>Pb>Cr>Cu>Ni>As>Cd=Hg and Fe>Mn>Pb>Zn>Cr>Cu>Ni>As>Cd>Hg, upstream and downstream, respectively (Table 6).

The contamination in Ipojuca River is caused by a variety of sources, including inappropriate use of chemical substances, such as pesticides and insecticides, untreated sewage sludge, and wastewater from industrial and agricultural activities. By far Pb and to a less extent Zn in suspended sediments at the downstream site represent a major concern. Both Pb and Zn showed the highest concentration in May, 682.05 and 534.27 mg kg^{-1}, respectively (Table 3). These concentrations might be linked to petroleum and coal combustion products, such as tires and oil tire residues (Horowitz 2009). Zn, found in high concentrations in the suspended sediments, is most likely due to the sugarcane industry, with its large-scale use of agrochemicals and fertilizers. In addition, municipal solid waste incineration may enhance the atmospheric deposition and consequently aerosol particles enriched with Pb and Zn (Le Floch et al. 2003).

The Pb fluxes discussed herein is even higher than those reported for Tinto (15 t year^{-1}) and Odiel (12 t year^{-1}) Rivers —both highly impacted by acid mine drainage pollution which leads to an overall decrease in pH and an overwhelming transport by dissolved phase (Nieto et al. 2007). This result draws attention to the extreme degree of contamination encountered across Ipojuca River. Mayes et al. (2013) used a range of spatial datasets to assess the distribution of Cd, Cu, Pb, and Zn fluxes across catchments containing extensive mineralization and a legacy of metal mining in England and Wales. Of notable interest, the Zn flux of 18.82 t year^{-1} encountered in Ipojuca River is of similar magnitude to that draining the highly impacted metal mining complex of Mynydd Parys on the Isle of Anglesey (21 t year^{-1}); also, the total mean annual flux of Pb equal to 28.21 t year^{-1} at Ipojuca River is higher and of similar magnitude of the values from major rivers of England and Wales, under non-mining rural areas (32 sites) and non-mining urban areas (36 sites), equal to 24.1 and 30.7 t year^{-1}, respectively.

The average yields of Pb and Zn in suspended sediment of Ipojuca River were 4.20[1] and 2.93 kg km^2 year^{-1}, respectively. Thorslund et al. (2012) observed in Tuul River, regarded highly impacted by mining activities, that its watercourse transported 1.60 and 1.30 kg km^2 year^{-1} of Pb and Zn (suspended+dissolved phase), respectively. Nicolau et al. (2012) calculated that the Pb yield (suspended+dissolved) to the sea of some Mediterranean rivers was equal to 3.4 kg km^2 year^{-1}. Important rivers, such as Nilo, Rhône, Po, Axios, Aude, Hérault, Venice, Tet, Orb, Eygoutier, and also small rivers were considered in their study. Therefore, the highest flux of Pb and Zn in Ipojuca River highlighted the importance to include also medium or small rivers in future estimation of world trace element fluxes. Mayes et al. (2013) clearly demonstrated the large contribution of small or

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

medium catchments often overlooked in global and regional studies regarding metal fluxes from land to coastal waters (Viers et al. 2009).

Fate of trace elements transported by suspended sediment

Understanding the fate and also the extent to which trace elements in suspended sediment become bioavailable is acknowledged as a major question (Thorslund et al. 2012). Nevertheless, the values discussed herein depict only environmentally available concentrations. Whether related to exchangeable fraction (i.e., most associated with toxic effects) or iron and manganese oxides fraction, the metals become less or more available under specific conditions as discussed for the pH. As a result, it is fundamental to consider whether the trace elements in suspended sediment settle down in estuarine environment or reach the ocean in order to provide insights regarding the adverse effects in aquatic systems. Although data analyzed here do not allow us to discuss this issue in the broadest sense, according to Windom (1990), the suspended material is often settled down nearshore. Martin and Whitfield (1983) observed that only 10 % of suspended sediment reaches the sea. They studied twenty east coast North American rivers and concluded that the trace element particulate transport was not delivered to open ocean. Mechanisms related to suspended sediment and trace element deposition in estuarine zones are poorly understood, but based on the previous aforementioned studies and the slope predominantly flat (Fig. 1) near the coast, we hypothesize that the major part of the suspended sediment has been deposited in estuarine zones, where the harmful impact to aquatic life seems to be greater.

Conclusions

This research sheds light on the importance of studying both metal concentrations in water/sediments and also the associated chemical fluxes. The highest trace element concentration in water under low water discharge conditions poses the highest threat for aquatic life as a consequence of the highest concentration in trace elements. Despite this scenario, the water of Ipojuca River has been widely used for multiple uses.

The increase of metal flux associated with suspended sediment toward the downstream cross section suggests increased anthropogenic inputs. Suspended sediment is the major source responsible for metal transport along the river. Both upstream and downstream, the suspended sediment contributed more than 99 % of the trace element fluxes. The average fluxes of Pb and Zn in suspended sediment equal to 4.20 and 2.93 kg km^2 year^{-1} highlighted the importance to include also medium or small polluted rivers in future estimation of world trace element fluxes in order to protect estuaries and coastal zones.

Bedload did not play an important role in trace element fluxes. Even after increasing the water discharge toward the downstream site, the metal flux in bedload remained low (<1 %). Not measuring metals in bedload can make the environmental monitoring more economically feasible and less time-consuming. Thus, the data showed herein represent an important contribution not only for future estimation of trace element fluxes from world rivers but also for developing countries, where financial resources for sediment field measurement and trace elements analysis are scarce.

Acknowledgments This research was supported by Brazilian Government, MEC/MCTI/CAPES/CNPq/FAPs EDITAL N° 61/2011-Science Without Borders Program, project number (402603/2012-5), and by FACEPE process number (IBPG-0889-5.01/11).

Conflict of interests The authors declare that they have no conflict of interest.

References

Bagnold RA (1966) An approach to the sediment transport problem from general physics. Eds American Society of Civil Engineers

Bednarova Z, Kuta J, Kohut L, Machat J, Klanova J, Holoubek I, Jarkovsky J, Dusek L, Hilscherova K (2013) Spatial patterns and temporal changes of heavy metal distributions in river sediments in a region with multiple pollution sources. J Soils Sediments 13:1257–1269

Cantalice JRB, Bezerra S A, Figueira SB, Inácio ESB, Silva MDRO (2009) Linhas Isoerosivas do Estado de Pernambuco - 1ª Aproximação. Caatinga (Mossoró, Brasil) 22:75–80. (in Portuguese)

Cantalice JRB, Filho MC, Stosic BD, Piscoya VC, Guerra SMS, Singh VP (2013) Relationship between bedload and suspended sediment in the sand-bed Exu River, in the semi-arid region of Brazil. Hydrol Sci J 58(8):1789–1802

Carvalho NO (2008) Hidrossedimentologia Prática, segunda edição. Rio de Janeiro. (in Portuguese)

CCME (1995) Protocol for the derivation of Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life, Canadian Council of Ministers of the Environment, EPC–98E

Chon HS, Ohandja DG, Voulvoulis N (2012) The role of sediments as a source of metals in river catchments. Chemosphere 88:1250–1256

Colby BR (1963) Fluvial sediments-a summary of source, transportation deposition, and measurement of sediment discharge. US Geol Survey Bull 118l–A:47

Edwards TK, Glysson GD (1999) Field methods for measurement of fluvial sediment. In: Techniques of Water–Resources Investigations of the U.S. Geological Survey (USGS). Reston, Virginia, book 3, chapter C2, pp. 97

Gray JR (2005) Sediment data collection techniques. U.S. Geological Survey Training Course, Castle Rock and Vancouver, WA

Gundersen P, Steinnes E (2003) Influence of pH and TOC concentration on Cu, Zn, Cd, and Al speciation in rivers. Water Res 37:307–318

Horowitz AJ (1995) The use of suspended sediment and associated trace elements in water quality studies. IAHS special publication N° 4. IAHS Press, Wallingford, UK, p 58

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Horowitz AJ (2003) An evaluation of sediment rating curves for estimating suspended sediment concentrations for subsequent flux calculations. Hydrol Process 17:3387–3409

Horowitz AJ (2008) Determining annual suspended sediment and sediment–associated trace element and nutrient fluxes. Sci Total Environ 400:315–343

Horowitz AJ, Elrick KA, Smith JJ (2001) Estimating suspended sediment and trace element fluxes in large river basins: methodological considerations as applied to the NASQAN programme. Hydrol Process 15:1107–1132

Horowitz AJ, Elrick KA, Smith JJ (2008) Monitoring urban impacts on suspended sediment, trace element, and nutrient fluxes within the City of Atlanta, Georgia, U.S.A.: program design, methodological considerations, and initial results. Hydrol Process 22:1473–1496

Horowitz AJ (2009) Monitoring suspended sediments and associated chemical constituents in urban environments: lessons from the city of Atlanta, Georgia, USA Water Quality Monitoring Program. J Soils Sediments 9:342–363

Le Floch M, Noack Y, Robin D (2003) Emission sources identification in a vinicity of the municipal solid waste incinerator of Toulon in the South of France. J Phys Proc 107:727–730

Ma Y, Huang HQ, Jiongxin Xu J, Brierley GJ, Yao Z (2010) Variability of effective discharge for suspended sediment transport in a large semi-arid river basin. J Hydrol 388:357–369

MacDonald DD, Ingersoll CG, Berger TA (2000) Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. Arch Environ Contam Toxicol 39:20–31

Martin JM, Meybeck M (1979) Elemental mass balance of material carried by major world rivers. Mar Chem 7:173–206

Martin JM, Whitfield M (1983) The significance of the river input of chemical elements to the ocean. Trace metals in sea water. In: Wong Boyle Bruland Burton Goldberg, editor. Plenum Publishing Corporation

Mayes WM, Potter HAB, Jarvis AP (2013) Riverine Flux of metals from historically mined orefields in England and Wales. Water Air Soil Pollut 224:1425

National Institute of Standards and Technology - NIST (2002) Standard Reference Materials –SRM 2709, 2710 and 2711 Addendum Issue Date: 18 January

Nicolau R, Lucas Y, Merdy P, Raynaud M (2012) Base flow and stormwater net fluxes of carbon and trace metals to the Mediterranean Sea by an urbanized small river. Water Res 46: 6625–6637

Nieto JM, Sarmiento AM, Olías M, Canovas CR, Riba I, Kalman J, Delvalls TA (2007) Acid mine drainage pollution in the Tinto and Odiel rivers (Iberian Pyrite Belt, SW Spain) and bioavailability of the transported metals to the Huelva Estuary. Environ Int 33:445–455

Ollivier P, Radakovitch O, Hamelin B (2011) Major and trace elements partition and fluxes in the Rhône River. Chem Geol 285(1–4):15–31

Powell DM (2009) Dryland rivers: processes and forms. In: Parsons AJ, Abrahams AD (eds) Geomorphology of deserts environments, 2nd edn. Springer, Berlin, pp 333–373

Preciso E, Salemi E, Billi P (2012) Land use changes, torrent control works and sediment mining: effects on channel morphology and sediment flux, case study of the Reno River (Northern Italy). Hydrol Process 26:1134–1148

Roussiez V, Probst A, Probst JL (2013) Significance of floods in metal dynamics and export in a small agricultural catchment. J Hydrol 499:71–81

Secretaria de Recursos Hídricos – SRH (2010) Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Ipojuca: Diagnóstico Hidroambiental. Volumes 1, 2 e 3. (in Portuguese)

Seyler PT, Boaventura GR (2003) Distribution and partition of trace metals in the Amazon Basin. Hydrol Process 17:1345–1361

Simons DB, Sentürk F (1992) Sediment transport technology: Water and sediment dynamics. Colorado

Templ M, Filzmoser P, Reimann C (2008) Cluster analysis applied to regional geochemical data: problems and possibilities. Appl Geochem 23:2198–2213

Thorslund J, Jarsjo J, Chalov SR, Belozerova EV (2012) Gold mining impact on riverine heavy metal transport in a sparsely monitored region: the upper Lake Baikal Basin case. J Environ Monit 14: 2780–2792

USEPA (1998) Method 3051a - microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils

USGS (1973) Techniques of Water Resources Investigations. Washington

USGS (2005) Techniques of Water Resources Investigation. Washington

Viers J, Dupré B, Gaillardet J (2009) Chemical composition of suspended sediments in world rivers: new insights from a new database. Sci Total Environ 407:853–868

Yang CT (1996) Bedload Transport. In: Sediment Transport: theory and practice. (pp 90–121). McGraw-Hill

Žák K, Rohovec J, Navrátil T (2009) Fluxes of heavy metals from a highly polluted watershed during flood events: a case study of the litavka river, Czech Republic. Water Air Soil Pollut 203:343–358

Walling DE (2006) Human impact on land–ocean sediment transfer by the world's rivers. Geomorphology 79:192–216

Webster R (2001) Statistics to support soil research and their presentation. Eur J Soil Sci 52:331–340

WHO (2006) Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater: volume II: wastewater use in agriculture

Windom HL (1990) Flux of particulate metals between east coast north American rivers and the north Atlantic ocean. Sci Total Environ 97 (98):115–124

Wong CSC, Li X, Thornton I (2006) Urban environmental geochemistry of trace metals. Environ Pollut 142:1–16

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape 6383609

ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/305423859

Hydrology and water quality of a underground dam in a semiarid watershed

Article *in* African journal of agricultural research · July 2016

DOI: 10.5897/AJAR2016.11163

CITATIONS
7

READS
430

7 authors, including:



Jose Cantalice
Federal Rural of Pernambuco University
84 PUBLICATIONS **468** CITATIONS
SEE PROFILE



Victor Piscoya
Universidade Federal Rural de Pernambuco
1 PUBLICATION **7** CITATIONS
SEE PROFILE



Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva
Universidade Federal do Piauí
26 PUBLICATIONS **128** CITATIONS
SEE PROFILE



Sergio M S Guerra
Universidade Federal Rural de Pernambuco
24 PUBLICATIONS **90** CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Hydraulic resistance on overland flow in field condition under srhub and crops and interrill erosion View project

Influence of geochemical signature and mineralogy of granites on the pedogenesis and geochemistry of soils across a climosequence View project

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

All content following this page was uploaded by Jose Cantalice on 01 August 2016.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

academicJournals

Vol. 11(28), pp. 2508-2518, 14 July, 2016
DOI: 10.5897/AJAR2016.11163
Article Number: 5E66C9B59408
ISSN 1991-637X
Copyright ©2016
Author(s) retain the copyright of this article
http://www.academicjournals.org/AJAR

African Journal of Agricultural Research

Full Length Research Paper

Hydrology and water quality of a underground dam in a semiarid watershed

José R. B. Cantalice[1]*, Victor C. Piscoya[2], Vijay P. Singh[3], Yuri J. A. B. da Silva[1], Maria de F. C. Barros[1], Sergio M. S. Guerra[2] and Moacyr C. Filho[4]

[1]Soil Conservation Engineering Laboratory, Agronomy Department, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.
[2]Environmental Engineering Department, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.
[3]Biological and Agricultural Engineering Department and Civil and Environmental Engineering Department, Texas A & M University, College Station, Texas, U.S.A.
[4]Informatics and Statistics Department, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.

Received 29 April, 2016; Accepted 20 May, 2016

In the Brazilian semiarid regions, underground dams can efficiently store water under possible scenarios of climate change. However, the annual humidity vector in these regions is vertical, and annual evapotranspiration exceeds annual rainfall, resulting in the accumulation of salts in groundwater reservoirs. This study investigated over the course of two agricultural years the hydrologic behavior, soil moisture and the seasonal behavior of electrical conductivity (EC) of the irrigation water from an underground dam constructed in the Jacu watershed in a Brazilian semiarid region. The underground dam retained more soil moisture than other nearby areas during the rainy season; however, during dry periods, its storage capacity was reduced by evapotranspiration occurring inside and outside of the groundwater dam and after rainfall the same level of evaporation occurred from soil as from the dam. During the dry season the underground dam raised the concentration of salts in the irrigation water which was categorized as C4, corresponding to the far too saline irrigation water; however, in subsequent rainy seasons, the electrical conductivity of irrigation water decreased to be included in a group of low salinity of 0.95 dS m^{-1} (C1). The irrigation water sodicity changed from the risk of sodium accumulation to without sodium risk category.

Key words: Evapotranspiration, soil moisture, electrical conductivity, sustainability of semiarid.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

INTRODUCTION

Groundwater is the only available water resource in arid regions where surface water resources are scarce or even non-existent (Alley et al., 1999). Onder and Yilmax (2005) noted that in incoming decades sustainability of

*Corresponding author. E-mail: cantalice21@hotmail.com.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

water resources would be a key issue and the dependence on groundwater would increase. Sand-storage dams are a successful water harvesting technology in Kenya and a promising solution to ensure water and food security in other semi-arid regions. Assessment of the suitability of sand-storage dams for other semi-arid regions requires both an understanding of the hydrological factors for the success of a single dam and the regional effects of a network of dams (Quilis et al., 2009). Moon et al. (2012) reported that six underground dams in alluvial aquifers were built to retain flood flows and thus to acquire additional water supply for many uses as drinking water and agricultural irrigation.

An underground or groundwater dam is a facility that stores groundwater in the pores of strata for sustainable use. Groundwater dams have many advantages, e.g., unlike a surface dam, land is not submerged to store water and there is no danger of breaching due to natural or manmade disasters. The surface area can be used in the same way as before after the construction of the dam. An underground dam allows for the development of water resources in regions where the construction of surface dams is difficult due to geological conditions, and where groundwater cannot be used in its current state (low water table, etc.). Underground dams are composed of a cut-off wall to dam the groundwater flow and prevent the intrusion of seawater, as well as facilities (wells, intake shaft, and pumps) that draw up the stored groundwater (Ishida et al., 2011).

An underground dam significantly changes the groundwater level and groundwater flow from natural conditions and this change influences the quality of groundwater. It is important to evaluate the impact of groundwater dam construction on groundwater quality. Soil salinity is a serious problem in arid and semiarid areas that can lead to significant levels of groundwater salinity, which can be further aggravated by direct evaporation when impoundment results in a shallow water table (Ishida et al., 2011).

Evapotranspiration (ET), the process by which water in its liquid state evaporates from soils and due to plants to the atmosphere, is an important hydrological process. Referring to agricultural production, measurement of evapotranspiration is essential for determining crop water demand (Bakhtiari et al., 2001). Over the entire land surface of the globe, rainfall averages around 750 mm $year^{-1}$, of which about two thirds is returned to the atmosphere as evapotranspiration, making evapotranspiration the largest single component of the terrestrial hydrological cycle (Fisher et al., 2005), which is important to arid and semiarid regions.

The variability of evapotranspiration (ET) on shorter timescales is poorly constrained, but is critical for the coupled cycling of water, energy, and carbon in arid and semi-arid environments. In particular, the variability of evapotranspiration affects (1) the amount of precipitation partitioned into runoff and recharge; (2) how land-atmosphere interactions influence weather and climate; and (3) processes, such as plant productivity, soil respiration, and biogeochemical cycling. Considering the broad importance of evapotranspiration, ecosystem-level observations of evapotranspiration from semiarid environments are surprisingly limited. The limited field studies that have been completed in semiarid environments demonstrate that evapotranspiration varies greatly with time (Fernandez-Illescas et al., 2001).

Soil moisture is the key link between climate fluctuations and vegetation dynamics in space and time. Meteorological and vegetation conditions control evapotranspiration when soil moisture is not limiting, however, because precipitation is much less than potential evapotranspiration in arid and semiarid environments, evapotranspiration is believed to be limited by soil moisture most of the time in dry land ecosystems (Rodriguez-Iturbe, 2000). Unfortunately, field observations required to test these relationships are often lacking, particularly in arid and semiarid environments where limitations from soil moisture are believed to be the most important (Kurc and Small, 2004).

In water-limited ecosystems soil moisture and vegetation have a coupled relationship that is basic to ecosystem dynamics. The soil moisture plays a central role in the dynamic interaction between climate, soil, and vegetation and makes explicit the coupled dependence of water balance and water stress processes on soil moisture. Through transpiration, plants have an active role in soil water use that heavily conditions the water balance. The water balance, in turn, impacts plant growth, reproduction, and germination through the onset of water stress (Fernandez-Illescas et al., 2001).

Groundwater is a preferred source of water supply. Due to increasing population growth and a higher demand for potable water, the exploitation of groundwater resources is increasing (Verplanck et al., 2008), and it is estimated that approximately one third of the world's population consumes groundwater (UNEP, 2000). For the majority of small rural communities, groundwater remains the only source of potable water (Sharma et al., 2012).

In the Brazilian semiarid region, rural watersheds are exploited only during the rainy season, when local residents engage in shifting cultivation, largely because there is no technological process that involves the planting of subsistence crops, such as "macassar" bean, corn, sorghum, cassava and others with very low aggregate economic value, and extensive ranching. A technological alternative to increase the availability of water in the semiarid region of Northeast Brazil is the installation of underground dams, which can increase agricultural productivity of small and medium-sized farms, particularly the farms that lack the water required for conventional irrigation (Brito et al., 1999).

In arid regions, groundwater plays the critical economic role of facilitating rural subsistence farming, which is the basis of human survival; thus, groundwater enables

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

human settlement and supports individual livelihoods (Giordano, 2006). However, groundwater may have a higher soluble salt content than surface water due to its slower flow and longer period of contact with mineral and sediment-rich rocks. Additionally, groundwater quality varies due to changes in the chemical composition of sediments composing and overlying the aquifers (Jameel, 2002). In this sense Burger and Celkova (2003) reported that processes in that groundwater is drawn by evapotranspiration, and soluble salts coagulate on the surface of soil particles and sodium ions are adsorbed into the soil colloidal system. The water motion processes are determined by hydro-physical characteristics and hydraulic parameters of the porous subsurface environment and by water flow from and to the groundwater level. These processes result in the emergence and expansion of saline and alkali soils. Salt accumulation is a phenomenon that is not unique to any particular soil type in many soil classifications, but it is typically associated with flow and quantity of water, especially Solonetz (alkaline) and Solonchak (salt enrichment upon evaporation) (Bui, 2013). It occurs where evaporation is high relative to precipitation due to seasonal water deficit and leaching is insufficient to move salts out of the soil. Ben-Gala et al. (2009) said that studies of the whole-plant or crop responses to salinity often focus on yield or growth reduction in terms of solution ion concentration or electrical conductivity.

García-Garizábal and Causape (2010) observed that the electric conductivity (EC) and nitrate concentration increased in irrigated areas of Spain in the medium Ebro River basin; however, simple irrigation management was able to decrease the salt and nitrate export by 20 and 24%, respectively, and hence improved water quality. In this sense, acid mine drainage (also sometimes referred to as acid rock drainage) is a well-understood process and arises primarily when the mineral pyrite ('fool's gold' or iron disulphide) comes into contact with oxygenated water (McCarthy, 2011). This process that occurs in underground mining can decrease the water quality in the watersheds.

The Komesu underground dam is the first full-scale underground dam constructed to prevent saltwater intrusion in Japan. Although the cutoff wall of the dam effectively reduces the movement of saltwater into the reservoir area, saltwater masses remained behind the dam at the time of its completion, and saltwater can intrude beneath and diffuse through the wall, particularly when the reservoir level is below the sea level because of high pumping levels during the drought years. Therefore, it is necessary to estimate in advance whether the saltwater concentration in the pumped water is likely to exceed the permissible salinity level or not because of an increase in the residual saltwater mass as a result of saltwater intrusion and to take necessary measures to suitably manage the saltwater level behind the dam (Nawa and Miyazaki, 2009).

The objective of this study was to investigate over the course of two agricultural years, the hydrologic behavior, soil moisture and the seasonal behavior of the quality of irrigation water from an underground dam in the Jacu watershed in a Brazilian semiarid region.

MATERIALS AND METHODS

Location and characterization of experimental area

An experiment was conducted in a 2.1 km^2 area watershed of the Jacu River, located in the upper Pajeu region, a semiarid environment in the Brazilian state of Pernambuco. This region, near the Serra of Lagartixa, is found in the municipal boundary between the cities of Serra Talhada and Floresta, with the geographical coordinates of 8°07'07" South latitude and 38°23'55" West longitude. The climate is categorized as type BWh by the Köppen classification system, as the environmental conditions are semiarid, hot and dry, with summer-autumn rains, an average annual rainfall of 647 mm $year^{-1}$ between 1912 and 1991(SUDENE, 1990) and an annual temperature above 29°C. Entisols predominate in the region of the semiarid watershed of the Jacu River, particularly in the area that includes the riverbed banks in the lower parts of the Watershed, in accordance with EMBRAPA (2006). In the Jacu watershed, 82.76% of the area is occupied by native hyperxerophilous shrub-arboreal and 17.24% by shifting cultivation. Figures 1 and 2 show the location and soil cover maps of Jacu watershed, respectively.

Installation of underground dam

The area for the installation of an underground dam was selected in August 2009 using a topographic survey conducted in accordance with Silva et al. 2007). This survey defined the best location for the placement of the dam's components, that is, its catchment area, planting area and dam wall, given the morphology of the alluvial deposit. At the beginning of the experiment, the selected area contained remnants of dry matter that were left after the corn harvest.

For underground dam scaling, a trench perpendicular to the direction of the water flow was initially dug to an average depth of 1.90 m by excavating the trench with a mechanical backhoe until the impediment layer was reached. The stabilization of the dam wall was not required. A brick-and-mortar wall was constructed on the upstream side of the top part of the trench to standardize the slope cutoff and avoid perforation of the plastic by rock fragments, roots and other debris.

A 200 µm thick polyethylene tarp was fixed at both ends of the trench to create a functional dam, as the tarp formed a barrier that was impermeable to the subsurface water flow. Subsequently, the trench was closed with the aid of a backhoe, using the material excavated during the opening of the trench. This process left soil accumulation along the trench that covered the plastic tarp. At the time of dam construction, an existing well was used for the drainage of excess salts during high flows of the Jacu River by a water pump.

Water sample collection

To monitor water quality, a total of seven samples were collected in 500 mL containers over three years, with the first sample obtained from the well during the installation of the underground dam in December 2009. As the highest rainfall in 2010 occurred only during the month of October, the second and third samples were

Confere com o original
Noacyr Cunha Filho
Siape 6383609

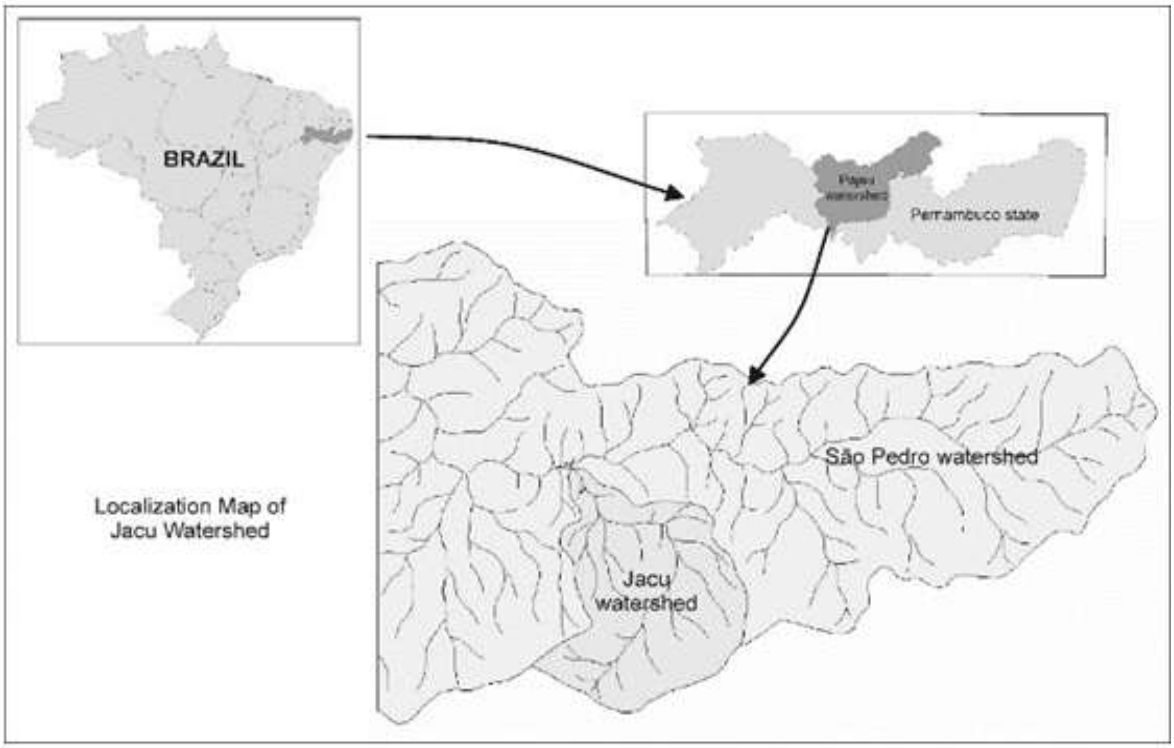


Figure 1. Location map of Jacu River watershed.

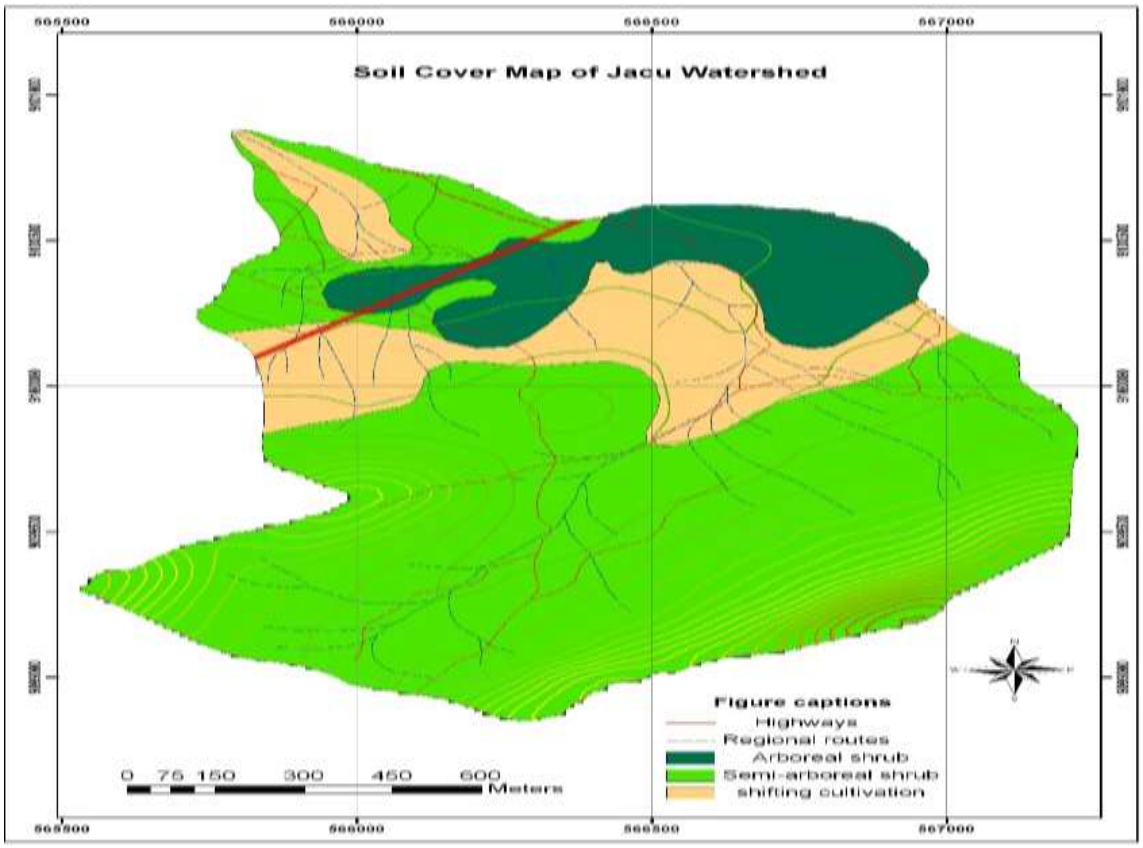


Figure 2. Soil cover map of Jacu River watershed.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 1. Soil physical characteristics of semiarid Jacu watershed in semiarid of Pernambuco State, Brazil.

Soil depth	D_s	D_p	U	θ	P
cm	g cm^{-3}	g cm^{-3}	g g^{-1}	cm^3 cm^{-3}	
0-20	1.14	2.59	0.040	0.046	0.559
20-40	1.20	2.50	0.072	0.086	0.520
40-60	1.13	2.66	0.107	0.120	0.575
60-80	1.17	2.63	0.120	0.140	0.555
> 80	1.45	2.63	0.146	0.212	0.448

D_s, Soil density; D_p, particle density; U, soil moisture; θ, volumetric soil moisture; P, total porosity.

collected in January and December 2010. In the year 2011, which included a period when rainfall was more evenly distributed, samples were collected in March, April and May 2011. The final sampling was performed in February 2012.

The following parameters were assessed: Water pH (1:2.5); electrical conductivity; the concentrations of soluble calcium and magnesium ions, measured by atomic absorption spectrophotometry; the concentrations of sodium and potassium ions, measured by flame photometry; the concentrations of soluble carbonate and bicarbonate ions, measured by titration with 0.005 mol L^{-1} H_2SO_4; and the concentration of chloride ions, measured by titration with 0.1 mol L^{-1} $AgNO_3$. The sodium adsorption ratio (SAR) values were also calculated in accordance with the method outlined by FAO (1999) and Richards (1954).

Soil sample collection

To monitor soil moisture, a total of 10 samplings at a soil depth (0-5 cm) were performed inside and outside of the dam one day after the rainfall. Each measurement was performed in triplicate. During the physical characterization of the soil (Table 1), the following parameters were determined: Soil density, assessed using the volumetric ring method; particle density, assessed using the volumetric flask method; particle size distribution, assessed using the densimeter method; moisture content, measured by mass and volume; and total porosity, calculated from the soil and particle density (EMBRAPA, 2006).

Hydrologic data

Rainfall (mm) and flow (m^3 s^{-1}) data were obtained using an automatic stage and a rain gage station linked with data logger, containing a level and flow sensor placed in the control section of the riverbed, and a pluviograph that recorded rainfall amounts and duration. The collected data in 10 minute time intervals were automatically recorded in a Data Logger (model SL2000MIM) of SOLAR Instrumentation, which was also part of the station and was powered by a photoelectric cell and a 12-volt auxiliary battery.

The water balance in the underground dam was used to calculate evapotranspiration considering the processes that affect the temporal dynamics of the water storage in the control volume S of dam (t):

$$\frac{d_S(t)}{d_t} = P_{(t)} - ET_{(t)} - Q_{(t)} \quad (1)$$

Where d_s/d_t = is store water in time, P is the precipitation, ET is the evapotranspiration, and Q is the total runoff. Considering the equation 1 integrated over a 24 month time interval of the experiment, evapotranspiration was obtained by:

$$0 = P_{(t)} - ET_{(t)} - Q_{(t)} \quad (2)$$

The evaporative fraction (EF), the water content in soil after rainfall, decreases in time and was calculated using the yield-density model:

$$EF(\theta)_t = (a + b\Delta_\theta)^{-1/C} \quad (3)$$

Where EF $(\theta)_t$ is the soil moisture at time t after the rain; Δ_θ is the difference between the water content observed on the first day following rainfall (θ_1) and the water content observed at the end of interval without rainfall (θ_f); and **a**, **b** and **c** are the coefficients. The evaporative fraction (EF) was calculated for the inside and outside areas of the groundwater dam, and the time series between rainfall events varied from 30 to 107 days due to long dry periods. Other approaches have been used by Kurc and Small (2004) and Hunt et al. (2002) to calculate EF.

Statistical analysis

Regression analysis with a 95% confidence interval was used to determine the best fits between water quality, soil moisture and hydrologic parameters. The Curve Expert 1.5 professional software program was used to obtain the best regression models, based on the coefficient of determination and standard error.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

RESULTS AND DISCUSSION

Watershed hydrology: rainfall, soil moisture and evaporation

The distribution of rainfall in the watershed of the Jacu River between 2008 and February 2012 is depicted in Figure 3. It is evident that the semiarid region has a distinct hydrological rainfall pattern characterized by variability and intense rainfall, as rainfall volumes are concentrated into short periods of time (January to April 2008; February to May 2009; October 2010; and November and December 2011) with widely varying spatial and temporal occurrences of rainfall events (March 2008; May 2009 and October 2010); consequently,

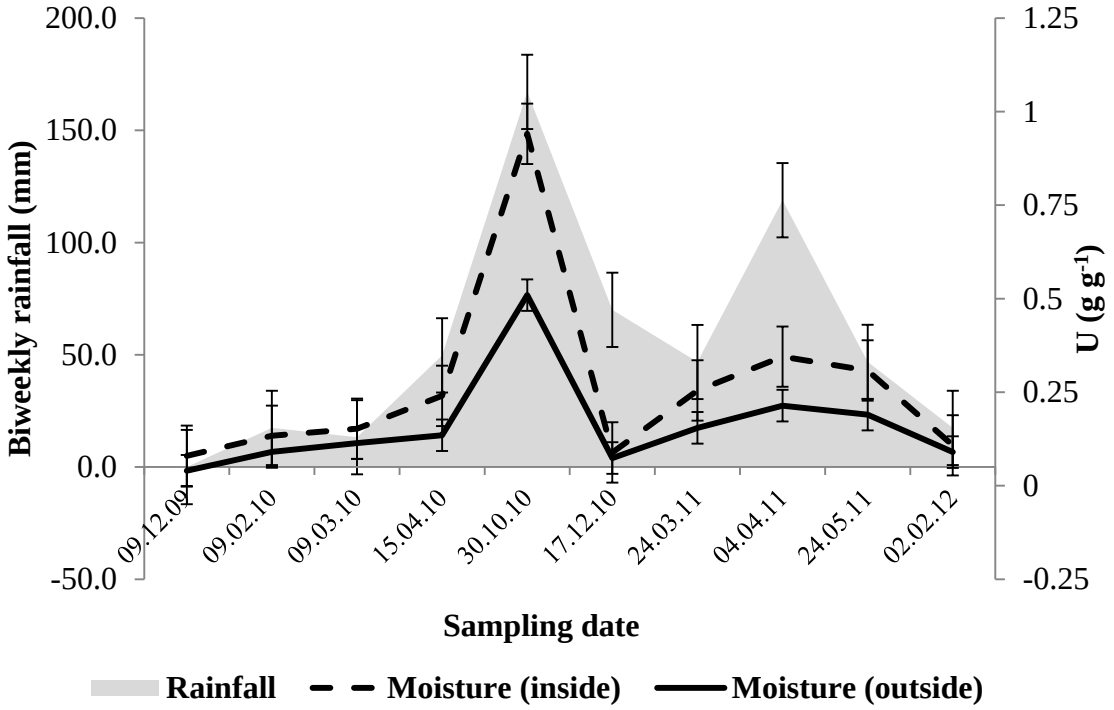


Figure 3. Biweekly distribution rainfall from Jacu River watershed from 2008 to February 2012, semiarid of Brazil.

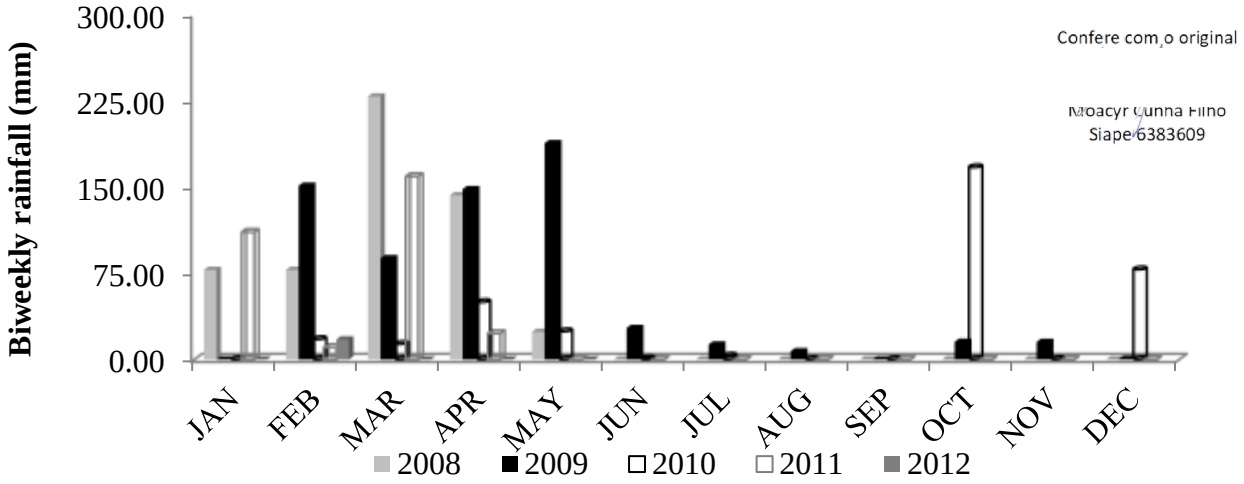
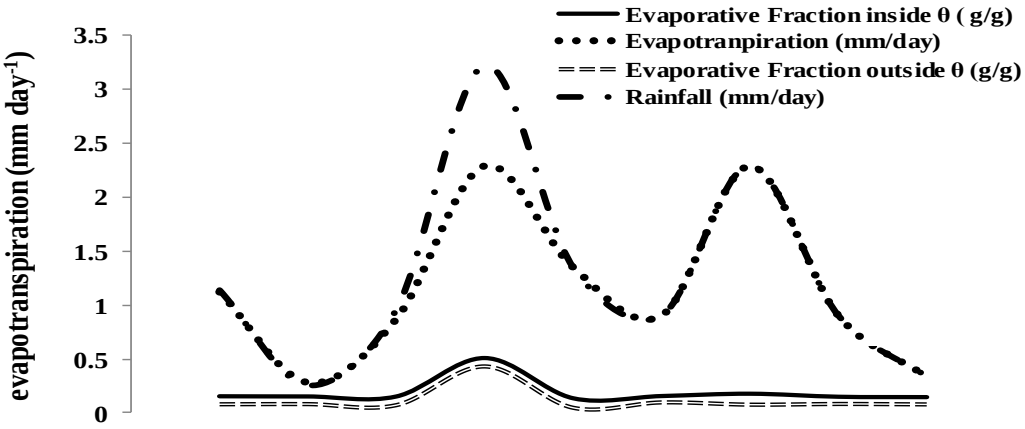


Figure 4. Soil water behavior inside and outside of the underground dam at 0 to 20 cm depth, and biweekly rainfall from Jacu river watershed from 2008 to February 2012.

extreme surface and subsurface flows occur in October/December 2010 and March/April 2011, as shown in Figure 4, that illustrates the behavior of soil moisture from the groundwater dam from the inside and outside areas of the groundwater dam, that is, the regions adjacent to the dam in both the upstream and downstream directions. The standard error bars of this figure demonstrate that there are differences in soil moisture between these two areas in the time period of rainfall, which indicates that water storage in the control volume increased during this period; the water storage did not reduce because surface water did not flow fast from the dam area and did not cause water losses from the watershed that were observed in the area outside the dam.

However, during the periods of no or low rainfall, there



Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Figure 5. Daily rainfall and evapotranspiration, and gravimetric water content (0-5 cm) (evaporative fraction) inside and outside of the groundwater dam for days sampled from 09/12/2009 to 02/02/2012.

Table 2. Coefficients of "Equation 3" used to calculate the evaporative fraction of soil water content in inside and outside areas of the groundwater dam, on Jacu watershed, Brazil.

Coeff.	Inside groundwater dam	Outside groundwater dam
a	846997	38.93
b	2.2613×10^6	109.03
c	7.22	1.46
r^2	0,97	0.96

was less use of the retained moisture due to the occurrence of evapotranspiration, which acted similarly inside and outside of the dam. In other words, the occurrence of evapotranspiration in the dam during dry periods led to soil moisture losses, which reduced the efficiency of the underground dam. This result is consistent with the findings of Quilis et al. (2009), who reported losses to evaporation in underground dams, albeit smaller losses than were observed in the regions outside of the dams in question. According to the data presented in Figure 4, the time period of soil moisture retention in the groundwater dam of the Jacu River varied from two to six months.

Figure 5 shows evapotranspiration rates obtained by water balance of the Jacu watershed and underground dam as well as evaporative fractions inside and outside of the dam. The coefficients of the yield-density function (Equation 3) for calculating the evaporative fraction of surface soil inside and outside of the underground dam in years 2010 and 2011 are shown in Table 2. Figure 5 shows that evapotranspiration values approached rainfall values, typical of water limited semiarid regions (Potter and Zhang, 2009; Sankarasubramanian and Vogel, 2002) which means the evapotranspiration ratio of Jacu watershed, that is, the ratio of mean annual evapotranspiration to mean annual precipitation (E/P) calculated was 0.99945, close to 1, and leaving the dryness index in Budyko's curve to water-limited regions, confirming the local semiarid feature.

Evapotranspiration rates observed in the Jacu watershed, which has 82.76% of its area covered by shrub-arboreal and 17.24% of its area used for shifting cultivation, are of the same order of magnitude as those observed in other semi-arid areas of the world (Kurc and Small, 2004; Potter and Zhang, 2009; Sankarasubramanian and Voge, 2002; Zhang et al., 2008; Wang and Alimohammadi, 2012; Raz-Yaseef et al., 2012). The evapotranspiration occurred alike in the inside and outside areas of the underground dam, which had the same levels of evaporation from soil water content as validated by the close performance of the model to quantify the evaporative fraction (EF) inside and outside of the dam (Table 2). The simultaneous evapotranspiration inside and outside of the underground dam and the same levels of evaporation from soil from both these areas after rainfall, mainly in dry period attest to the reduction in the efficiency of the underground dam in the Jacu watershed, which was able to maintain the soil moisture during four to six months, while the dry periods can last up to 10 months.

Quality of irrigation water

Relationships among salinity, soil moisture and flow of the Jacu watershed

Figure 6 illustrates the behavior of the Jacu River groundwater electrical conductivity (EC) as a function of rainfall, which produced surface water and the resulting soil moisture values that were observed between September 2009 and February 2012. Initially, there was a peak in the electrical conductivity caused by the

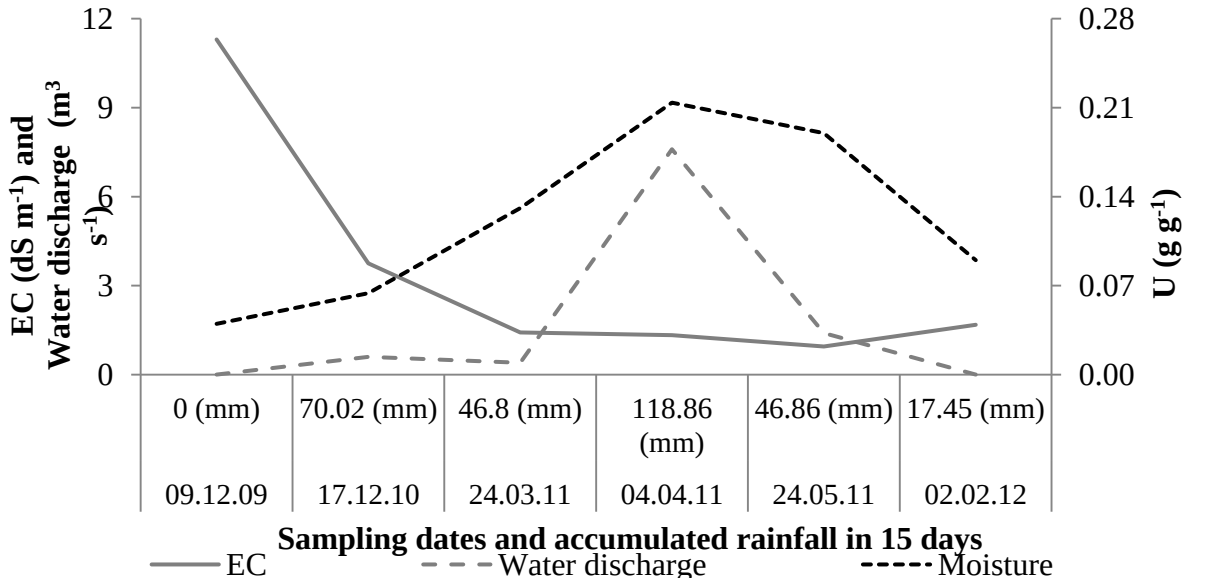


Figure 6. Behavior of the Jacu River underground electrical conductivity (EC), soil moisture, rainfall and water discharge from underground Dam in Jacu River watershed, semiarid of Brazil.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 3. Chemical characteristics of water from groundwater dam in Jacu River watershed.

Day	pH	EC	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}	SAR
		dS m^{-1}	$mmol_c\ L^{-1}$							$(mmol\ L^{-1})^{1/2}$
Dry season										
09.12.2009	8.2	11.30	28.94	16.30	79.16	2.05	0.00	7.16	118.48	16.63
20.01.2010	7.1	1.19	2.99	1.48	7.39	0.77	0.00	2.47	7.00	4.94
17.12.2010	8.8	3.75	3.72	3.00	29.11	0.38	0.00	0.85	34.20	15.91
02.02.2012	7.5	1.68	4.75	2.78	8.69	0.90	0.00	0.12	16.60	4.48
Rainy season										
24.03.2011	7.6	1.42	3.08	2.40	9.14	0.21	0.00	0.95	12.00	5.51
04.04.2011	6.8	1.33	2.76	1.92	8.41	0.20	0.00	0.95	9.30	5.50
24.05.2011	7.6	0.95	2.25	1.81	5.12	0.17	0.00	1.00	6.60	3.61

pH, hydrogenionic potential; EC, Eletrical condutivity; Ca^{2+}, calcium; Mg^{2+}: magnesium; Na^{+}, sodium; K^{+}, potassium; $CO3^{=}$, carbonate; HCO_{3-}, bicarbonate; CL^{-}, chloride; SAR, sodium adsorption ratio. Date, day/month/year.

installation of the dam; however, the electrical conductivity began to decrease as the flow rate effectively increased, declining markedly in October 2010, when more intense rainfalls occurred, and subsequently remaining at these levels until the end of experimental observations. The flow levels were low from the time of installation of the dam until October 2010, after which they increased, first due to an extreme rainfall event and then due to the more regular rainfall in 2011, which also caused an increase in the soil moisture and a decrease in electrical conductivity (EC).

The observed electrical conductivity values in arid and semiarid regions, which are frequently between 1 and 5 dS m^{-1}, but can be higher than 5 dS m^{-1} at times, are still satisfactory for livestock. The Australian standards recommend water salinity levels below 6.6 dS m^{-1} for cattle and 10 dS m^{-1} for sheep. These standards also establish a water salinity limit of 5.2 dS m^{-1} for other animal species (Ayers and Westcot, 1999), and also the pH values between 6.5 and 8.4 that were observed in this study were in accordance with established irrigation water quality guidelines.

The electrical conductivity of 11.30 dS m^{-1} observed in September 2009 (Figure 6 and Table 3) is categorized as C4 according to the classification diagram for irrigation water that was created by (FAO, 1999; Richards, 1954), as this EC is above 2.250 dS m^{-1}.

The high electrical conductivity observed in 2009 was due to the installation of the dam, as the excavation, the mechanical disruption of the soil profile and the

Confere com o original
Moacyr Gurnia Filho
Siape 6383609

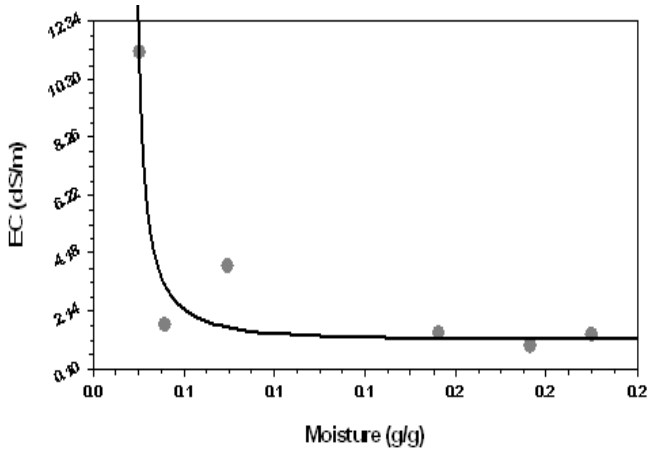


Figure 7. Behavior water electrical conductivity in functions of soil water content in underground Dam in Jacu River watershed, semiarid of Brazil.

installation of the physical barrier that makes up the dam forced the translocation and concentration of water and salt from groundwater into the thalweg of the river, which is between the impediment layer of the septum bottom and the dam during the dry period. The observed salt concentration was also augmented by the natural conditions in the semiarid region, which include low rainfall that is surpassed in quantity by evapotranspiration and therefore favor salt accumulation in the soil profile and surface of the region (Hanson et al., 1993).

The levels of electrical conductivity were related to the soil moisture in accordance with the Hoerl regression model, which clearly predicts reductions in electrical conductivity when soil moisture levels increase as a function of flow rate increase (Figure 7). Sharma et al. (2012) evaluated water quality at 40 groundwater sites of Northeast India and found most of the groundwater samples fell in the field of C2S1 and C3S1 indicating medium to high salinity and low sodium water, which can be used for irrigation on almost all types of soil.

The assessment of the dam's irrigation water, Table 3 shows the pH ranged from 6.5 to 8.4, considered adequate according to water quality guidelines for irrigation (Ayers and Westcot, 1999). These values are coherent with the values observed for carbonate ions. The values of pH higher than 8.4 indicate the presence of soluble carbonates, and Richards (1954) suggested that the presence of carbonate ions indicates pH higher than 8.5. The electrical conductivity (CE), analyzed before and after dam's construction, respectively, ranged from 11.30 to 0.95 dS m^{-1}.

Among the cations, sodium was the dominant ions, followed by calcium, magnesium and potassium in small proportions, whilst the dominant anion was the ions chloride. The dominant ions in irrigation water in the study region are sodium and chlorides. Leaching is the basic requirement tool for controlling the level of salts in root zones, chiefly because not only the sodium but also the chlorides in excess levels are toxic for animals and plants. Sodium saturation will replace calcium and magnesium ions on the clay surface, providing reduction in soil infiltration, surface crusting and reduced hydraulic conductivity. According Fernandes et al. (2009) the reason is its relatively large size, single electrical charge and hydration status. Excess ions levels (leading to toxicity) provoke morphological and physiological changes in the plants, due to high ionic concentration, especially sodium, that reduces the absorption of other nutrients. The sodium adsorption ratio (SAR) classified the water as S1 and S2, once that the values ranged from 3.61 to 16.63, respectively, according to the guidelines proposed by Richards (1954). In the period between 2009 and 2012, the water showed risk of sodicity, mainly for soils with high amount of clay particles and high cations exchange capacity.

Chloride toxicity and resulting sodium adsorption ratio (SAR) based classification of irrigation water

Concentrations of chloride in groundwater after the establishment of underground dam was 118.48 mmol L^{-1} and among 35.45 and 34.20 mmol L^{-1} during the dry season in 2009 and 2010, respectively (Figure 8). During the three rainy seasons observed in this study, there was a marked decrease in the chloride concentrations to 12.00, 9.30 and 6.60 mmol L^{-1}. These results indicate a positive effect of rainfall on the dilution of chloride concentration. In the water samples collected in December 2009, December 2010, March 2011 and April 2011, the chloride concentration was above 7.05 mmol L^{-1}, limit for human supply, which corresponds to 250 ppm Cl^-. In contrast, the chloride concentration in the samples collected in May 2011 was 6.60 mmol L^{-1}, which is below the threshold indicated by WHO. This decrease occurred because, starting in April 2011, rainfall provided increased soil moisture that increased the water volume of the dam, diluting the chloride that was present in the water and thereby reducing the chloride concentration.

Using the classification system proposed by Richards (1954), the irrigation water was categorized as either S1 or S2 because its SAR values ranged from 3.61 to 16.63; these classification levels imply that between the years 2009 and 2012, the water would present a danger of sodicity in soils of fine texture and high cation-exchange capacity.

This danger was not observed in the water of the Entisol of the Jacu River, as the irrigation water from this source demonstrated a without-sodium risk (Table 3). Thus, the monitoring of the electrical conductivity (EC) and SAR of the water from the dam is essential for accurately assessing the risk that this water may pose with respect to increasing the salinity and the levels of

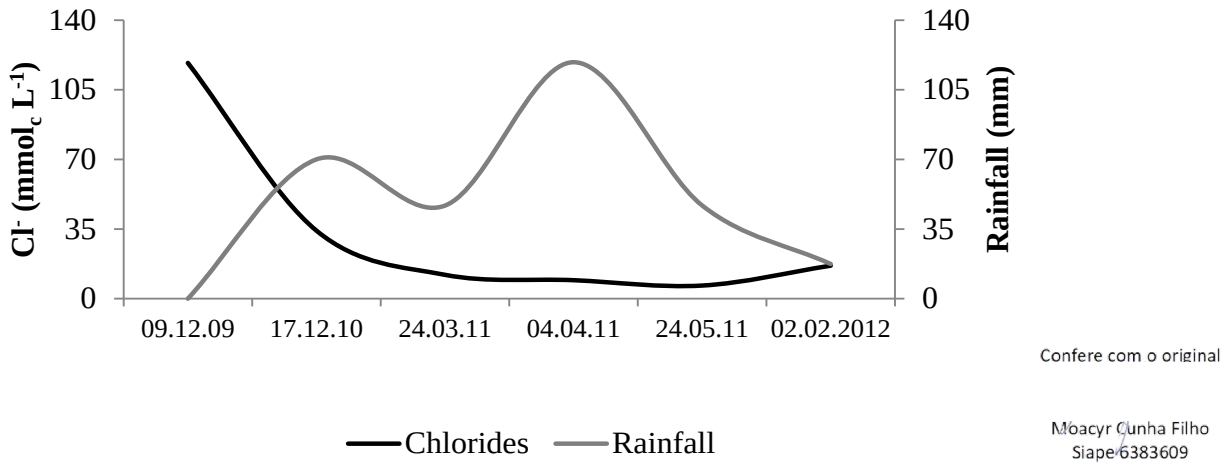


Figure 8. Chlorides variations and rainfall biweekly rainfall from Jacu River watershed from 2008 to February 2012.

exchangeable sodium in the soil.

Conclusions

The underground dam retains more soil moisture, surface water and subsurface water than other nearby areas during the rainy season; however, during the dry period, its efficiency may be reduced by evapotranspiration inside and outside of the underground dam area and the same level of evaporation from soil from both these areas after rainfall. During the dry season when the underground dam was built, salts were concentrated in the irrigation water due to the forced convergence of groundwater in the dam, and thus, the water was classified as C4, corresponding to the far too saline irrigation water; however, in the subsequent rainy seasons, the electrical conductivity (EC) of irrigation water decreased being included in a group of low salinity 0.95 dS m^{-1}(C1). The construction of a underground dam in the Jacu River watershed does not present problems related to the sodicity of the irrigation water, which shifts from the S2 category (with risk of sodium accumulation) to the S1 category (without sodium risk) by the end of the evaluation period.

Conflict of Interests

The authors have not declared any conflict of interests.

REFERENCES

Alley WM, Reily TE, Frank OL (1999). Sustainability of water resources. USGS. Geological survey circular 1186, Denver, Colorado. http://pubs.usgs.gov/circ/circ1186/pdf/circ1186.pdf

Ayers RS, Westcot DWA (1999). Water quality in agriculture (A qualidade da água na agricultura). FAO, 29, Campina Grande, UFPB, Brazil. http://www.fao.org/docrep/003/T0234E/T0234E00.htm

Bakhtiari B, Ghahreman N, Liaghat AM, Hoogenboom G (2001). Evaluation of Reference Evapotranspiration Models for a Semiarid Environment Using Lysimeter Measurements. J. Agric. Sci. Technol. 13:223-237.

Ben-Gala A, Borochov-Neorib H, Yermiyahua U, Shanic U (2009). Is osmotic potential a more appropriate property than electrical conductivity for evaluating whole-plant response to salinity? Environ. Exp. Bot. 65:232-237.

Brito LT, Cavalcanti N, Anjos NB, Rego MM (1999). The exploration of technological alternatives for increasing the availability of water in the semiarid region. Agriambi 3:111-115.

Bui EN (2013). Soil salinity: A neglected factor in plant ecology and biogeography. J. Arid Environ. 92:14-25.

Burger F, Celkova A (2003). Salinity and sodicity hazard in water flow processes in the soil. Plant Soil Environ. 49:314-320.

EMBRAPA (2006). National Soil Research Center. The Brazilian system of soil classification. Brasilia, Brazil. 2nd ed. 306 p.

FAO (1999). Soil salinity Assessment. Methods and interpretations of electrical conductivity measurements. In: Rhoads, J.D.; Chanduvi, F.; Lesch, S. Roma, Food and Agriculture Organization, ONU. Irrig. Drain. Paper 57.

Fernandes JG, Freire MB, Cunha JC, Galvinicio JD, Correia MM, Santos PR (2009). Quality of the water for irrigation in the Irrigated Perimeter Cachoeira II in the municipality of Serra Talhada/PE. Agric. Sci. Braz. J. 1:27-34.

Fernandez-Illescas C, Porporato A, Laio F, Rodriguez-Iturbe I (2001). The ecohydrological role of soil texture in a water-limited system. Water Resour. Res. 37:2863-2872.

Fisher JB, DeBiase TA, Ye QY, Xu M, Goldstein AH (2005). Evapotranspiration models compared on a Sierra Nevada forest ecosystem. Environ. Model. Software 20:783-796.

García-Garizábal I, Causape J (2010). Influence of irrigation water management on the quantity and quality of irrigation return flows. J. Hydrol. 157:77-85.

Giordano M (2006). Agricultural groundwater use and rural livelihoods in sub-Saharan Africa: A first-cut assessment. Hydrogeol. J. 14:310-318.

Hanson B, Grattan SR, Fulton A (1993). Water management in University of California irrigation program, Agricultural salinity and drainage: A handbook for water managers. University of California. http://energy.ca.gov/agprogram/aeaptext/bubs/salinity.htm.

Ishida S, Tsuchihara T, Yoshimoto S, Imaizumi M (2011). Sustainable use of groundwater with groundwater dams. JARQ 45:51-61.

Jameel A (2002). Evaluation of drinking water quality in Thiruchirapalli. Indian J. Environ. Prot. 44:108-112.

Kurc SA, Small EE (2004). Dynamics of evapotranspiration in semiarid grassland and shrubland ecosystems during the summer monsoon

season, central New Mexico. Water Resour. Res. 40:W09305. http:geode.colorado.edu/~small/docs/2004WRR.pdf.
McCarthy TS (2011). The impact of acid mine drainage in South Africa. S. Afr. J. Sci. 107:5-6.
Moon S, Lee JY, Lee BJ, Park K, Jo Y (2012). Quality of harvested rainwater in artificial recharge site on Jeju volcanic island, Korea. J. Hydrol. (414-415):268-277.
Nawa N, Miyazak K (2009). The analysis of saltwater intrusion through Komesu underground dam and water quality management for salinity. Paddy Water Environ. 7:71-82.
Onder H, Yilmax M (2005). A tool of sustainable development and management of groundwater resources. European Water 11:35-42.
Potter NJ, Zhang L (2009). Interannual variability of catchment water balance in Australia. J. Hydrol. 369:120-129.
Quilis RO, Hoogmoed M, Erstsen M, Foppen JW, Hut R, Vries AD (2009). Measuring and modeling hydrological processes of sand-storage dams on different spatial scales. Phys. Chem. Earth 34:289-298.
Raz-Yaseef N, Yakir D, Schiller G, Cohen S (2012). Dynamics of evapotranspiration partitioning in a semi-arid forest as affected by temporal rainfall patterns. Agric. For. Meteorol. 157:77-85.
Richards LA (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U. S. Dep. Agric. Handbook 60 U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
Rodriguez-Iturbe I (2000). Ecohydrology: A hydrologic perspective of climate-soil-vegetation dynamics. Water Resour. Res. 36:3-9.
Sankarasubramanian A, Vogel RM (2002). Annual hydroclimatology of the United States. Water Resour. Res. 38:1083.
Sharma P, Sarma HP, Mahanta CH (2012). Evaluation of groundwater quality with emphasis on fluoride concentration in Nalbari district, Assam, Northeast India. Environ. Earth Sci. 65:2147-2159.
Silva MSL, Anjos JB, Ferreira GB, Mendonca CES, Santos JCP, Oliveira Neto MB (2007). The groundwater dam: an option for sustainable family farming in semiarid Brazil. Embrapa Solos 36 p.
SUDENE (1990). Characterization of the Brazilian semiarid. http://www.asabrasil.org.br
UNEP (United Nations Environmental Program) (2000). Global Environment Outlook, 2000, Earthscan Publication Ltd., United Kingdom.
Verplanck PL, Mueller SH, Goldfarb RJ, Nordstrom DK, Youcha EK (2008). Geochemical controls of elevated arsenic concentrations in groundwater, Ester Dome, Fairbanks district, Alaska. Chem. Geol. 255:160-172.
Wang D, Alimohammadi N (2012). Responses of annual runoff, evaporation, and storage change to climate variability at the watershed scale. Water Resour. Res. 48:5.
Zhang L, Potter N, Hickel K, Zhang Y, Shao Q (2008). Water balance modeling over variable time scales based on the Budyko framework-Model development and testing. J. Hydrol. 360:117-113.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

View publication stats



Journal of Experimental Agriculture International

23(3): 1-7, 2018; Article no.JEAI.41471
ISSN: 2457-0591
(Past name: American Journal of Experimental Agriculture, Past ISSN: 2231-0606)

Riparian Buffer Strip Width Design in Semiarid Watershed Brazilian

Victor Casimiro Piscoya[1*], Vijay P. Singh[2], Jose Ramon Barros Cantalice[3], Sergio Monthezuma Santoianni Guerra[3], Moacyr Cunha Filho[4], Cristina dos Santos Ribeiro[3], Renisson Neponuceno de Araújo Filho[5] and Edja Lillian Pacheco da Luz[3]

[1]Department of Rural Technology -Environmental Engineering Pós-Graduate, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.
[2]Department of Biological and Agricultural Engineering and Zachry Department of Civil Engineering, Texas A&M University, College Station, Texas 77843-2117, USA.
[3]Environmental Engineering Pós- Graduate Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.
[4]Department of Informatics and Statistics, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.
[5]Department of Forestry Engineering-Federal University of Tocantins (UFT), Tocantins, Brazil.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration between all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/JEAI/2018/41471
Editor(s):
(1) Francesco Montemurro, Professor, C. R. A. SSC - Research Unit of the Study of Cropping Systems, Metaponto, Italy.
Reviewers:
(1) Shubha Mundodu, BMS College for Women, India.
(2) Rebecca Yegon, University of Embu, Kenya.
(3) R. K. Mathukia, Junagadh Agricultural University, India.
(4) Hesbon Otieno, South Eastern Kenya University, Kenya.
Complete Peer review History: http://www.sciencedomain.org/review-history/24762

Original Research Article

Received 13th March 2018
Accepted 18th May 2018
Published 23rd May 2018

ABSTRACT

Studies assessing technologies to design riparian strips using plant covers, based on sediment yield in river basins, are required for environmental protection. The removal of semi-shrubby, native vegetation in the Brazilian semiarid region, has contributed to the degradation of semiarid basins. The aim of this study was to design a riparian strip for the Jacu River in the semiarid region of Pernambuco as a function of sediment yield. Experiments were conducted during the years 2008-

**Corresponding author: E-mail: victor.piscoya@ufrpe.br;*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

2011 in the Jacu River basin at Serra Talhada, Pernambuco State, Brazil. The sediment yield in the Jacu River channel was obtained by measuring suspended and background solid discharge. The riparian strip width estimated in the riparian areas of the Jacu River basin was 15 m. It was concluded that for this study, the sediment yield time and observation of hydrological data were important factors for determining the riparian strip width with greater security.

Keywords: Riparian vegetation; degradation; erosion; soil conservation.

1. INTRODUCTION

Studies for assessing technologies to design riparian strips using plant covers, based on the sediment yield in river basins, are needed for environmental protection. Some forms of riparian strips are agricultural landscape features that have arisen as a result of an environmental law or are areas that are difficult to work [1]. Some authors reported that large permanent vegetation strips produce an effective reduction of pesticides carried by runoff, because of the ability of vegetation to slow runoff and promote water infiltration and adsorb herbicides, these strips can improve the quality of water and produce additional environmental benefits when used with other soil management practices [2].

The use of riparian areas as water quality management tools, primarily derived from the studies of agricultural watersheds, where low phosphorus and large nitrate reductions in the suspended sediment are observed [3] and [4], in addition to influencing the processes of direct flow generation due to rain, peak flood attenuation, runoff power dissipation due to the roughness of banks, heat water balance, stability of banks and ravines, nutrient cycling, and sediment control [5].

A riparian strip performs many key functions, such as nutrient uptake, trapping of sediment or pesticides. Therefore, a number of different forms of protection strips have been applied in the field according to relief, steepness and location for use. In addition to capturing nutrients and sediments, riparian strips can provide multiple benefits in terms of biodiversity and water regulation. However, the current practice conceptualizes landscape components interacting with a range of goods and ecosystem services [6]. Vegetation strips or buffer strips represent a soil conservation technique of low potential for reducing the transport of pesticides by runoff from adjacent agricultural areas to water bodies [7].

Studies have shown that the buffer function of a riparian strip is complex because not all factors can be fully controlled and the final destination of chemicals is closely related not only to their chemical properties but also with the characteristics of events, such as rain, harvest and plant cover conditions [8]. Much has been currently discussed in riparian areas forming part of plant systems essential to environmental balance, representing, therefore, a central concern for sustainable rural development.

Despite their undeniable environmental importance, riparian forests have been eradicated in many parts of Brazil. There are a few major studies on a micro experimental watershed which provide limited information for the development of hydrological and sedimentological criteria that can be utilized to determine the minimum riparian strip width in a riparian zone in order to ensure the protection of waterways [9]. On the other hand, the Brazilian Forest Code of 1965 only presents strict limits of width for vegetation strips on watercourses and does not define scientific criteria for determining the width of riparian areas.

Accordingly, we must review our methodologies to design, understand and evaluate riparian buffer strips to maximize their potential benefits, which should be according to local needs, pressures and landscape. It is necessary to consider the vulnerability of a number of watershed areas to prioritize resources for the design of effective riparian strips. This may involve evaluating vulnerable ecological function areas and intensive farming areas [1].

Studies are needed, especially in areas with steep slopes and subjected to intensive land use that will help determine the width of vegetation strips for the restoration of riparian vegetation using dense vegetation cover of variable width that is able to retain soil losses [10]. There is a critical need for field assessment to validate models of erosion simulation and production of sediment in river watersheds with the objective of determining riparian strip widths [11]. The objective of this study, therefore, was to design a riparian buffer strip for the Jacu River in the semiarid region of Pernambuco, Brazil as a

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

function of sediment yield and test it using field data.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Location and Characteristics of the Experimental Area

The study was conducted in the Jacu River basin located within the municipal boundary between cities of Serra Talhada and Floresta, forming part of the São Pedro River watershed and part of the Pajeú River watershed, both in the state of Pernambuco, with an area of 2.10 km^2. The watershed is limited by the coordinates latitude - 8º07'55" S between -8º09'07" S and longitude - 38º23'20" W between -38º24'14" W.

The characteristic climate is Bwh type - tropical climate called semiarid, warm and dry, with summer-autumn rains, according to the Köppen classification, with average annual rainfall of 484.06 mm yr^{-1} for the period from 1992 to 2007 and average annual temperature above 25°C with summer rains that delay to fall and extend to April [12].

In the study area, there is a predominance of Entisol Fluvent [13], with limitation regarding the water storage capacity due to the higher percentage of sand in these soils, especially in those the coarse sand predominates over thin sand.

2.2 Physical and Water Parameters of the Jacu River Watershed

The physical and water parameters of the watershed were obtained from the Shutlle Radar Topography Mission image processing, SC.24-X-A (1: 250,000), as shown in Table 1.

2.3 Vegetation and Use of the Jacu River Semiarid Watershed

For preparing the vegetation chart for the Jacu River basin, photo interpretation techniques were used over a GEOCOVER image [14], corresponds to a mosaic of Landsat images that were orthorectified and processed with a high quality standard (Geo Cover Technical Guide) adopted for the georeferencing of other orbital products suggested by [15-18]. In the case of the Jacu River watershed, the chart was based on the individualization of vegetation type units (shrub semi-shrubby and upland agriculture) and used according to their tonal and textural characteristics with prior field verification to validate the results obtained in the initial stage. The values obtained as a result of quantification of the vegetation chart and use in the Jacu River watershed are shown in Table 2.

Table 1. Physical and water parameters of the Jacu River semiarid basin

Parameters	Value
Area	2.10 km^2
Perimeter	6.50 km
Basin length	2.00 km
Form factor	0.0497
Length of main channel	2.66 km
Vector distance from the main channel	1.85 km
Number of channels in the basin	34 channels
Basin order	Third order
Number of 1st order channels	26 channels
Number of 2nd order channels	7 channels
Number of 3rd order channels	1 channel
Total length of channels	11.06 km
Average length of channels	0.43 km
Drainage density	1.32 km/km^2
Hydrographic density	12.38 channels /km^2
Compactness coefficient	1.26
Highest basin altitude	638.9 m
Lowest basin altitude	422.4 m
Altimetry amplitude of the basin	216.5 m
Steepness of the main channel	17.26 m/km
Concentration time	0.984 hour

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 2. Distribution of vegetation classes and use in the Jacu river semiarid basin

Interval	Area (m^2)	Soil use (%)
Shipht cultivation upland	364.611	17.24
Shrubby	258.248	12.21
Semi-shrubby	1.492.411	70.55
Total	2.115.270	100.00

Table 3. Soil physical characterization at depths of 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm in the Jacu River basin

Depth	D_s	D_p	Sand	Silt	Clay	Total porosity	Texture
	g cm^{-3}		---------- g kg^{-1} ----------			%	
0 -20	1,14	2,59	72,94	18,61	8,46	55,9	Sandy clay loam soil
20-40	1,20	2,50	66,48	23,65	9,87	52,0	Sandy clay loam soil
40-60	1,13	2,66	72,88	17,39	9,74	57,5	Sandy clay loam soil
60-80	1,17	2,63	75,33	15,76	8,91	55,5	Sandy clay loam soil

D_s = soil density; D_p = particle density

Table 4. Chemical characterization of soil in the Jacu river semiarid watershed collected at depths of 0-20 cm, 20-40cm, 40-60 cm, 60-80 cm

Sorption complex	Depth (cm)			
	0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80
	Exchangeable cations			
Ca^{2+} ($cmol_c\ kg^{-1}$)	0.52	0.57	0.50	0.67
Mg^{2+} ($cmol_c\ kg^{-1}$)	0.35	0.31	0.35	0.35
Na^{+}($cmol_c\ kg^{-1}$)	0.27	0.25	0.58	0.38
K^{+}($cmol_c\ kg^{-1}$)	0.16	0.57	0.50	1.35
SB ($cmol_c\ kg^{-1}$)	1.30	1.70	1.93	2.75
PST (%)	13.09	10.63	21.89	14.97
CTC (%)	2.0	2.11	2.42	3.05
	Soluble cations			
pHes	7.30	7.20	7.05	7.02
CE(dS m^{-1})	1.41	2.07	4.28	6.70
Ca^{2+} ($mmol_c\ L^{-1}$)	0.85	1.02	1.71	1.72
Mg^{2+} ($mmol_c\ L^{-1}$)	0.35	0.45	0.90	0.99
Na^{+}($mmol_c\ L^{-1}$)	8.13	15.23	45.31	77.91
K_{+}($mmol_c\ L^{-1}$)	1.10	1.41	2.54	3.09
Cl^{-}($mmol_c\ L^{-1}$)	7.60	10.91	11.69	10.60
RAS $(mmol_c\ L^{-1})^{0,5}$	10.19	16.18	32.45	54.84

2.4 Soil Physical and Chemical Characteristics

For characteristics physical Table 3 and chemical characteristics Table 4, samples were collected at depths of 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, and 60-80 cm; air dried; crushed; homogenized; and passed through a 2 mm mesh. The particle size distribution was determined using the test tube method, and the particle density was obtained using the volumetric flask method and volumetric moisture [19]. The soil density was determined by the volumetric cylinder method [20]. The total porosity was obtained following the expression:

$$P_t = \left(1 - \frac{D_s}{D_p}\right) . 100 \quad (1)$$

where P_t = the total porosity expressed in percentage (%); D_s = the soil density (g cm^{-3}), and D_p = the particle density (g cm^{-3}).

For the chemical characteristics of soil samples were determined, soluble cations and exchangeable cations [21], as presented in Table 4.

Confere com o original

Siape 6383609

2.5 Determination of the Jacu River Riparian Strip Width

The Jacu River riparian strip width was determined using the equation proposed by [22]and [10], which is appropriate for designing the width of vegetation strips in riparian areas to protect streams from high sediment and attached nutrient loss from hillslopes in areas of intensive land use on sloping ground. We argued that the filter strip should be a dense ground vegetation cover. The strip should be of variable width designed for the incoming discharges and sediment loads. The equation, which depends on the slope area and annual soil loss, can be expressed as:

$$w=Y+\frac{1}{\rho_g H_g}\left[\left(\frac{Aa}{l_s}\right)-\left(\frac{\rho_b H_b^2}{2\tan\theta}\right)\right] \quad (2)$$

where a = the riparian area (ha); A = the sediment yield of the basin (t ha^{-1}); B = the deposited sediment weight (t); G = the sediment storage capacity of the vegetation (t); w = the width of the permanent vegetation strip (m); l = the strip length (m), l_s = deposit width (m), Y = the additional width required for sediment accumulation (m), ρ_s = the mean deposit density (tm^{-3}), ρ_g = the height of sediment deposit across the strip (m), H_g =the plant height (m) H_b = height of the sediment deposit across the strip (m) or sediment deposited in front of the vegetable strip (m), tanθ = slope angle tangent, and w = the riparian strip width (m). The weight of sediment accumulated in the vegetation strip B is the deposit volume (m^3) multiplied by the average deposit density (tm^{-3}). The sediment storage capacity of the vegetation strip is G (t).

The extent of sediment deposition over the riparian strip is much smaller than the total length of riparian area (l), due to the convergence of flow in preferential flow paths which can be expressed as a flow convergence factor (C) defined as:

$$C=\frac{l}{l_s} \quad (3)$$

where l = the strip length (m), and ls = = the deposit width (m).

Substituting equation (3) into equation (2), the result is

$$w=Y+\frac{1}{\rho_g H_g}\left[\left(\frac{cAa}{l}\right)-\left(\frac{\rho_s H_b^2}{2\tan\theta}\right)\right] \quad (4)$$

Equation (4) was used in the calculation [10] recommend y = the additional width of 2 m for moderately erodible soils and 5 m for very erodible soils.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 The Jacu River Basin Characterization

The Jacu River semiarid basin has an area of 2.10 km^2, which covers the entire area drained by the river system [23]. The basin has a form factor of 0.0497 and a drainage density of 1.32 km / km^2 [which shows that the basin has an average drainage] (Table 3). The density can vary from 0.5 km / km^2 for basins with poor drainage to 3.5 km / km^2 or more for well-drained watersheds [24]. The roughness value obtained for the basin was 0.2 due to its sparse vegetation cover, with small areas of shrubby arboreal caatinga (moderately uncovered) with upland crops in the rest of the area and extensive breeding of small animals.

3.2 Design of the Jacu River Riparian Strips

The sediment yield (Y) was calculated by the solid discharge obtained in the exudate according to the procedure of [25], from the sum of the sample collections of suspended sediment with the use of one of the sediment samplers (US DH-48), with the collection of bottom sediment. For both the suspended sediment sampling and the bottom sediment sampling, the Equal Width (IIL) method was used.

The sediment yield (Y) ranged from 0.45 to 1.72 t y^{-1} and was considered to have low values for 4 years. The respective amounts of suspended sediment concentration (SSC) ranged from 874 to 376 mg L^{-1}, which was considered high for a small watershed and for low values of the discharged liquid [26]. The sediment concentration values of watercourses in semiarid regions exhibited different behaviors when compared with events in a humid climate. In these regions, vegetation is limited by the production of sediment, while in the dry regions vegetation does not promote an efficient coverage of soil, thus allowing the generation of large volumes of sediment being carried by runoff coming to waterways [27].

Table 5 shows the riparian strip widths designed, following the method of [22] and [10], for the Jacu River according to the sediment yield in the

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

period from 2008 and 2011. For design, the sediment deposition area was 30 m for calculating the convergence factor (C), the soil density and density of particles were obtained from the flow depth of 0 to 20 cm (Table 3), the average plant height was 1 m. and the sediment deposit height was 0.1 m.

Table 5. Width dimension (ω) of riparian vegetation strips in the Jacu River as a function of sediment yield (Y) [according to Karssies & Prosser (1999; 2001)]

Year	Y	W – Riparian strip width
	(t ha^{-1})	(m)
2008	1.722	15.35
2009	1.568	14.40
2010	0.152	5.71
2011	0.451	7.54

Y = sediment yield in Jacu River basin in 2008 to 2011 (Piscoya, 2012)

It was observed that the dimensioning of riparian strip width for the Jacu River watershed was correlated to the sediment yield values that inherited the variability associated with the distribution pattern of precipitation and local runoff. However, this variation in riparian strip width values is not a disadvantage, since the values that should be considered for the Jacu River watershed are the highest.

Although the values of 15 meters for the riparian strip width were indicated, based on the sediment yield determined for the period 2008-2011 and the interaction of hydrological, physical, soil, climate and vegetation factors, these are not yet final. The 4-year period is possibly not enough to capture the whole range of variability of the semiarid region, requiring the observation of hydrological data and production of larger sediments in order to have a more conclusive riparian strip value for the Jacu River [10] presented widths of 26 m. for all erosion rates in the range 40 t ha^{-1}.

Inácio [28] also applied the methodology of [10] in experimental plots and obtained riparian strip widths ranging from 5 to 10 m, respectively, for slopes between 4 and 38% for watercourses in southern Bahia.

Researches such as [29] speculated that the vegetation strips in riparian areas in the form of dense strips of grass or even of shrubby vegetation are considered effective in controlling sediment transport; however, many of these strips have been established in experimental plots, and rarely have been evaluated at the river basin scale, which is important in assessing the real impact of these strips on the control of siltation and water quality of rivers. Thus, [29] evaluated the effectiveness of these strips applied in isolation in river basins and suggested that for use in river basins, vegetation strips should be accompanied by other practices to reduce sediment loads in rivers and the gross erosion on slopes in order to maintain their efficiency.

4. CONCLUSION

The determination of the Jacu River riparian strip width using the Karssies Prosser method, based on sediment yield, seems to be promising for the conditions of a small river basin.

The value of riparian strip width considered in this study for the riparian areas of the Jacu River basin is 15 meters.

The sediment yield time and observation of hydrological data are important factors for the determination of riparian strip width with greater security.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Stutter MI, Chardon WJ, Kronvang B. Riparian buffer strips as a multifunctional management tool in agricultural landscapes: Journal of Environmental Quality. 2012;41:297-303.
2. Otto S, Vianello M, Infantino A, Zanin G, Di Guardo A. Effect of a full-grown vegetative filter strip on herbicide runoff: Maintaining of filter capacity over time. Chemosphere. 2008;71:74-82.
3. Likens GE, Bormann FH, Pierce RS, Eaton JS, Johnson NM. Biogeochemistry of a forested ecosystem, ed. Springer-Verlag. New York; 1977.
4. Peterson BJ, Wollheim WM, Mulholland PJ, Webster JR, Meyer JL, Tank JL, et al. Control of nitrogen export from watersheds by headwater streams. Science. 2001;292:86-90.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

5. Zakia MJB. Identification and characterization of the riparian zone in an experimental microwatershed: Implications for river watershed management and forest restoration. Brazil; 1988.
6. Costanza R, Wilson MA, Troy A, Voinov A, Liu S. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature.1997; 1:253–260.
7. Borin M, Bigon E, Zanin G, Fava L. Performance of a narrow buffer strip in abating agricultural pollutants in the shallow subsurface water flux. Environment Pollution. 2004;131:313–321.
8. Lacas JG, Voltz M, Gouy V, Carluer N, Gril JJ. Using grassed strips to limit pesticide transfer to surface water: a review. Agronomy for Sustainable Development. 2005;25:253-266.
9. Lima WP, Zakia MJB. Hydrology of Riparian Woods. Riparian woods matas in: Conservation and Recovery. Fapesp. Brazil; 2000.
10. Karssies L, Prosser I. Designing filter strips to trap sediment and attached nutrient, River and Riparian land management technical guideline, Number 1, Australia; 2001.
11. Flanagan DC, Foster GR, Neibling WH, Burt JP. Simplied equations for Fillter strip design. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers.1989;32: 2001- 2007.
12. Mascarenhas JC, Beltrão B, Miranda J, Souza Junior LC, Galvão M, Pereira S. Design of sources underground water supply. Brazil; 2005.
13. Brazilian Agricultural Research Corporation. Brazilian. System of Soil Classification. Brazil; 2013.
14. Tavares JB, Santos DR, HayaKawa EH, Prado BR, Martins VA, Antunes MAH. Evaluation of Geo Cover Data from Field Data Collected with GPS Receivers. 2009; 14:1889-1896.
15. Lima MIC. Introduction to Radargeological Interpretation. Brazil; 1975.
16. Novo EML. Remote sensing: Principles and applications. Brazil; 1989.
17. Moraes RM. Remote sensing and classification of images. Brazil; 1999.
18. Florenzano TG. Satellite images for environmental studies. Brazil; 2002.
19. Brazilian Agricultural Research Corporation. Manual of soil analysis methods. Brazil; 1997.
20. Klute A. Water retention: Laboratory methods, in: Klute A. (Ed.), Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Madison.1985;635-62.
21. Brazilian Agricultural Research Corporation. Manual of chemical analyzes of soils, plants and fertilizers. Brazil; 2009.
22. Karssies L, Prosser I. Guidelines for riparian filter strips for Queensland Irrigators. Canberra; 1999.
23. Alcântara EH, Amorim AJ. Morphometric analysis of a Coastal hydrographic watershed: A case study. Brazil. 2005;14:70-77.
24. Villela SM, Mattos A. Applied hydrology. Brazil; 1975.
25. United States Geological Survey-USGS. Techniques of water resources investigations. EUA; 1973.
26. Piscoya VC. Management in the Jacu river watershed: Sediment production, ciliary vegetation sizing and water salinity in underground watershed. Brazil; 2012.
27. Vanoni VA. Sedimentation engineering: American society of civil engineers, manuals and reports on engineering practice. EUA; 1975.
28. Inácio ESB, Cantalice JRB, Araújo QR, Nacif PGF. Quantification of erosion in agroforestry system and pasture in southern Bahia. Brazil. 2005;18:238-244.
29. Verstraeten G, Poesen J, Gillijns K, Govers G. The use of riparian vegetated filter strips to reduce river sediment loads: An overestimated control measure. Hydrological Processes. EUA. 2006;4259-4267.

© 2018 Piscoya et al.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:
The peer review history for this paper can be accessed here:
http://www.sciencedomain.org/review-history/24762

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Ciência Florestal, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 35-46, jan.-mar. 2018 35
ISSN 1980-5098

PRODUÇÃO E APORTE DE CARBONO, NITROGÊNIO E FÓSFORO NA SERAPILHEIRA FOLIAR DO PARQUE NACIONAL SERRA DE ITABAIANA

PRODUCTION AND SUPPLY OF CARBON, NITROGEN AND PHOSPHORUS IN THE LEAF LITTER OF NATIONAL PARK SERRA DE ITABAIANA

Audenis Fagner de Jesus Nascimento[1] Tácio de Oliveira da Silva[2] Renisson Neponuceno Araújo Filho[3] Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio[4] Alceu Pedrotti[2] Maria Isidória Silva Gonzaga[2] Victor Casimiro Piscoya[5]

RESUMO

A serapilheira é uma das principais vias de retorno de nutrientes no sistema planta-solo-planta e sua determinação permite analisar a reestruturação de ambientes florestais antropizados. O conhecimento da produção da serapilheira é fundamental para determinar o potencial de regeneração de uma área por meio do aporte e ciclagem dos nutrientes. Objetivou-se neste estudo quantificar a produção de serapilheira e o aporte de carbono e dos nutrientes da fração foliar em áreas de ocorrência de Neossolos Quartzarênicos, com vegetação em diferentes estágios de regeneração, no Parque Nacional Serra de Itabaiana, em Sergipe. Em cada uma das áreas de Areias Brancas Abertas (ABA), Areias Brancas Intermediárias (ABI) e Areias Brancas Fechadas (ABF) instalaram-se coletores nos quais a serapilheira foi coletada mensalmente, de janeiro a dezembro de 2011. Em subamostras da serapilheira foram determinadas as quantidades de carbono (C), nitrogênio (N) e fósforo (P). Com a ação do fogo nas áreas de Areias Brancas do Parque da Serra de Itabaiana, ficou evidente que o mesmo altera o estado de equilíbrio dinâmico alcançado pelo ecossistema, logo, as condições nutricionais do solo são modificadas. Os acúmulos de C, N e P não apresentaram variação sazonal significativa, de acordo com a produção da serapilheira em cada área estudada, sendo que a área ABF proporcionou os maiores acúmulos destes elementos ao longo do período de avaliação.
Palavras-chave: Mata Atlântica; perturbação antrópica; matéria orgânica; processo de regeneração.

ABSTRACT

Litter is a major route of return of nutrients in the system plant–soil -plant and its determination allows to analyze the restructuring of anthropogenic forest environments. Knowledge of litter production is a critical in determining the potential for regeneration of an area through the intake and nutrient cycling. This study aimed to quantify the litter production and the carbon contribution and leaf fraction nutrients in areas of occurrence of Quartzipsamments with vegetation at different stages of regeneration in National Park Serra de Itabaiana in Sergipe, state. In each of the areas of Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediaria (ABI) and Areia Branca Fechada (ABF), settled collectors where the litter was collected monthly from January to December 2011. In the litter subsamples amounts of carbon (C), nitrogen (N) and

1 Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Rua da Glória, 187, CEP 39100-000, Diamantina (MG), Brasil. audenis_fagner@yahoo.com.br

2 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Agronômica, Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária, Av. Mal. Rondon s/n, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão (SE). alceupedrotti@gmail.com / mariaisisilva@gmail.com

3 Engenheiro Florestal, Dr., Departamento de Engenharia Agronômica, Universidade Federal de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife (PE). nepoaraujo@gmail.com

4 Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor do Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, CEP 50670-901, Recife (PE).esampaio@ufpe.br

5 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal de Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife (PE). victorcasimiropiscoya@gmail.com

Confere com o original

Recebido para publicação em 21/03/2013 e aceito em 16/08/2016
Esta obra está licenciada sob uma Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License.

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

phosphorus (P) were determined. Along with the action of fire in the areas of Areias Brancas of Serra de Itabaiana Park, it became clear that it changes the state of dynamic equilibrium achieved by the ecosystem, so the nutritional soil conditions are modified. The accumulation of C, N and P showed no significant seasonal variation according to the production of litter in each area studied, and the ABF area provided the largest accumulations of these elements throughout the evaluation period.
Keywords: Atlantic Forest; anthropogenic disturbance; organic matter; regeneration method.

INTRODUÇÃO

A serapilheira constitui-se na principal via de aporte de carbono, nitrogênio, fósforo e cálcio no sistema solo-planta, representando um componente fundamental na manutenção e no desenvolvimento de um ecossistema florestal, uma vez que influencia a produtividade e o potencial de regeneração da vegetação local (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003; SHUMACHER, 2004; COSTA et al., 2010).

Em ambientes florestais, a ciclagem de nutrientes tem sido estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também para buscar informações sobre práticas de manejo florestal para a manutenção da biodiversidade em determinado sítio florestal (SOUZA; DAVIDE, 2001).

No Brasil, em determinadas regiões, são encontrados estudos que fornecem informações a respeito da contribuição da serapilheira na ciclagem de nutrientes, a exemplo da região Sudeste (CIANCIARUSO et al., 2006; TERROR; SOUSA; KOZOVITS, 2011), região Norte (FERNADES; NASCIMENTO; CARVALHO, 2007) e, apesar de escassos, da região Nordeste (SANTANA; SOUTO, 2011). Contudo, é necessário incrementar os trabalhos para a avaliação da produção da serapilheira e da ciclagem de nutrientes no ecossistema florestal, para que seja possível avaliar as condições da composição florística e do microclima, além de entender a relação desse compartimento com o processo regenerativo da vegetação (MARTINS; RODRIGUES, 1999), principalmente, nos diversos estádios sucessionais dos remanescentes florestais oriundos dos processos de fragmentação.

O Parque Nacional da Serra de Itabaiana, no estado de Sergipe, possui vegetação exuberante e constantemente é alvo de vários distúrbios antrópicos, como o fogo oriundo das atividades de caça e agropecuária desenvolvidas pela comunidade do entorno. O solo dessa região caracteriza-se por sua baixa fertilidade natural, desta forma, as espécies vegetais necessitam do aporte e manutenção da serapilheira, a qual, através da decomposição da matéria orgânica, contribui para a ciclagem e fornecimento de nutrientes. Estudos a respeito da produção e decomposição da serapilheira nesta área são recentes e não correspondem à necessidade do local.

As formações vegetais florestais do Parque Nacional foram subdivididas em três grandes tipos naturais: Matas Primárias e Matas Secundárias, Areias Brancas e Campos Graminosos, segundo a classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992). Existem, ainda, muitas áreas degradadas com vegetação descaracterizadas das originais (DANTAS; RIBEIRO, 2010). No *habitat* das Areias Brancas, uma comunidade arbustivo-herbácea escleromorfa é distinta das vegetações de matas estacionais e de Caatinga hipoxerófila, características das regiões do agreste do estado de Sergipe. Nesse sentido, são necessários estudos para se ter conhecimento do potencial da vegetação em se restaurar, após sofrer com a ação antrópica, e as determinações da produção e ciclagem de nutriente da serapilheira são um bom indicador do progresso da recuperação.

As Areias Brancas distribuem-se fragmentadamente, ocupando uma área total estimada de 347 ha, posicionando-se na face leste das serras de Itabaiana e Comprida, entre o domo e as matas de pé de serra (DANTAS; RIBEIRO, 2010). Dantas et al. (2010) reconheceram fisionomias distintas de Areias Brancas na Serra de Itabaiana, as quais variam em estádios sucessionais, dependendo do histórico de degradação da área.

A degradação afeta negativamente as condições de preservação, com o consequente comprometimento da qualidade ambiental, sendo necessário o desenvolvimento de modelos para a recuperação da vegetação que considerem a reabilitação de suas características estruturais e funcionais, relacionadas principalmente à estabilidade do solo, retenção de nutrientes, alta produtividade, *habitat* para ocupação e regeneração de espécies e a regulação da qualidade do ecossistema (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Diante do exposto, o objetivo neste estudo foi quantificar a produção de serapilheira e o aporte de carbono e dos nutrientes na fração foliar em áreas de ocorrência de Neossolos Quartzarênicos presentes em ecossistemas frágeis, com vegetação em diferentes estágios de regeneração, no Parque Nacional Serra de Itabaiana, em Sergipe.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e descrição da área

O estudo foi realizado no Parque Nacional Serra de Itabaiana, em Sergipe, localizado no limite entre os municípios de Itabaiana, Areia Branca e Campo do Brito, em torno da latitude 10°40'S, longitude 37°25'O e altitude aproximada de 670 m (VICENTE et al.,2005). Este Parque constitui uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, representada por uma região de ecótono entre Mata Atlântica e Caatinga, na qual partes das suas características mantém-se preservada.

O clima característico da região é do tipo As' – clima tropical com verão seco e moderado excedente hídrico no inverno, segundo a classificação de Köppen. De acordo com Dantas et al. (2010), a precipitação pluvial média anual concentra-se na faixa entre 1.100 a 1.300 mm e evapotranspiração anual média é de 800 mm. O período chuvoso ocorre entre março a agosto, e o período seco apresenta-se com deficit hídrico ocorrendo entre os meses de setembro e fevereiro. A precipitação mensal do período avaliado foi obtida na base de dados do Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (PROGRAMA DE MONITORAMENTO CLIMÁTICO EM TEMPO REAL DA REGIÃO NORDESTE, 2012).

Na região avaliada, o tipo de solo predominante é o Neossolo Quartzarênico formado por areias quartzosas distróficas, com elevada drenagem, moderado a extremamente ácido e de baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 1975; 2006). Esses solos apresentam textura arenosa e baixa capacidade de agregação de partículas, condicionados pelos baixos teores de argila e de matéria orgânica.

Para a realização do estudo foram selecionadas áreas localmente denominadas de Areias Brancas, formadas por uma vegetação escleromorfa com componentes que variam de arbustivo-herbácea a arbustivo-arbórea, diferente das vegetações de matas estacionais e da caatinga hipoxerófila, características das regiões de agreste de Sergipe, e similares fisionomicamente e floristicamente às restingas do estado (DANTAS et al., 2010).

Três áreas com histórico de perturbação pelo fogo semelhante, porém, com diferentes tempos de regeneração pós-distúrbio foram escolhidas (WHITE; RIBEIRO, 2011). Areias Brancas Abertas (ABA)- localizada na Serra Cumprida que sofreu perturbação mais recente, atingida por um grande incêndio provocado em 2005, representando a área em estádio inicial de sucessão. O solo deste *habitat* é recoberto por alta densidade de gramíneas e vegetação lenhosa formada por arbustos distribuídos isoladamente ou em pequenos grupos, sob os quais se concentra a serapilheira. Areia Branca Intermediária (ABI) - localizada na Serra de Itabaiana e protegida desde 1978, porém com ocorrência de incêndios periódicos até 1994, representando a área em estádio de sucessão intermediária. A fisionomia da vegetação é composta por três estratos: arvoretas isoladas, de aproximadamente 2,0 metros de altura, arbustos esparsos de 1,0-1,5 metro de altura e pequenos arbustos de 0,5-1,0 metro de altura. A superfície do solo é recoberta em menor densidade por gramíneas e a vegetação lenhosa apresenta-se mais desenvolvida que na área anterior. Areia Branca Fechada (ABF) - localizada na Serra de Itabaiana, sem vestígios e notícias de incêndios há mais de 30 anos, sendo considerada a área mais preservada e em estádio de sucessão mais avançada. Esta área é formada continuamente por vegetação arbórea e arbustiva, em que a mata é mais extensa e estruturada que as duas outras áreas. (DANTAS; RIBEIRO, 2010).

A Tabela 1 apresenta a análise química dos solos das três áreas de Areias Brancas avaliadas no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

TABELA 1: Análise química dos solos das áreas de Areias Brancas Abertas (ABA), Areias Brancas Intermediárias (ABI) e Areias Brancas Fechadas (ABF) do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil.
TABLE 1: Chemical analysis of soil in the areas of Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediaria (ABI) and Areia Branca Fechada (ABF) of Serra de Itabaiana National Park, Sergipe state, Brazil.

Área	pH (H_2O)	COT	NT	C/N	P	Ca^{2+}	K^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	CTC	SB	V
-	-	g kg^{-1}		Mgdm^{-3}		cmol$_c$ dm^{-3}							%
ABA	5,17	12,84	0,35	36,09	24,47	2,58	0,0038	0,56	0,28	3,72	3,44	3,15	48,56
ABI	5,42	2,92	0,14	19,20	24,69	0,38	0,0020	0,00	0,13	1,26	0,51	0,37	29,36
ABF	5,37	7,72	0,32	23,18	36,27	1,15	0,0035	0,64	0,22	2,52	2,02	1,80	47,59

Em que: Carbono Orgânico Total = (COT); Nitrogênio Total = (NT); Relação Carbono/Nitrogênio = (C/N); Capacidade de Troca Catiônica = (CTC); Soma de Bases = (SB); Saturação de Bases = (V).

Produção de serapilheira e acúmulo de nutrientes

As coletas da serapilheira foram realizadas mensalmente, de janeiro a dezembro de 2011, em um total de 15 coletores por área. Estes coletores com formato quadrangular e área de 0,25 m^2 foram produzidos com tela de náilon (malha de 1 mm de abertura), sendo fixados com hastes de madeira a uma altura de 0,5 m do solo. Em cada área, os coletores foram colocados a cada 12,5 m ao longo de dois transectos paralelos de 100 m, distando 20 m entre si.

O material foliar interceptado nos coletores foi acondicionado em embalagens de papel, e conduzido ao laboratório para análise. Posteriormente, o material foi seco em estufa e pesado em balança de precisão para obter a massa seca do componente vegetal.

Mensalmente, retirou-se de cada coletor uma amostra representativa do material vegetal visando determinar as quantidades de carbono (C) pelo método de oxidação por dicromato juntamente com uma fonte externa de aquecimento; nitrogênio (N) determinado pelo método Microkjeldahl; e fósforo (P) determinado por colorimetria, de acordo com a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

O acúmulo dos elementos na serapilheira foliar foi obtido pelo produto da biomassa foliar pelos teores dos elementos. As variáveis analisadas foram: produtividade de serapilheira foliar, acúmulo de carbono e dos nutrientes, nitrogênio e fósforo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Foi realizada a análise de correlação linear de Pearson entre a serapilheira foliar produzida e a precipitação pluvial, usando o programa Statistica 8.0 (STATSOFT, 2008). Para a comparação temporal, os dados foram submetidos à análise de regressão, com a escolha do modelo quadrático que melhor se ajustou pelo teste F, a 5% de probabilidade, e pelo coeficiente de determinação (R^2), de acordo com Banzatto e Kronka (2006). As análises estatísticas foram realizadas com o uso do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

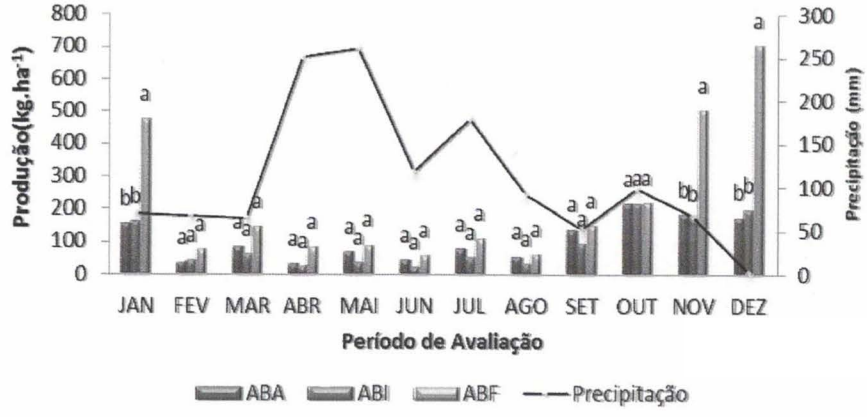
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de serapilheira foliar

Na comparação entre as três áreas de estudo, verificou-se que a área ABF concentrou a maior produção de serapilheira foliar, 2.679 kg ha^{-1}, enquanto as áreas ABA e ABI apresentaram produções inferiores, com 1.256 kg ha^{-1} e 1.112 kg ha^{-1}, respectivamente. Diante disto, os resultados apontaram efeito significativo da produção de biomassa foliar de ABF em relação às áreas ABA e ABI, principalmente nos meses de menores precipitações pluviométricas, janeiro e dezembro (Figura 1). Pode-se relacionar tal fato com os diferentes estádios sucessionais da vegetação nas áreas estudadas, já que a ocorrência de alterações imprevisíveis na composição de espécies, ou mesmo nas condições ambientais podem modificar a sequência do processo de sucessão, limitando sua previsibilidade (KREYLING et al., 2011).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609



Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

FIGURA 1: Produção de serapilheira foliar nas áreas de Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediária (ABI) e Areia Branca Fechada (ABF) no Parque Nacional Serra de Itabaiana ao longo de 2011. Médias iguais dentro de cada mês não diferem entre si a 5% de probabilidade.

FIGURE 1: Production of leaf litter in the areas of Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediaria (ABI) and Areia Branca Fechada (ABF) in National Park of Serra Itabaiana over the period of 2011. Equal means with in each month not differ at 5% probability.

Ao relacionar os valores de produção encontrados mensalmente com os dados de precipitação, ficou evidenciado que o período de novembro a janeiro representou uma época de maior produção, sendo esse período correspondente à estação seca, na qual a área ABF destacou-se com os maiores valores de produção, quando comparada com as demais áreas (Figura 1). Cabe informar que as maiores perdas de folhas nesta época também ocorreram em virtude do sistema de defesa das plantas que na sua maioria são caducifólia e semicaducifólia que, quando passam por estresse hídrico, tendem a perder suas folhas parcial ou totalmente.

A maior deposição da biomassa foliar no final da estação seca pode ser uma resposta da vegetação ao estresse hídrico ocorrido, uma vez que a queda das folhas reduziria a perda de água por transpiração (MARTINS; RODRIGUES, 1999). Os valores elevados da fração folha evidenciam uma sazonalidade mais pronunciada (MORELLATO, 1993).

Entretanto, ao correlacionar os valores de deposição mensal de serapilheira com as taxas de precipitação, observou-se que no geral não houve correlação (Pearson, $p<0,05$), indicando, assim, que a sazonalidade não foi o principal fator na produção de serapilheira, fato este que pode estar relacionado ao curto intervalo de tempo de coleta, que pode ter influenciado para variações atípicas no período coletado (Tabela 2).

TABELA 2: Correlação de Pearson ($p<0,05$) entre a serapilheira foliar produzida e a precipitação pluvial para as áreas de Areias Brancas, no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Itabaiana - SE.

TABLE 2: Pearson correlation ($p<0.05$) between the produced leaf litter and rainfall in the areas of Areias Brancas in the National Park Serra de Itabaiana, Itabaiana, SE state.

Variável Climática	Área		
	ABA	ABI	ABF
Precipitação	-0,508674^{NS}	-0,558489^{NS}	-0,561075^{NS}

Em que: ^{NS}= Não apresenta significância a 5% de probabilidade.

Ao relacionar o período avaliado com a dinâmica de produção da serapilheira foliar nas três áreas de Areias Brancas por meio de equação polinomial quadrático, foi verificada a existência de relação significativa entre *tempo X produção* (Tabela 3). Isso acontece em função do modelo de sucessão da vegetação pós-distúrbio que ocorre, caracterizado pela substituição de espécies, já que as espécies pioneiras escleromorfas ao longo do tempo são substituídas gradualmente por espécies menos escleromorfas, em um processo lento de convergência da composição florística em direção à estruturação anterior ao distúrbio, influenciado pelo aumento do teor nutricional dos solos ocasionados pelo gradual acúmulo de matéria orgâ-

nica nos mesmos (KEELEY; FOTHERINGHAM; BAER-KEELEY, 2005).

Deste modo, os resultados demonstraram que a área ABF proporcionou uma maior produção de serapilheira, quando comparada com as outras áreas, em virtude do seu estádio sucessional mais avançado associado às condições ambientais e condições edáficas favoráveis.

TABELA 3: Produção Total de serapilheira nas áreas de Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediaria (ABI) e Areia Branca Fechada (ABF) no Parque Nacional Serra de Itabaiana ao longo de 12 meses de avaliação.

TABLE 3: Total production of litter in the areas of Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediaria (ABI) and Areia Branca Fechada (ABF) in Parque Nacional Serra de Itabaiana over 12 months evaluation.

Área	Equação	R^2(%)
ABA	$y = 3,2486x^2 - 31,801x + 135,44$	65,24*
ABI	$y = 4,7199x^2 - 50,785x + 167,12$	76,92*
ABF	$y = 16,353x^2 - 187,48x + 556,14$	87,68*

Em que: Significância a 5% de probabilidade.

Os dados observados mostram-se mais relevantes quando comparados os acúmulos de serapilheira com os diferentes estádios de sucessão pós-distúrbio. As áreas ABA e ABI sofreram perturbações mais recentes, logo apresentam estádios de sucessão inicial e intermediário, respectivamente, o que refletiu nos baixos valores mensais de serapilheira. Além disto, essas áreas são formadas por uma vegetação que varia de arbustivo-herbáceo com árvores de pequeno porte e menos densas. Já a área ABF, que compreende uma fisionomia florestal formada por um dossel mais desenvolvido, contribuiu para uma maior produção de serapilheira. Adicionado a isso, os maiores teores de nutrientes do solo encontrados nesta área (Tabela 1), podem ser efeito da absorção de camadas mais profundas do solo pelas raízes das plantas e posterior ciclagem de nutrientes para a superfície do solo pela deposição de serapilheira (JOGGABY; JACKSON, 2004).

Estoque de carbono

Obteve-se um estoque de carbono via serapilheira foliar de 454 kg ha^{-1} para ABA; 400 kg ha^{-1} para ABI e 971 kg ha^{-1} em ABF (Tabela 4). Este acúmulo de carbono nas três áreas relaciona-se com a produção de serapilheira de forma significativa, logo, quanto maior a quantidade de serapilheira, maior será a quantidade de material orgânico proveniente da vegetação. Assim, pode-se afirmar que a quantidade de carbono pode estar relacionada com o porte da vegetação e do seu estado de conservação.

TABELA 4: Estoque de carbono na serapilheira foliar nas áreas de Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediaria (ABI) e Areia Branca Fechada (ABF), no Parque Nacional Serra de Itabaiana ao longo de 2011.

TABLE 4: Carbon stock in the leaf litters in the areas of Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediária (ABI) and Areia Branca Fechada (ABF), at National Park of Serra Itabaiana over the period of 2011.

Mês	ABA	ABI	ABF
	C (kg ha^{-1})		
Janeiro	60,31 b*	62,32 b	187,9 a
Fevereiro	14,60 a	16,65 a	29,59 a
Março	30,15 a	21,56 a	54,98 a
Abril	11,04 a	9,18 a	34,25 a
Maio	27,45 a	13,96 a	37,35 a
Junho	14,46 a	8,32 a	21,18 a
Julho	29,75 a	18,57 a	41,19 a

Continua...

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

TABELA 4: Continuação...

TABLE 4: Continued...

Mês	ABA	ABI	ABF
		C (kg ha^{-1})	
Agosto	20,03 a	12,06 a	22,91 a
Setembro	51,39 a	34,11 a	56,82 a
Outubro	71,81 a	81,86 a	79,64 a
Novembro	66,43 a	57,86 a	174,95 a
Dezembro	57,09 b	63,82 b	230,36 a

Em que: Médias iguais dentro de cada mês não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Nota-se que houve interação significativa entre as áreas de Areias Brancas estudadas e o período de avaliação para o acúmulo de C na serapilheira foliar (Tabela 5). Para todas as áreas estudadas, a curva do acúmulo de C apresentou um comportamento polinomial quadrático, sendo que a área ABF obteve o melhor ajuste da equação, como pode ser visto através do coeficiente de determinação (R^2) (Tabela 5). Este maior acúmulo de carbono observado em ABF se deve à influência interativa do fator fogo com a estrutura da vegetação associada ao tempo decorrido do processo sucessional.

TABELA 5: Estoque de carbono na serapilheira foliar nas áreas de Areias Brancas, aberta (ABA), intermediária (ABI) e fechada (ABF) no Parque Nacional Serra de Itabaiana no período 12 meses de avaliação.

TABLE 5: Carbon stock in the leaf litter in the areas of White Sands, open (ABA), intermediate (ABI) and closed (ABF) in national park of Serra Itabaiana during 12 months of evaluation.

Área	Equação	R^2(%)
	Estoque de C (kg ha^{-1})	
ABA	$y = 1,1485x^2 - 11,723x + 51,869$	60,02*
ABI	$y = 1,6166x^2 - 17,733x + 61,063$	67,96*
ABF	$y = 5,6877x^2 - 66,816x + 207,15$	85,34*

Em que: Significância a 5% de probabilidade.

À medida que as florestas se tornam mais senis, o acúmulo de carbono total no sistema é mais expressivo quando comparado a florestas em idades jovens, com maior ritmo de crescimento (SEDJO; SOHNGEN; MENDELSOHN, 2001). Considerando os valores totais mensais de serapilheira foliar, percebe-se que os estoques de carbono apresentaram a mesma tendência percentual de distribuição. Dessa forma, principalmente devido à grande produção, a serapilheira parece desempenhar papel fundamental no retorno de carbono nas áreas estudadas, representando importante via de ciclagem interna para este elemento.

Estoque de nitrogênio

A deposição mensal de nitrogênio pela serapilheira foliar nas áreas de Areia Branca está apresentada na Tabela 6. O conteúdo anual total de nitrogênio foi de 40 kg ha^{-1}, sendo a Areia Branca Fechada, a área com o maior retorno deste nutriente com 25 kg ha^{-1}. Os meses de maior retorno do nitrogênio coincidem com os períodos de maior deposição da serapilheira, ocorrendo assim a maior deposição de nutrientes no solo. Esses resultados são semelhantes aos de Montagninie e Jordan (2005) que propuseram um valor médio para o fluxo anual de nutrientes, através da serapilheira, em torno de 42,0 kg ha^{-1} para N e 2,6 kg ha^{-1} para P em solos de fertilidade extremamente baixa.

Confere com o original

Iroacyr Gunna Filho
Siape 6383609

TABELA 6: Acúmulo de Nitrogênio na serapilheira foliar nas áreas de Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediaria (ABI) e Areia Branca Fechada (ABF), no Parque Nacional Serra de Itabaiana ao longo do período de 2011.

TABLE 6: Accumulation of nitrogen in leaf litter in the areas of Areia Branca Aberta (ABA), Areia Branca Intermediaria (ABI) and Areia Branca Fechada (ABF), National Park of Serra Itabaiana over the period of 2011.

Mês	ABA	ABI	ABF
	N (kg ha^{-1})		
Janeiro	0,9894 b*	0,9768 b	3,6327 a
Fevereiro	0,2365 a	0,2442 a	0,6355 a
Março	0,5837 a	0,4382 a	1,1218 a
Abril	0,1987 a	0,1391 a	0,7195 a
Maio	0,4995 a	0,2152 a	0,7678 a
Junho	0,3861 a	0,1432 a	0,5177 a
Julho	0,502 a	0,2617 a	0,9302 a
Agosto	0,3317 a	0,2498 a	0,5584 a
Setembro	0,8255 a	0,6654 a	1,7561 a
Outubro	1,3058 a	1,2877 a	2,1458 a
Novembro	0,9428 a	1,0405 a	5,1491 a
Dezembro	1,0505 a	1,2874 a	7,5412 a

Em que: Médias iguais dentro de cada mês não diferem entre si a 5% de probabilidade.

A relação entre C e N pode ser utilizada como indicador da qualidade nutricional da serapilheira, sendo que valores maiores que 25 indicam que o material foliar apresenta uma baixa proporção de N, limitando assim o processo de decomposição (LUIZÃO et al., 2004). Os valores observados neste estudo, ABA (C/N = 58), ABI (C/N = 57) e ABF (C/N = 38) indicam que a baixa qualidade nutricional da serapilheira pode ser um importante fator limitante da decomposição do material foliar depositado nas Areias Brancas, além de refletir em maior eficiência por parte da vegetação na conservação de N em seus tecidos vivos em relação a outros ecossistemas florestais tropicais.

Ao associar a relação C/N da serapilheira coletada com a relação C/N do solo, percebe-se que em ambas, a área ABA apresentou valores maiores que as demais áreas. Este maior valor de C/N na área aberta, que apresenta estádio sucessional mais recente, pode ser devido ao efeito do fogo na redisponibilização dos nutrientes estocados nos tecidos vegetais (KNICKER, 2007). As concentrações destes elementos pós-fogo tendem a diminuir progressivamente por meio da lixiviação, entretanto, a velocidade de perda é diferente, ficando o C por mais tempo no sistema (HOMANN et al., 2010), ocasionando, desta forma, maiores valores na relação C/N.

Estudando a produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual na zona ripária em Botucatu-SP, Vital et al. (2004) também verificaram que a transferência de nutrientes ao solo acompanhava a tendência de deposição da serapilheira.

Quando se relaciona o período de coleta da serapilheira com o acúmulo de nitrogênio presente na serapilheira produzida, verificou-se efeito significativo para o acúmulo de N entre as áreas avaliadas, apenas no mês de janeiro, em que a área ABF foi superior às demais áreas (Tabela 6). No mês de outubro foi observado o maior acúmulo de N na serapilheira foliar em ABA e ABI e dezembro para ABF. Todas as áreas apresentaram o mesmo comportamento em relação ao período, sendo que ABF acumulou mais N que as demais (Tabela 7), devido ao tipo de vegetação encontrado na área.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

TABELA 7: Estoque de nitrogênio na serapilheira foliar nas áreas de Areias Brancas, aberta (ABA), intermediária (ABI) e fechada (ABF) no parque nacional Serra de Itabaiana no período 12 meses de avaliação.
TABLE 7: Stocks of nitrogen in leaf litter in the areas of Areias Brancas, Aberta (ABA), Intermediária (ABI) and Fechada (ABF) in National Park of Serra Itabaiana during 12 months of evaluation.

Área	Equação	R^2 (%)
	Estoque de N (kg ha^{-1})	
ABA	$y = 0,0177x^2 - 0,1786x + 0,855$	56,74*
ABI	$y = 0,0292x^2 - 0,3122x + 1,0253$	80,25*
ABF	$y = 0,1576x^2 - 1,7146x + 4,7289$	90,44*

Em que: Significância 5% de probabilidade.

A quantidade de N variou significativamente em função do tempo para as três áreas. Aliado a isso, ajustou-se um modelo quadrático para explicar o decréscimo de N acumulado ao longo do período de avaliação (Tabela 7). Os resultados obtidos para a variação da quantidade de nitrogênio ao longo do período de avaliação, provavelmente, são devido ao estresse hídrico, que provoca um aumento no fluxo de aminoácidos das raízes para as folhas (CASCARDO; OLIVEIRA; SOARES, 1993).

Estoque de fósforo

A concentração de P na serapilheira foliar seguiu a mesma tendência do N, ou seja, nos períodos de maior produção de serapilheira foliar obtiveram-se as maiores quantidades desses nutrientes. As concentrações destes nutrientes nas florestas e nos solos são variáveis, podendo estar relacionados à sua concentração no solo, idade da vegetação, estratificação da floresta e à parte da planta.

Na Tabela 8, é verificado que nos meses janeiro e fevereiro, nos quais ABF apresentou os maiores acúmulos, houve diferença significativa desta área quando comparada com ABA e ABI, fato este que pode ser explicado pela heterogeneidade deste nutriente, não seguindo um padrão de concentração.

De modo geral, os valores de P obtidos no período chuvoso foram inferiores aos outros elementos avaliados. Como grande parte da serapilheira foliar é formada por folhas mais velhas, a concentração desse elemento é menor. Isso porque o fósforo, por ser constituinte de compostos complexos, ricos em energia, é facilmente retranslocado dos tecidos mais velhos para os mais novos da planta (SANTANA, 2005).

TABELA 8: Estoque de fósforo na fração folha da serapilheira no parque Nacional Serra de Itabaiana, ao longo do período de avaliação nas áreas de Areias Brancas.
TABLE 8: Stock fraction of phosphorus in leaf litter at the National Park of Serra Itabaiana throughout the evaluation period in the areas of Areias Brancas.

Mês	ABA	ABI	ABF
	P (kg ha^{-1})		
Janeiro	0,0106 ab*	0,0093 b	0,0267 a
Fevereiro	0,0012 b	0,0016 b	0,0453 a
Março	0,0034 a	0,002 a	0,0049 a
Abril	0,0016 a	0,0007 a	0,002 a
Maio	0,0019 a	0,0006 a	0,0015 a
Junho	0,0005 a	0,0002 a	0,0006 a
Julho	0,0009 a	0,0005 a	0,0011 a
Agosto	0,0011 a	0,0012 a	0,0013 a
Setembro	0,0025 a	0,0009 a	0,0029 a
Outubro	0,0021 a	0,0021 a	0,0025 a
Novembro	0,0034 a	0,0016 a	0,0069 a
Dezembro	0,0018 a	0,0024 a	0,0065 a

Em que: Médias iguais dentro de cada mês, avaliando as áreas em regeneração não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Esses resultados indicam que o P é um elemento limitante, pouco disponível naturalmente nos solos para as plantas (Tabela 8). Na Floresta Nacional Mario Xavier, Seropédica - RJ que constitui uma área com floresta de sucessão secundária espontânea, foi realizado estudo no qual se verificaram os valores de 149 kg $ha^{-1}ano^{-1}$ de nitrogênio e 3 kg ha^{-1} ano de fósforo (FERNANDES; NASCIMENTO; CARVALHO, 2007), o que confirma a baixa disponibilidade deste elemento em ecossistemas florestais.

Quanto à interação entre a área estudada e o período de avaliação, para o acúmulo de serapilheira, foram utilizadas equações polinomiais, nas quais se ajustou uma regressão com modelo quadrático para cada área. Todas as áreas apresentaram baixa significância, podendo ser notado pelo baixo valor do coeficiente de determinação P (Tabela 9).

TABELA 9: Estoque de fósforo na serapilheira foliar nas áreas de Areias Brancas, aberta (ABA), intermediária (ABI) e fechada (ABF) no parque nacional Serra de Itabaiana no período de 12 meses de avaliação.
TABLE 9: Stock of phosphorus in leaf litter in the areas of White Sands, open (ABA), intermediate (ABI) and closed (ABF) in National Park of Serra Itabaiana during 12 months of evaluation.

Área	Equação	R^2(%)
	Estoque de P (kg ha^{-1})	
ABA	$y = 0,0001x^2 - 0,0022x + 0,009$	52,24*
ABI	$y = 0,0002x^2 - 0,0023x + 0,0083$	64,13*
ABF	$y = 0,0007x^2 - 0,0114x + 0,0436$	63,37*

Em que: Significância a 5% de probabilidade.

Nota-se, assim, uma baixa relação entre os teores de fósforo e o período de avaliação nas três áreas de estudo. Isso pode ser explicado pela baixa quantidade de nutrientes nas folhas, pelo estádio sucessional da floresta e, principalmente, devido aos fatores climáticos, os quais resultam em uma decomposição lenta ou acelerada, dependendo das características ambientais do local.

CONCLUSÕES

O estudo apresentado neste artigo confirma a importância de pesquisas relacionadas aos ecossistemas florestais e sua capacidade de regeneração em face dos efeitos de fatores antrópicos, como o fogo, no processo de sucessão ecológica.

Com a ação do fogo nas áreas de Areias Brancas do Parque da Serra de Itabaiana, ficou evidente que o mesmo altera o estado de equilíbrio dinâmico alcançado pelo ecossistema, logo, as condições nutricionais do solo são modificadas. Além disso, as queimadas consomem a serapilheira depositada sobre o chão da floresta e, consequentemente, promovem a eliminação da biomassa acima do solo, dessa forma, a baixa qualidade nutricional da serapilheira foliar, influenciada pela baixa fertilidade dos solos avaliados, deve limitar o processo de ciclagem de nutrientes, diminuindo consideravelmente a velocidade com que os nutrientes da serapilheira foliar retornam ao solo e se tornam novamente disponíveis para a vegetação.

Os acúmulos de C, N e P não apresentaram variação sazonal significativa de acordo com a produção da serapilheira em cada área estudada, sendo que a área ABF proporcionou os maiores acúmulos destes elementos ao longo do período de avaliação.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo, professor e pesquisador Dr. Tácio Oliveira da Silva (in memoriam) por sua inestimável ajuda e contribuição para esta pesquisa.

Confere com o original

Siape 6383609

REFERÊNCIAS

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

CASCARDO, J. C. M.; OLIVEIRA, L. E. M.; SOARES, A. M. Disponibilidade de água e doses de gesso

agrícola nas relações hídricas da seringueira. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v. 5, n. 1, p. 31-34, jun. 1993.

CIANCIARUSO, M. V. et al. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 20, n. 1, p. 49-59, 2006.

COSTA, C. C. A. et al. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açu-RN. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010.

DANTAS, T. V. P. et al. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea das Areias Brancas do Parque Nacional Serra de Itabaiana/Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 575-588, 2010.

DANTAS, T. V. P.; RIBEIRO, A. S. Estrutura populacional de Kielmeyera rugosa Choisy (Clusiaceae) no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Estado de Sergipe. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Londrina, v. 32, p. 141-146, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

EMBRAPA. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado de Sergipe. Recife: Embrapa; SUDENE, 1975.

FERNANDES, M. E. B.; NASCIMENTO, A. A. M.; CARVALHO, M. L. Estimativa da produção anual de serapilheira dos bosques de mangue no Furo Grande, Bragança-Pará. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 949-958, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEIREDO FILHO, A. et al. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, 2003. p. 11-18.

HOMANN, P. S. et al. Forest soil carbon and nitrogen losses associated with wildfire and prescribed fire. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 7, p. 1926-1934, 2010.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 94 p. (Série de manuais técnicos em geociências, 1).

JOBBAGY, E. G.; JACKSON, R. B. The uplift of soil nutrients by plants: biogeochemical consequences across scales. **Ecology**, Brooklyn, v. 85, p. 2380-2389, 2004.

KEELEY, J. E.; FOTHERINGHAM, C. J.; BAER-KEELEY, M. Determinants of post-fire recovery and succession in Mediterranean-climate shrub lands of California. **Ecological Applications**, Washington, v. 15, p. 1515–1534, 2005.

KNICKER, H. Vegetation fires and burnings, how does char input affect the nature and stability of soil organic nitrogen and carbon? - A review. **Biogeochemistry**, Malden, v. 85, p. 91-118, 2007.

KREYLING J. et al. Assisted colonization: a question of focal units and recipient localities. **Restoration Ecology**, Malden, v. 19, p. 433-440, 2011.

LUIZÃO, R. C. C. et al. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. **Global Change Biology**, Malden, v. 10, p. 592- 600, 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p. 405-412, 1999.

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. F. **Tropical Forest ecology**: the basis for conservation and management. Berlin: Springer-Verlag, 2005.

MORELATO, L. P. C. Nutrient cycling in two southeast Brazilian forests. I. Litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**, Winchelsea, v. 4, p. 205-215, 1993.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO CLIMÁTICO EM TEMPO REAL DA REGIÃO NORDESTE. **Precipitação**. 2012. Disponível em: <http://www6.cptec.inpe.br/proclima/>. Acesso em: 10 jan. 2012.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo:

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

EDUSP; FAPESP, 2000. p. 235-247.
SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte.** 2005. 184 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.
SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia**, Arica, v. 29, n. 2, 2011, p. 87-94.
SEDJO, R., SOHNGEN, B.; MENDELSOHN, R. **Estimating carbon supply curves for global forests and other land uses**. Washington: Resources for the Future, 2001. 34 p.
SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucaliptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, MG, v. 7, n. 1, p. 101-114, 2001.
SHUMACHER, M. V. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal - RS. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004.
STATSOFT. **Statistica data analysis system version 8.0.** Tulsa: Statsoft Inc., 2008.
TERROR, V. L.; SOUSA, H. C.; KOZOVITS, A. R. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 25, n. 1, p. 113-121, 2011.
VITAL, A. R. T. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.
VICENTE, A. et al. Levantamento Botânico. In: CARVALHO, C. M.; VILAR, J. C. (Coord.). **Parque Nacional Serra de Itabaiana**: levantamento da biota. São Cristóvão: UFS; Aracaju: IBAMA, 2005. p. 15-35.
WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 6, p. 148-156. 2011.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS
CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COINTER - PDVAGRO 2018

MODELAGEM EM SÉRIES TEMPORAIS APLICADOS A NÚMEROS DE NOTIFICAÇÕES MENSAIS DE DENGUE EM PERNAMBUCO

MODELING IN TEMPORARY SERIES APPLIED TO DENGUE MONTHLY NOTIFICATIONS NUMBERS IN PERNAMBUCO

Apresentação: Comunicação Oral

Jucarlos Rufino de Freitas[1]; André Luiz Pinto dos Santos[2]; Victor Casimiro Piscoya[3]; Ana Luíza Xavier Cunha[4]; Moarcy Cunha Filho[5]

DOI: https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00166

Resumo

Os casos de notificações de dengue (Aedes aegypti) no Brasil foram mencionados a partir de 1923. Desde então, até o início da década de 1980, tal vetor seria erradicado tanto no país como em outros países da América. Recentemente, está presente no Brasil em todos os 27 estados da Federação. Em 2017, segundo o Programa de Vigilância das Arboviroses da Secretaria Estadual de Saúde (SES), o Estado de Pernambuco informou que entre os 184 municípios, 156 (84,7%) estão em risco de surto. Em relação aos anos anteriores, houve uma queda no número de pessoas adoecendo pelo arbovírus, mas devemos ressaltar que a arbovírus não foi riscado do mapa. O objetivo da pesquisa consiste em propor modelos estatísticos de Séries Temporais (ST) capazes de predizer possíveis surtos com base nas defasagens anteriores. Foram utilizados os dados mensais do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2016. A metodologia de Box & Jenkins foi utilizada no estudo, isto é, os modelos SARIMA. A partir dos modelos propostos foram feitas as predições e a análise residual. Avaliando os resíduos pelo ajuste dos modelos, verificou-se que os resíduos não se comportam como uma sequência de variáveis aleatórias independentes, identicamente distribuídas com média zero e variância constante. Ainda, estes modelos conseguem captar o nível e inclinação (valores centrais), mas não as flutuações, ou seja, tais modelos são bons em predizer as observações para longos intervalos de tempo. Conclui-se que o modelo SARIMA apresenta melhores resultados (AIC), uma vez que consegue captar os comportamentos sazonais, além de apresentar com boa acurácia os casos de dengue de tais municípios. Portanto, esses modelos são boas ferramentas para profissionais de saúde que atuam na vigilância epidemiológica e carecem de informações que busquem fazer um planejamento de políticas de saúde e intervenções.

Palavras-Chave: Aedes aegypti. Séries Temporais, Predição.

[1]Pós Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, UFRPE, jucarlos123@hotmail.com
[2]Pós Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, UFRPE, andredefensor@hotmail.com
[3]Doutor, UFRPE, victor.piscoya@ufrpe.br
[4] Pós Graduação em Engenharia Ambiental, UFRPE, analuizaxcunha@gmail.com
[5]Doutor, UFRPE, moacyr.cunhafo@ufrpe.br

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Abstract
The cases of notification of dengue (Aedes aegypti) in Brazil were mentioned from 1923. From that time until the beginning of the 1980s, such a vector would be eradicated both in the country and in other countries of America. Recently, it is present in Brazil in all 27 states of the Federation. In 2017, according to the Program of Surveillance of Arboviroses of the State Secretariat of Health (SES), the State of Pernambuco reported that among the 184 municipalities, 156 (84.7%) are at risk of an outbreak. In relation to the previous years, there was a decrease in the number of people suffering from the arbovirus, but we must emphasize that the arbovirus was not scratched from the map. The objective of the research is to propose statistical models of Time Series (ST) capable of predicting possible outbreaks based on previous lags. The monthly data from the Meteorological Database for Teaching and Research (BDMEP), made available by the National Institute of Meteorology (INMET), were used from January 2000 to December 2016. The Box & Jenkins methodology was used in the study, ie the SARIMA models. Predictions and residual analysis were made from the proposed models. Evaluating the residuals by fitting the models, it was verified that the residuals do not behave as a sequence of independent random variables, identically distributed with zero mean and constant variance. Also, these models can capture the level and slope (central values), but not the fluctuations, that is, such models are good at predicting the observations for long intervals of time. It is concluded that the SARIMA model presents better results (AIC), since it manages to capture the seasonal behaviors, besides presenting with a good accuracy the cases of dengue of such municipalities. Therefore, these models are good tools for health professionals who act in epidemiological surveillance and lack information that seeks to plan health policies and interventions.
Keywords: Aedes aegypti. Time Series, Prediction.

Introdução

A dengue é uma doença infecciosa que, propagada por um arbovírus da família dos flaviviridae e transmitida ao homem através da picada de um mosquito (Aedes aegypti) e que inclui quatro sorotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4 (DIAZ, 2004; ROSS, 2010). Atualmente, a dengue é um dos principais problemas de saúde pública do Brasil e do mundo.

Aedes aegypti é o vetor clássico do vírus da dengue e da febre amarela urbana. Este é um mosquito de hábito diurno e doméstico, utilizando-se preferencialmente de depósitos de água limpa para deposição dos ovos, os quais têm uma alta capacidade de resistir à dessecação. Essa característica tem revelado grande capacidade de adaptação a diferentes situações ambientais desfavoráveis (WHO, 2002).

O primeiro registro de casos de dengue no Brasil ocorreu na década de 1920. Durante os anos seguintes, não foram relatados casos no país, porém, por volta de 1970 à dengue retornou ao Brasil sendo responsável pela transmissão do vírus da dengue em epidemias registradas desde o início dos anos de 1980 achando-se disseminado em todos os 27 estados da federação (LOURENÇO-DE-OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Desde 1985, campanhas educativas institucionais vêm sendo realizadas pelas agências de saúde, com o objetivo de informar a população sobre doenças, combate, vetores e medidas preventivas. Estes se concentram nos períodos mais chuvosos, quando ocorrem os maiores níveis de infestação de vetores, e envolveram todos os meios disponíveis de acesso à comunidade (TAUIL, 2002). De acordo com os dados da literatura, as alternativas mais utilizadas para o controle da dengue no Brasil são métodos químicos, no entanto, existem outros métodos, como físicos, biológicos e genéticos (KOKOZA et al., 2000; PENNA, 2003).

Não é fácil reconhecer um mosquito da dengue. A principal diferença para os demais pernilongos é a coloração escura e pequenas manchas brancas pelo corpo com duas listras em forma de lira no tórax. E é menor que um pernilongo. Prefere-se reproduzir na água limpa, estagnada, facilmente encontrada em ambientes doméstico e peridoméstico (TAUIL, 2001) ou descartáveis que acumulam água de chuvas, comumente encontrados nos lixos das cidades.

Diante do exposto, este trabalho consiste em aplicar modelos de Séries Temporais (ST) aos totais mensais do número de notificações de caso de dengue nos municípios de Serra Talhada, Ipojuca, Vitoria de Santo Antão, Recife e Petrolina, no período de 2000 a 2016, a fim de encontrar o modelo que melhor representa seu caráter preditivo para os próximos seis anos.

Fundamentação Teórica

Segundo alguns autores (SILAWAN, 2008; MORETTIN, 2011; EARNEST *et al.* 2012; WONGKOON *et al.* 2012, SOEBIYANTO, 2010), modelos matemáticos e estatísticos, mas especificamente as ferramentas de análise de séries temporais, têm sido amplamente utilizados para monitorar e prever a incidência de dengue e outras doenças infecciosas. Em populações específicas, esses modelos contribuíram para o entendimento da dinâmica da doença, permitindo predizer o número de casos em períodos subsequentes às séries estudadas. Entre esses modelos, destaca-se o uso da SARISMA (Média Móvel Integrada Autorregressiva Sazonal), útil em situações em que os dados de séries temporais exibem flutuações sazonais periódicas que se repetem com aproximadamente a mesma intensidade a cada ano.

Por outro lado, a análise da tendência do crescimento (ou decrescimento) do número de notificações mensais de dengue para os cinco municípios foram obtidas através do uso da técnica de ST. A ST é um conjunto de observações ordenadas no tempo, não necessariamente igualmente espaçadas, a fim de verificar a dependência serial.

Desta forma, dizemos que uma série $Z = (Z_1, Z_2, Z_3, \cdots, Z_t)$ é fracamente estacionaria se sua média e variância forem constantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre os

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

dois períodos de tempo depender apenas da distância (GUJARATI, 2011). Na prática, as maiorias das ST apresentam algum tipo de não estacionariedade, sendo necessário aplicar diferenciações sucessivas para torna - lá estacionária. Normalmente, será suficiente tomar uma ou duas diferenças para que a série se torne estacionária.

Teste de Estacionariedade:

Ao realizar um teste de hipóteses, primeiramente definem-se as hipóteses nula (H_o) e a alternativa (H_1), depois se fixa o nível de significância do teste (α) em 0,05.

Hipóteses:

H_0: $\phi = 1$, Z_t não é estacionária

H_1: $|\phi| < 1$, Z_t é estacionária.

A verificação da estacionariedade foi realizada utilizando o teste Dickey-Fuller (DF), criado para verificar se o modelo auto-regressivo tem ou não raiz unitária. O teste estima a seguinte auto-regressão $\Delta Z_t = (\phi - 1)Z_{t-1} + a_t$, em que a_t é o choque aleatório com distribuição normal com média zero e variância ($\sigma^2{}_{a_t}$), e ϕ é o parâmetro associado a sua defasagem para o processo auto-regressivo.

Estatística do teste (T):

$$T = \hat{\phi} / S_{\hat{\phi}}; \quad (1)$$

$$pvalor = [Z > [T|H_0]] \quad (2)$$

em que $\hat{\phi}$ é o estimador do parâmetro associado a sua defasagem para o processo auto-regressivo, S é o desvio padrão dos parâmetros $\hat{\phi}$, e Z é o parâmetro da distribuição normal.

Regra de decisão: Se $pvalor < 0{,}05$ rejeita H_0.

Teste para Tendência:

A tendência na ST representa o comportamento da série ao longo do tempo t, refletindo na evolução global no sentido do crescimento ou decrescimento do nível da série.

Hipóteses:

H_0: As observações da série não possuem tendências

H_1: As observações da série possuem tendência monotônica no tempo

Seja $y_1, y_2, y_3, \cdots, y_n$ as observações de uma série temporal. A partir do teste de Mann-Kendall (MK), foi analisado se a série é independente e identicamente distribuída. Sendo assim, sob H_0 a estatística do teste (S) é dada por

$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} \sigma(y_j - y_k)$ em que (3)

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

$$\sigma(y) = \begin{cases} 1, & y > 0 \\ 0, & y = 0 \\ -1, & y < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Modelo Sazonal auto-regressivos integrado de Médias Móveis (SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^{12}):

Os modelos SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^{12} são modelos matemáticos não estacionário que apresentam uma periodicidade cíclica, com oscilações no decorrer da sua evolução temporal. Além, de captar o comportamento da autocorrelação entre os valores da ST (Z_t), e com base nesse comportamento realizar previsões futuras. Os modelos SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^{12} resultam da combinação da sazonalidade (S=12) e de três componentes (ou filtros):

1) AR(p), a série Z_t é expressa como uma soma linear e finita de valores prévios do processo $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \cdots, Z_{t-p}$ e um choque aleatório a_t. O modelo auto-regressivo é definida por $Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \cdots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$ (ou $\phi(B)Z_t = a_t$), em que ϕ_i são os parâmetros da estrutura, i = 1,..., p é a ordem da estrutura, p determina o número de passos entre as observações passadas e a previsão da observação seguinte e $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^2$ representam os coeficientes do filtro AR(p).

2) I(d), a série é submetida à diferenciação com o intuito de torná-la estacionária (Box et al. 2015). A primeira diferença Z_t é definida por $\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$, em que Z_{t-1}é a defasagem anterior à Z_t. Analogamente a segunda diferença $\Delta^2 Z_t$ é dada por $\Delta^2 Z_t = Z_t - Z_{t-1} - [Z_{t-1} - Z_{t-2}] = Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2}$, em que Z_{t-2}é a defasagem anterior à Z_{t-1}.

3) MA(q), a série é expressa como a soma ponderada infinita de choques aleatórios a_t ocorridos no período corrente e nos períodos passados (GUJARATI, 2011). O modelo media moveis é definido por $Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q}$ (ou $Z_t = \theta(B)a_t$), em que θ_i são parâmetros da estrutura, i = 1,..., q é a ordem da estrutura e $\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q)a_t$ representam os coeficientes do filtro MA(q). Dessa forma, uma série pode ser modelada pelos três filtros ou apenas um subconjunto deles, resultando em vários modelos. A estrutura geral do modelo SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^{12} é definida por

$$\phi(B)\Phi(B)^S(\Delta^d \Delta^D Z_t) = \theta(B)\Theta(B^S)a_t \quad (5)$$

em que

$(i)\Phi(B)^S$ e $\Theta(B^S)$ representam os coeficientes sazonais do filtro auto-regressivo e do filtro médias móveis, respectivamente.

$(ii)(\Delta^d \Delta^D Z_t)$ é a série diferenciadas, com ordens d e D, sendo D a ordem de diferenciação sazonal.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

A ultima etapa a ser executada na modelagem SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)^{12} consiste em fazer previsões de h passos à frente, a fim de obter a previsão do número de notificações mensais de dengue para os próximos seis anos. A previsão levou em consideração prever valores futuros e observar a tendência.

Metodologia

Os dados utilizados no presente estudo se referem a número de notificações mensais de dengue em cinco municípios de Pernambuco (Serra Talhada, Ipojuca, Vitoria de Santo Antão, Recife e Petrolina) que foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2016.

Na base inicial de dados constavam os 185 municípios de Pernambuco, em que dois não puderam integrar a análise, pois para tais observações não foi possível ter acesso aos dados, inviabilizando a análise. Dos 183 municípios restantes, estávamos interessados em analisar o comportamento do número de notificações mensais de dengue para as cinco mesorregiões do estado de Pernambuco: Sertão (Serra Talhada), Agreste (Ipojuca), Zona da Mata (Vitoria do Santo Antão), Metropolitana do Recife (Recife) e São Francisco (Petrolina).

A fim de modelar o número de notificações mensais de dengue para os cinco municípios, foi proposta a análise de ST. Uma modelagem estatística capaz de quantificar e prever um determinado atributo ao longo do tempo, cujo objetivo consiste em elaborar um modelo estatístico que descreva adequadamente o comportamento de um determinado atributo ao longo do tempo, e maneira que as implicações teóricas do modelo sejam compatíveis com as amostras observadas nas ST. A partir do modelo ajustado a ST é possível prever a evolução futura da série ou explicar a relação entre os distintos componentes do modelo. Para a análise estatística dos dados, foram utilizados os softwares estatísticos RStudio e SPSS Statistics 20 .

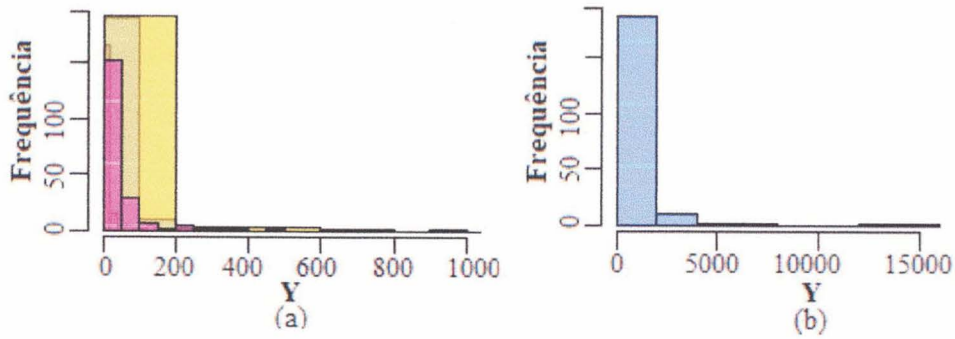
Resultados e Discussão

Como se podem observar as séries do número de notificações mensais de dengue para o município de Serra Talhada, Ipojuca Vitoria do Santo Antão, Petrolina, Figura 1a e Recife Figura 1b, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2016, não parecem adequar a distribuição Gaussiana e as observações apresentam autocorrelação.

Figura 1: Histogramas do número de notificações mensais de dengue para o município de Serra Talhada, Ipojuca, Vitoria do Santo Antão, Petrolina (a) e região metropolitana do Recife (b) no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2016. Fonte: Própria.

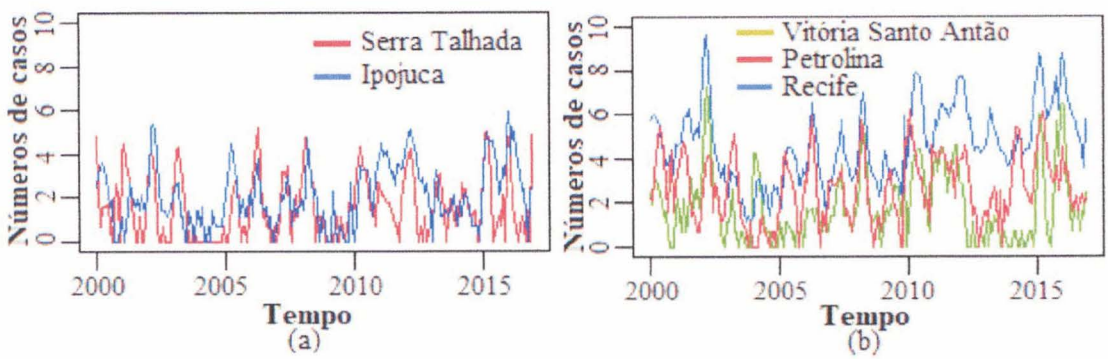
Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609



Deste modo, seja $Z = (Z_1, Z_2, Z_3, \cdots, Z_t)^T$ o vetor do número de notificações mensais de dengue em cinco municípios de Pernambuco no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2016. Para a modelagem dos dados, se utilizou a transformação logaritmo natural $Z^* = (\log(Z_1 + 1, Z_2 + 1, Z_3 + 1, \cdots, Z_t + 1))^T$, para minimizar os efeitos dos meses com grandes notificações. Em alguns casos não há como admitir valores log(0) e, portanto foi necessário incrementar uma unidade na série original. Cabe ressaltar que, essa abordagem não provocou mudanças expressivas na característica das séries, onde reduziu a grande variabilidade dos números de casos de dengue mensais (MARTINEZ; SILVA; FABBRO, 2011). As observações apresentam uma periodicidade sazonal de comprimento 12 (Figura 2), isso já era esperado, uma vez que a incidência de dengue apresenta um ciclo sazonal anual com maior incidência no verão do que no inverno. Segundo Vilches e Ferreira (2013), afirmam que a inclusão do efeito sazonal e de uma fase entre as taxas de reposição e de mortalidade do vetor podem explicar a periodicidade dos picos epidêmicos de dengue.

Figura 2: Resposta mensal do número de notificações de dengue para os municípios de Ipojuca e Serra Talhada (a), Vitoria do Santo Antão., Recife e Petrolina (b) no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2016. Fonte: Própria.



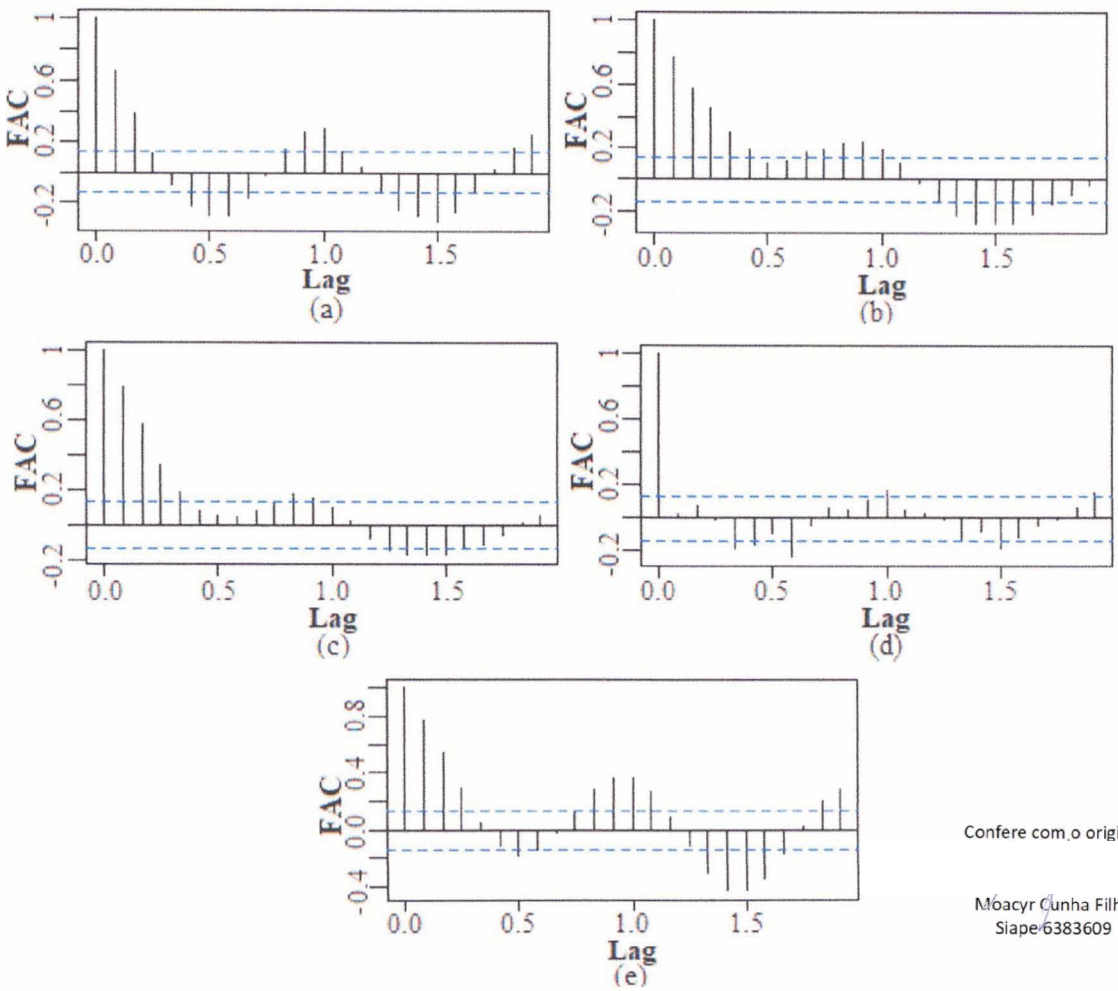
O comportamento das funções de autocorrelação (FAC) para os cinco municípios apresentam um decaimento exponencial senoidal com periodicidade sazonal de comprimento 12 (Figura 2), onde é observado um padrão temporal oscilatório em torno dos Lags.

Figura 3: Correlograma da função de autocorrelação (ACF) da série temporal aplicada a função logaritmo

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

natural, para os cincos municípios de Pernambuco: Serra Talhada (a), Ipojuca (b), Vitoria do Santo Antão (c), Petrolina (d) e Recife (e), PE, 2000 a 2016. Fonte: Própria.



Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises de tendência e estacionariedade das ST, onde foram utilizados os testes de MK e DF, com nível de significância de 5%. A partir dos resultados do teste de MK pode-se verificar que o município de Ipojuca e Recife apresentou uma tendência significativa (p-valor < 0,05), sendo necessário aplicar a primeira diferença na série. Entretanto, pelo teste de DF, observa-se que a hipótese foi rejeitada para todos os municípios. Sendo assim, admite-se que todas as ST são estacionárias.

Tabela 1: Resultados obtidos com a aplicação dos respectivos testes, DF e MK, para os cinco municípios de Pernambuco no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2016. Fonte: Própria.

Municípios	Serra Talhada	Ipojuca	Vitória do santo Antão	Recife	Petrolina
DF	-6,35	-4,91	-4,08	-3,59	-5,53
p-valor	**<0,01**	**<0,01**	**<0,01**	**<0,01**	**<0,01**
MK	0,073	0,161	0,016	0,262	0,081
p-valor	0,136	**<0,01**	0,743	**<0,01**	0,088

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

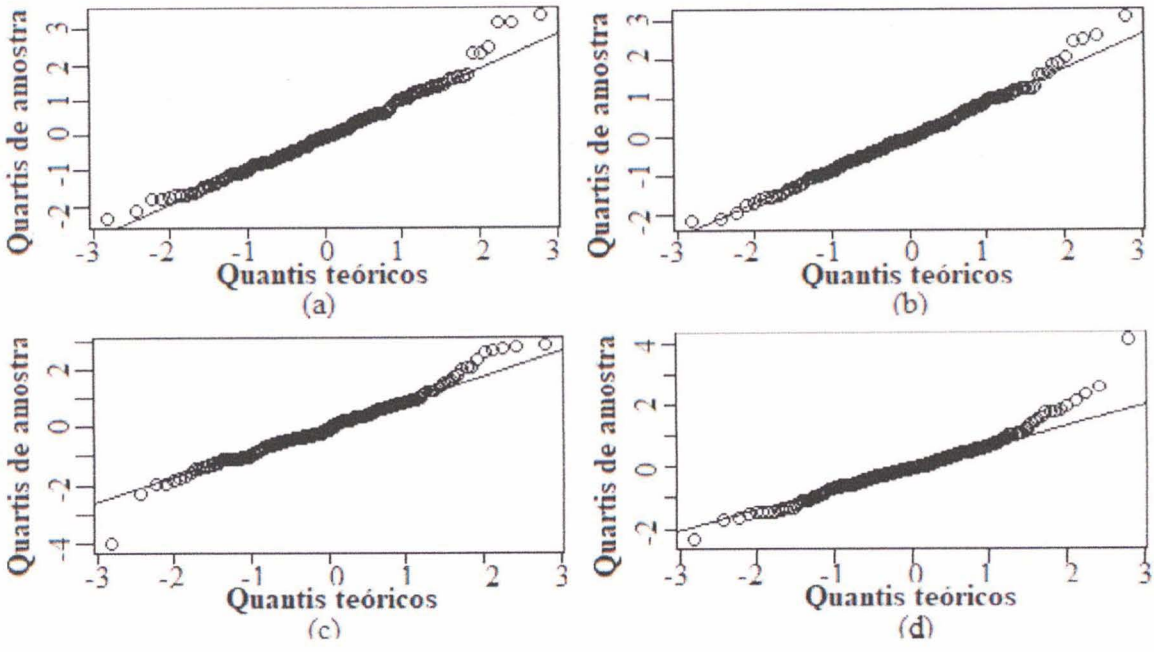
Após a aplicação dos testes de DF e MK, segue-se com o ajuste dos modelos para os cinco municípios, os quais se podem observar na Tabela 2. Podendo concluir que os modelos, $ARIMA(p,d,q)_{12}$ e $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_{12}$, foram os que melhor se ajustaram aos dados através do critério AIC proposto por Schwarz (1978).

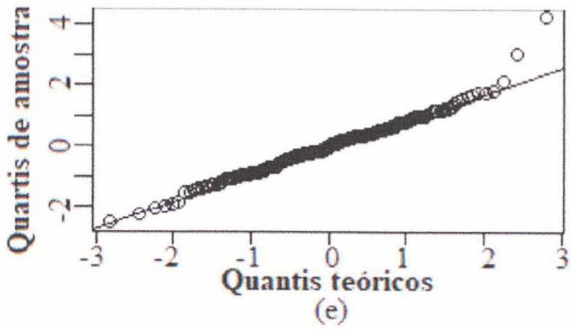
Tabela 2: Seleção dos melhores modelos ajustados considerando os valores do AIC para os cinco municípios de Pernambuco no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2016. Fonte: Própria.

Municípios	Modelo	$\widehat{\sigma}^2{}_{a_t}$	AIC
Serra Talhada	$SARIMA(2,0,2)(1,0,0)_{12}$	1,008	590,39
Ipojuca	$ARIMA(2,0,2)_{12}$	0,813	542,02
Vitória do Santo Antão	$ARIMA(1,0,2)_{12}$	0,992	584,44
Recife	$SARIMA(0,0,0)(0,0,2)_{12}$	0,698	508,08
Petrolina	$SARIMA(2,0,3)(1,0,0)_{12}$	0,866	560,06

Após a formulação e ajuste do modelo, foi realizada a análise dos resíduos para avaliar os pressupostos de adequação do modelo. Avaliando os resíduos (Figura 4), verificou-se que os resíduos não se comportam como uma sequência de variáveis aleatórias independentes, identicamente distribuídas com média zero e variância constante. Portanto, estes modelos conseguem captar o nível e inclinação (valores centrais), mas não as flutuações, ou seja, estes modelos são bons em predizer as observações em distantes intervalos de tempo. Martinez, Silva e Fabbro (2011), encontraram valores distintos, em relação aos resíduos, em que sugerem que os resíduos do modelo seguem distribuição normal.

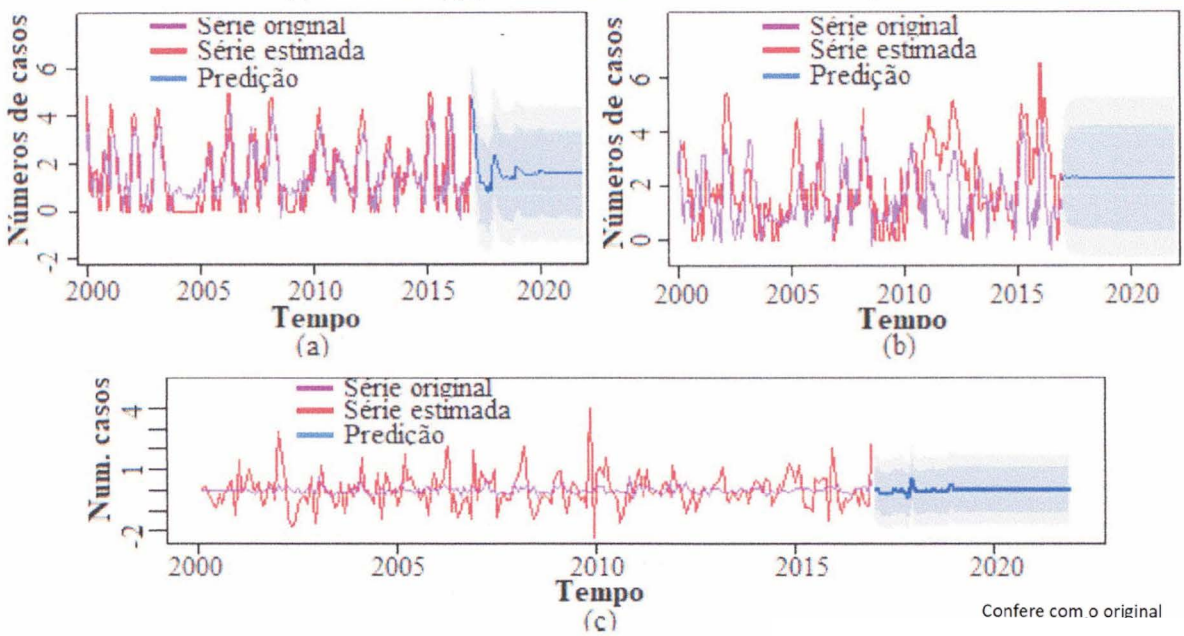
Figura 4: Gráficos de análise de resíduo dos modelos $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_{12}$ para os cinco municípios de Pernambuco, PE, 2000 a 2016. Fonte: Própria.





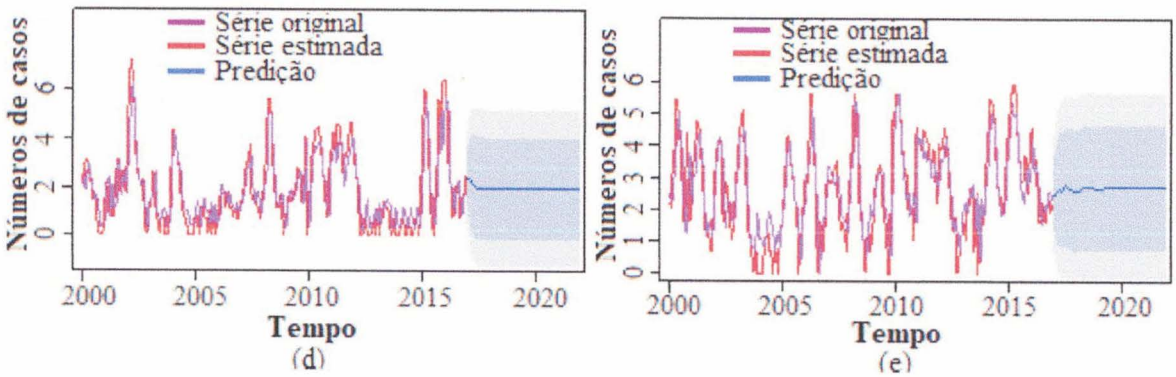
A partir dos modelos acima, se efetuou a predição dos meses de janeiro de 2017 a dezembro de 2022 (Figura 5). Com base nos valores preditos pelo modelo, a um nível de 95% de confiança, espera-se que ocorram aproximadamente 64(a), 121(b), 1845(c), 81(d) e 178(e) notificações de dengue em 2018, o que indica uma redução em comparação ao ano de 2016. Para os municípios de (a), (d) e (e) o modelo estimado conseguiu captar o comportamento da série original. Já para os municípios (b) e (c) as estimativas apresentaram valores distintos do valor real, principalmente em Recife, pois foi aplicado uma diferenciação na série original para retirar o efeito da tendência, reduzindo assim, a variabilidade dos dados. A diminuição dos casos das arboviroses decorreu de diversos fatores, entre eles o empenho da sociedade na eliminação dos criadouros do mosquito Aedes aegypti. Vale ressaltar que o números de notificações são maiores períodos quentes e chuvosos (DE ANDRADE OLIVEIRA *et al.*, 2018), principalmente no verão, quando o mosquito tem o clima ideal para se proliferar.

Figura 5: Resultado da predição mensais do número de notificações de dengue obtida do ARIMA(p,d,q) e SARIMA(p,i,d)(P,I,D) para os municípios de Serra Talhada (a), Ipojuca (b), Recife (c), Vitoria do Santo Antão (d) e Petrolina (e) para o ano de 2017 a 2022. Fonte: Própria.



Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609



Conclusões

A dengue é uma doença transmitida por vetores, sendo o principal deles o Aedes aegypti. Portanto, a busca por relações entre fatores ambientais e a disseminação da doença tem sido investigada para estabelecer mecanismos de controle e prevenção de epidemias. que tem crescido nos últimos anos, o investimento em pesquisa para explicar o comportamento epidemiológico da doença.

Existem vários modelos estatísticos descritos na literatura para explicar a incidência da dengue. No entanto, existem divergências quanto à validade real de modelos baseados em fatores climáticos e modelos baseados em variáveis relacionadas ao controle vetorial, uma vez que a variabilidade apresentada por essas variáveis não é suficiente para explicar satisfatoriamente o comportamento estatístico da incidência de dengue.

Na nossa pesquisa, dos modelos estimados para os cincos municípios, o que apresentou os melhores resultados foi o SARIMA, uma vez que a incidência de dengue apresenta um ciclo sazonal anual com maior incidência no verão do que no inverno. Desse modo, os modelos SARIMA possuem a capacidade de fazer predição com boa acurácia dos números de notificações de dengue para tais municípios, por meio da apresentação de boas ferramentas para profissionais de saúde que trabalham na vigilância epidemiológica e carecem de informações que busquem fazer um planejamento de políticas de saúde e intervenções. Embora já exista uma vacina aprovada no Brasil e outras em desenvolvimento, práticas educativas nas escolas e nas comunidades são alternativas viáveis e de baixo custo na eliminação de criadouros.

Referências

BOX, G. E.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C.; LJUNG, G. M. (2015). Time series analysis: forecasting and control. John Wiley & Sons.

DIAZ, J. F. (2004). Epidemiología molecular del dengue en las Americas. Memorias del primer simposio nacional de Virología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Iatreia 17:7.

Confere com o original

Moacyr Quinta Filho
Siape 6383609

EARNEST, A.; TAN, S.B.; WILDER-SMITH, A.; MACHIN, D. (2012) Comparing statical models to predict dengue fever notifications. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. (2011). Econometria Básica-5. Amgh Editora.

DE ANDRADE OLIVEIRA, M. A. C., COELHO, F. A., DE BARROS FREITAS, R., TAVARES, A. P., SILVA, Í. N. D. P. N., DA SILVA PINTO, S.; ANDRADE, F. M. (2018). Perfil das notificações de dengue e sazonalidade no município de ubá-mg, 2015 a 2016. Revista Científica FAGOC-Saúde, 2(2), 9-14.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; VAZEILLE, M.; FILIPPIS, A. M. B.; FAILLOUX, A. B. (2004). Aedes aegypti in Brazil: genetically differentiated populations with high susceptibility to dengue and yellow fever viruses. Trans R Soc Trop Med Hyg 98:43-54.

MARTINEZ, E. Z., SILVA, E. A. S. D.; FABBRO, A. L. D. (2011). A SARIMA forecasting model to predict the number of cases of dengue in Campinas, State of São Paulo, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, *44*(4), 436-440.

MORETTIN, P. A. (2011). **Econometria financeira: um curso em séries temporais financeiras**. 2 ª edição. São Paulo: Edgar Blucher.

ROSS, T. M. (2010). Dengue virus. Clinics in Laboratory Medicine, 30(1):149-60.

SILAWAN, T.; SINGHASIVANON, P.; KAEWKUNGWAL, J.; NIMMANITYA, S.; SUWONKERD, W. (2008). Temporal patterns and forecast of dengue infection in Notheastern Thailand. Southeast Asian. **J Trop Med Public Health**, v. 39, n. 1, p. 90-98.

SOEBIYANTO, R. P.; ADIMI, F.; KIANG, R.K.(2010). Modeling and predicting seasonal influenza transmission in warm regions using climatological parameters. **Plos One**, v. 5, n. 3, p. 1-10.

TAUIL, P. L. (2001). Urbanização e ecologia do dengue. Cadernos de Saúde Pública, 17, S99-S102.

VILCHES, T. N., & FERREIRA, C. P. (2013). Um modelo para a dengue com influência sazonal. *TEMA (São Carlos)*, *14*(3), 279-290.

WHO - World Health Organization. Dengue prevention and control. Geneva: World Health Organization; 2002.

WONGKOON, S.; JAROENSUTASINEE, M.; JAROENSUTASINEE, K. (2012) Development of temporal modeling for prediction of dengue infection in Northeastern Thailand. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, v. 5, n. 3, p. 249-252.

Confere com o original

Siape 6383609



Journal of Experimental Agriculture International

25(2): 1-12, 2018; Article no.JEAI.42742
ISSN: 2457-0591
(Past name: American Journal of Experimental Agriculture, Past ISSN: 2231-0606)

First and Second Generation of Ethanol Production for Five Sweet Sorghum Cultivars during Soft Dough Grain

Emmanuel Damilano Dutra[1*], Bárbara Ribeiro Alves Alencar[1], Janis Joplim Galdino[1], Jose Nildo Tabosa[2], Rômulo Simões Cezar Menezes[1], Renisson Neponuceno de Araújo Filho[3], Dário Costa Primo[1], Victor Casimiro Piscoya[4] and Jadson Emanuel Lopes Antunes[5]

[1]Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luís Freire, 1000, CEP 50740-540, Cidade Universitária, Recife, PE, Brazil.
[2]Instituto Agronômico de Pernambuco, Av. General San Martin, 1371, 50761-000, Recife, PE, Brazil.
[3]Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, s/n - Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, TO, Brazil.
[4]Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brazil.
[5]Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portela, s/n, Ininga, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brazil.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration between all authors. The author EDD conducted the study, collected the analyzes in the field and did the statistical analysis of the data, wrote the protocol and wrote the first draft of the manuscript. The authors BRAA, JJG and JNT designed the study and monitored and supervised all of this study. The authors DCP and JELA assisted in literature searches, writing in the manuscript and discussing the data. The authors RSCM, RNAF and VCP helped in the search of the literature and in the translation of the same into English language. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/JEAI/2018/42742
Editor(s):
(1) Moreira Martine Ramon Felipe, Associate Professor, Departamento de Enxeñaría Química, Universidade de Santiago de Compostela, Spain.
Reviewers:
(1) Yinusa Taiwo Saheed, Federal University Oye Ekiti, Nigeria.
(2) Anonymous, Manipal Institute of Technology, Manipal University, India.
(3) Muhammad Irfan, University of Sargodha, Sargodha, Pakistan.
Complete Peer review History: http://www.sciencedomain.org/review-history/25830

Original Research Article

Received 19th May 2018
Accepted 29th July 2018
Published 8th August 2018

**Corresponding author: E-mail: emmanuel.dutra@ufpe.br, emadutra86@hotmail.com;*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

ABSTRACT

This study we aimed to identify how the harvest period of the stems from 5 sweet sorghum cultivars influences the production of sugar and ethanol under rainfed conditions in the municipality of Itambé, state of Pernambuco. Subsequently we evaluated the ethanol production from juice and bagasse of the different cultivars. The field experiment was evaluated in a factorial arrangement with two factors (5 cultivars and 3 harvest periods) and fours replications. The fermentation experiments, pretreatment and enzymatic hydrolysis were delineated in a completely randomized design in quadruplicate. Data obtained for all variables evaluated were submitted to an Analysis of Variance and the means compared by the Tukey test at 5% of probability. Results showed that the harvest period influenced the total soluble solids, and the harvest period of soft dough was chosen for assessments of ethanol production of first and second generation. Ethanol production from juice differed among cultivars with the best performance by cultivar SF 15. Significant differences were observed for the chemical composition of bagasses between cultivars, but there where no difference in efficiencies of enzymatic hydrolysis. The average conversion of cellulose in glucose was 64.87%. The cultivars of sweet sorghum biomass developed and adapted for the Northeastern region of Brazil showed potential for ethanol production from the juice and bagasse.

Keywords: Bioenergy; energy crops; biofuels; forest zone of Pernambuco.

1. INTRODUCTION

In order to mitigate the environmental effects of fossil fuel use in the transportation sector, initiatives for the inclusion of biofuels in the energy matrix, especially ethanol, are increasing worldwide. About 100 billion liters of ethanol are currently produced in the world, and the major producers are the U.S. and Brazil [1]. Ethanol can be produced from different types of biomass, especially sweet crops (sugarcane and sugar beet) and starch (corn and wheat). In addition, research efforts have been focused to enable ethanol production from lignocellulosic biomass [2,3,4].

To increase ethanol production, energy crops evaluated in past decades have attracted the interest of researchers in various countries like USA [5], India [6] China [7] and Brazil [8]. Among energy crops, sweet sorghum has gained prominence for ethanol production, as it presents the possibility of full utilisation of biomass usually containing 37% juice, 8% grain, 36% bagasse and 19% leaves [9].

Sorghum main use is as fodder, but it can also be used for the production of energy, supplementing animal feed and fiber production [10]. Its main features are the efficient use of water and good development in different climate and soil conditions [11]. It is a crop widely cultivated due to its potential to produce ethanol, and several studies have shown its potential as a source of biomass with lower water requirements [12,13]. It is a grassy crop with C4 photosynthetic cycle cultivated in several countries, with high efficiency in the conversion of CO_2 into sugars via photosynthesis [14]. It is originated in Africa, being the fifth cereal most cultivated in the world.

Its productivity is highly variable and depends on growing and environmental conditions, but generally sweet sorghum yields 2.36 Mg ha^{-1} of grain and 42.15 Mg ha^{-1} of stalk [15], and the juice present in stalk, rich in sucrose, glucose and fructose, is the part of greatest interest for the production of first-generation ethanol [16]. The production of ethanol from the fermentation of sorghum juice is approximately 3451 L ha^{-1} [17], but can vary widely depending on the cultivation region and cultivar used [18].

Recently, research has been developed to increase yields of ethanol production by using other carbon sources present in sweet sorgum hydrolysates. For this, it is necessary to use yeasts that are capable of fermenting alternative carbon sources, such as xylose and cellobiose, because *Saccharomyces cerevisiae* cannot convert them to ethanol. In view of this, *Spathaspora passalidarum* and *Dekkera bruxelensis* are alternatives in the increase of ethanol production, from the assimilation and fermentation of xylose and cellobiose, respectively, which can make this process more economically feasible [19,20].

Much of the information about the use of sweet sorghum biomass for ethanol production concerns cultivars developed in countries like USA [21], China [22] and India [23]. In Brazil, despite efforts by the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) and the Agronomic Institute of Pernambuco (IPA), there

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

are few cultivars developed for different climatic and soil conditions and lack of information about actual ethanol production for each cultivar. Previous study [24] demonstrated the potential of some sweet sorghum cultivars harvested at maturation stage in Pernambuco with theoretical values of ethanol per hactare between 681 and 3142 L from the juice fraction. In this context, the aim of this work was to assess the best harvest stage of stalks and subsequent ethanol production from stalk juice and bagasse using different cultivars with production history in Northeastern Brazil.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Field Experiment

A field experiment was conducted in 2011 at the experimental station of the Agronomic Institute of Pernambuco (07 ° 24 'S and 35 ° 06' W), municipality of Itambé, Zona da Mata, northern state of Pernambuco, Brazil, to evaluate the agronomic performance of IPA 467, SF 11, BR 506, SF 15 and IPA 2502 cultivars. The area has annual average rainfall of 1200 mm and mean annual temperature of 25°C. The soil in the experimental area was characterized as clayey-sandy loam, containing 577, 102, 321 $g.kg^{-1}$ of sand, silt and clay, respectively. Approximately 30 days from planting, 1.5 Mg ha^{-1} of lime was applied. Fertilization was also performed by applying 777 kg ha^{-1} of N (Urea), P (single superphosphate) and K (Potassium Chloride) 90-90-60 formulation. One month after planting, top-dressing fertilization was also performed by applying 60 kg N ha^{-1} in the form of urea.

Stalk harvest was carried out at three stages of plant development, boot stage (HS1), soft dough grain (HS2) and hard dough grain or maturation (HS3). Ten plants were cut close to the ground and had leaves and panicles removed in order to perform juice extraction from the clean stalk in sugarcane milling system, and each sample was passed three times in rolls. Identifying the best harvest time allowed determining ethanol production at optimum stage.

2.2 Characterization of Juices from Cultivars

After extraction and filtration, juices were characterized for the levels of total soluble solids (TSS) °Brix using portable refractometer Instruterm model RT-30ATC with scale from 0 to 32 °Brix, and total sugar concentration (TS) determined by the sum of sucrose, glucose and fructose contents by high-performance liquid chromatography (HPLC). Juices were also quantified for nitrogen levels (FAN-free amino nitrogen) using the ninhydrin method and for nutrients after digestion with sulfuric acid and hydrogen peroxide [25]. Total P (spectrophotometry) and K (flame photometry) were also determined in extracts generated.

2.3 Characterization of Bagasses from Cultivars

The characterization of bagasse samples originated from the juice extraction step was performed according to methodology of [26] to quantify NDF, ADF, carbohydrates (cellulose and hemicellulose) and lignin acid detergent. Moisture was determined using infrared analytical balance and ash by gravimetric method after calcination in muffle furnace at 600°C for 2 h.

2.4 Fermentation of Juices

Fermentations were carried out in simple batch system in Erlenmeyer flasks with total volume of 250 mL under a controlled temperature of 33°C in static condition for a period of 6 h. All assays were conducted in quadruplicate and arranged in a completely randomised design. Flasks were added of 100 ml of sterilized sorghum juice and inoculated with 10% (w/v) inoculum of *Saccharomyces cerevisiae* JP-1 yeast, previously grown in YPD medium (20 g L^{-1} glucose, 10 g L^{-1} peptone and 10 g L^{-1} yeast extract). In inoculums, cell viability and initial cell concentration were determined by counting method after staining with methylene blue in Neubauer chamber. In juice fermentation assays, aliquots were collected at time 0 h and 6 h to determine sugar consumption and fermentation products such as ethanol and glycerol. The kinetic parameters calculated at the end of fermentation were: sugar consumption (Ac), ethanol volumetric yield (Qp) and sugar conversion yield (sucrose, glucose and fructose) into ethanol ($Y_{p/s}$), according to equations 1 and 2.

$$Qp\,(g.L^{-1}h^{-1}) = \frac{P}{T} \quad (1)$$

$$Y_{p/s} = \frac{P}{Ac} \quad (2)$$

Where: Q_p: volumetric yield; P: ethanol production; T: fermentation time; $Y_{p/s}$: ethanol

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

yield per sugar consumed; and Ac: sugar consumption.

2.5 Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Sorghum Bagasses

Pretreatment was conducted in Erlenmeyer flasks with total volume of 250 mL where sorghum bagasse was added at a ratio of 4% total solids solid-liquid with hydrogen peroxide solution at concentration of 7.5% w/v in 100 mL of water. pH adjustment was carried out with 5M NaOH up to the value of 11.5. Flasks were incubated in orbital shaker table at 150 rpm and 25°C for 1 h [19].

Upon completion of the reaction, the two fractions derived from pretreatment were separated into liquid and the solid fraction by filtration and this step allowed quantifying the mass loss in the reaction (Equation 3). The solid fraction was washed with 1.5 L of distilled water in order to remove water-soluble solids. The solid fraction previously washed and dried in oven with air circulation at 45°C was submitted to enzymatic hydrolysis using commercial enzyme FibreZymeTM LDI (Table 1) at dose of 10 FPU g^{-1} of dry biomass without supplementation with β-glycosidases. The hydrolysis conditions were: total load of solids of 20 gL^{-1}, pH 4.8, stirring at100 rpm, 50°C and time of 48 h. After 48 hours, aliquots were collected for the determination of glucose released using glucose oxidase enzyme KIT and total reducing sugars [27]. The cellulase activity was quantified in filter paper units according to methodology proposed by [28]. The β-glucosidase activity was determined based on cellobiose solution and expressed in units per mL according to [29]. The xylanase, CMCase and avicelase activities were also quantified. The enzymatic hydrolysis efficiency was expressed according to Equation 4 [30].

Table 1. Enzymatic activity of the commercial preparation FibreZymeTM LDI

Enzyme	Activity
FPase (Filtre Paper hydrolase)	11.5 FPU/mL
Xylanase	789 U/mL
B-glucosidase	10 CBU/mL
Avicelase	5.9 U/mL
CMCase (CarboxyMethyl Hydrolase)	175 U/mL

$$PM\,(\%) = \frac{Mi - Mf}{Mi} \times 100 \quad (3)$$

$$EH\,(\%) = \frac{C1}{M \times W \times 1.11} \times 100 \quad (4)$$

Where PM: weight loss; Mi: initial bagasse mass; Mf: final bagasse mass.

Where EH: enzymatic hydrolysis efficiency; C1: glucose concentration in the hydrolysate; M: mass of dry bagasse; W: cellulose content in pretreated bagasse; and 1.11 conversion factor of cellulose into glucose.

2.6 Fermentation of Hydrolysates

After enzymatic hydrolysis of the different types of bagasse, hydrolysates were submitted to fermentation with *Dekkera bruxellensis* GDB 248. Fermentation assays were performed in batch in 125 mL Erlenmeyer flasks added of 100 ml of hydrolysate with 2% w/v of *D. bruxellensis* cells previously grown in YPD for 24 h. The flasks were incubated at 32°C in static condition and 1 ml samples were collected at baseline and after 7 h. After centrifugation, the supernatant was filtered at 0.22 µm and used for analysis of fermentation metabolites by HPLC under the conditions described above. The kinetic parameters calculated at the end of fermentation were: ethanol volumetric yield (Qp) and sugar conversion yield (glucose and cellobiose) into ethanol, according to Equations 1 and 2.

2.7 Analytical Analyses

Carbohydrates and ethanol concentrations were measured by High Performance Liquid Chromatography (HPLC), using column Aminex HPX $87H^+$ (300 x 7.8 mm, Bio-Rad), with refractive index detector (RID), at 50°C and mobile phase 5 mM H_2SO_4, at flow rate of 0.6 mL/min.

2.8 Statistical Analyses

Field experiment was evaluated in factorial design with three harvest stages and five cultivars. The fermentation of juices extracted at the soft dough grain harvest stage was conducted in a completely randomized design. Pretreatment, enzymatic hydrolysis and fermentation of hydrolysates were also conducted in a completely randomized design. All determinations were performed in quadruplicate and the results for °Brix, N-FAN, P, K levels, pH, EC, initial sugars, mass loss, glucose content, total reducing sugars, efficiency of conversion of cellulose into glucose and

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

kinetic parameters of fermentation and ethanol concentration, ethanol volumetric yield and efficiency of conversion of sugars into ethanol were submitted to analysis of variance (ANOVA) and means were compared by the Tukey test at significance level of $p \leq 0.05$ using the ASSISTAT software.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Field Experiment

A field experiment was initially conducted to evaluate the best harvest stage for the different sweet sorghum cultivars under study. For this, variable ºBrix was determined during three stalk harvest stages: booting, soft grain and maturation or hard grain. No significant interaction between harvest stage and cultivars was observed. The ºBrix levels during soft grain and hard grain harvest stage were similar and significantly higher than in the booting harvest stage (Fig. 1). Therefore, earlier harvest in soft grain phase was chosen as the best to evaluate first- and second-generation ethanol production.

The choice of variable ºBrix is related to the direct correlation between levels of total soluble solids (°Brix) and levels of total sugars in the sweet sorghum juice [31,24]. Cultivars reached the soft grain stage on different days: IPA 467 in 140 days, SF 11 in 130 days, BR 506 in 92 days, SF 15 in 140 days and IPA 2502 in 92 days.

3.2 Initial Characterization and Juice Fermentation

The initial characterization of juices from different sweet sorghum cultivars is shown in Table 2. All variables that characterized juices showed significant differences among sorghum cultivars evaluated. The levels of ° Brix ranged from 8.95 to 16.10 and the levels of total sugars (sucrose, glucose and fructose) ranged from 67.6 to 128.8 g L^{-1}. Generally, the levels of °Brix and total sugars are correlated, which allows the use of the determination of soluble solids in juices as important tool for sugar and alcohol facilities [32], [31,9]. Literature reports levels of °Brix in juice for stalk harvest from 15.5 to 16.5 as appropriate [17].

In addition to the levels of ° Brix and total sugars, nutrient composition, pH and electrical conductivity (EC) are important in the characterization of juices. The analysis of these variables allows inferring on the need for addition or dilution or even correction of juices to be fermented, because microorganisms need nutrients to convert soluble sugars into ethanol [33,34]. The levels of N-FAN nitrogen (free amino nitrogen) ranged from 193.4 to

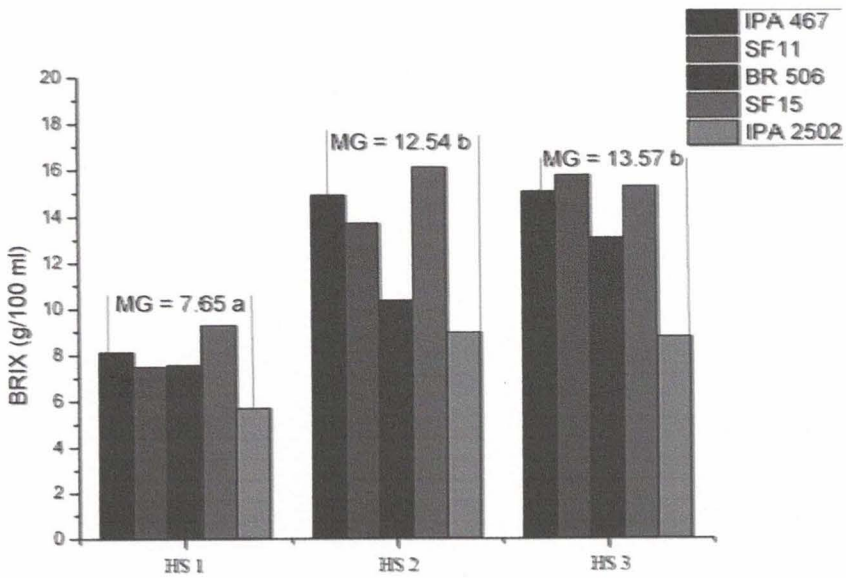


Fig. 1. Brix contents in sweet sorghum evaluated in the field experiment. Values for n = 4, MG: General average for data collection, 5% probability, CV (%) = 17.20. HS1: Harvest boot stage, HS2: Harvest soft grain stage, and HS3: Harvest hard dough grain stage

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Table 2. Preliminary characterization of juices from distinct sweet sorghum cultivars obtained from a field experiment in Itambé, PE, Brazil

Cultivares	°Brix (g/100mL)	TS (g/L)	N-FAN (mg/L)	P (mg/L)	K (mg/L)	pH	EC(mS/cm)
IPA 467	14.65± 3.56 ab	107.40 ± 36.64 ab	193.40 ± 65.03 b	74.90 ± 11.81 b	5403.29 ± 881.22 a	5.23 ± 0.06 bc	6.03 cd
SF 11	13.95± 1.18 ab	99.17 ± 10.31 ab	294.58 ± 19.31 ab	78.34 ± 19.22 b	4893.17 ± 1004.34 a	5.10 ± 0.05 c	7.24 ± 1.13 bc
BR 506	10.35 ± 1.87 bc	82.20 ± 23.26 ab	670.05 ± 121.05 a	161 ± 41.65 a	6205.21 ± 495.68 a	5.20 ± 0.04 bc	9.33 ± 0.49 a
SF 15	16.10 ± 1.14 a	128.80 ± 13.17 a	233.25 ± 18.31 ab	72.93 ± 12.38 b	2768.98 ± 1002.49 b	5.26 ± 0.03 b	5.19 ± 1.45 d
IPA 2502	8.95 ± 1.65 c	67.65 ± 17.29 b	655.24 ± 193.84 ab	127.05 ± 20.40 ab	5996.81 ± 669.61 a	5.42 ± 0.12 a	8.72 ± 0.75 ab

**values for n=4. TS: Total sugar; N-FAN: Free amino Nitrogen; P: Phosphorus; K: Potassium; EC: Eletrical conductivity. Means with the same letter in the column are not significantly different (Tukey, P > 0.05)*

Table 3. Kinetic parameters in the static fermentation of the juices from different cultivars of sweet sorghum at 33 °C, 6h using industrial yeast JP1

Cultivares	SC (%)	P (g/L)	Q_p(g.L.h)	$Y_{p/s}$	Vi (%)	Vf (%)	Ci (10^8)	Cf (10^8)
IPA 467	92.1b	42.37 abc	7.06 abc	0.45 a	97.03	95.54	4.46	4.63
SF 11	96.71ab	47.27 ab	7.88 ab	0.49 a	96.76	91.73	4.38	4.3
BR 506	98.11 ab	35.27 bc	5.88 bc	0.44 a	96.95	96.00	4.52	4.64
SF 15	95.64 ab	56.38 a	9.40 a	0.46 a	98.36	92.80	4.66	4.66
IPA 2502	99.42 a	28.31 c	4.71 c	0.42 a	95.86	98.64	4.9	4.82

Values for n=4. SC: Sugar consumed; P: ethanol; Q_p: Volumetric productivity; $Y_{p/s}$: Yield; Vi: Initial viability; Vf: Final viability; Ci: Initial concentration of cells; Cf: Final concentration of cells. Means with the same letter in the column are not significantly different (Tukey, P > 0.05)

Confere com o original
MEC
Siape 6383609

670.05 mg l^{-1}. The phosphorus contents ranged from 72.93 to 161 mg l^{-1} and potassium levels from 2768.98 to 6205.21 mg l^{-1}. [35] observed similar concentrations of potassium, but different concentrations of nitrogen and phosphorus for four cultivars of sweet sorghum cultivated in Thailand. Differences in nutrient content in the juice can be explained by the harvest stage of the stems, where decreases levels of nutrients were observed since soft dough at maturation of the grain [36].

The pH values for all cultivars were similar and with overall average of 5.24, which is within optimal values for fermentation with yeasts of the genus *Saccharomyces* [37]. Significant differences were observed for electrical conductivity (EC), which is correlated with the salinity of juices and can interfere with the yeast metabolism and affect the fermentation yield. However, there are still few studies that relate EC with fermentation interferences.

The variability in the levels of °Brix, total sugars, nutrients and variables such as pH and electrical conductivity in juices from different sweet sorghum cultivars is associated with the genetic capacity of each cultivar and also with environmental conditions such as soil type, rainfall, incidence of solar radiation [38]. The analysis and characterization of these variables in cultivars with potential for ethanol production is critical to the viability of sweet sorghum cultivation.

The results of the kinetic parameters after 6 h of static fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* of juices from different sweet sorghum cultivars are shown in Table 3.

The ability of yeast to consume sugars from juices, ethanol production, ethanol volumetric yield, fermentation yield, cell viability and cell concentration were used as parameters to evaluate cultivars. Significant differences were observed in the ability of yeasts to consume sugars present in the juice from different cultivars, from 92.71 to 99.42% of sugar consumption (Table 3). These differences are due to the quality of juices and are related to the concentration of nutrients and other elements such as vitamins. The ethanol concentration in the fermentation juice ranged from 28.31 to 56.38 gL^{-1}. [39] observed similar results when evaluating the production of ethanol from sweet and forage sorghum cultivars in a region of low rainfall in Mexico, with ethanol content from 35.78 to 56.36 g L^{-1}.

Similar to the ethanol concentration, the volumetric yield showed differences between the cultivars (Table 3). The cultivar SF 15 was highlighted due to Qp. This parameter is important in determining the amount of ethanol per unit of time, which in the sugar and ethanol industry is between 6 to 12 hours for initial sugar concentrations of 120 gL^{-1}.

There were no differences for variable fermentation yield, which expresses the transformation efficiency of sugars consumed into products of interest such as ethanol (Table 3). Yp/s ranged from 0.42 to 0.49, which represents 82.35% to 96.07% conversion of sugars into ethanol from the maximum conversion coefficient of 0.51.

No growth of yeasts was observed during fermentation (Table 3). This is explained by the high initial inoculum value used of 10% m / v, representing an average of 4.58 x 10^8 cells.mL^{-1}. A decrease in cell viability was observed, which is the product of the concentration of products that inhibit the activity of yeasts.

3.3 Pretreatment, Enzymatic Hydrolysis and Fermentation of Hydrolysates

The chemical composition for the contents of cellulose, hemicellulose, and acid detergent lignin of the different types of fresh sweet sorghum bagasse and after pretreatment step are shown in Table 4.

The initial composition showed significant differences among cultivars. The highest cellulose levels were observed for IPA 2502 and IPA 467 cultivars. Cellulose concentrations ranged from 38.64 to 42.50%. After pretreatment, there was an increase in the cellulose levels for all bagasses from 58.11% to 91.42%. The hemicellulose content ranged from 27.99 to 33.34%, and after pre-treatment with H_2O_2, values decreased by 43.13%, 46.41%, 42.15%, 44.64% and 48.13% for the IPA 467, SF 11, BR 506, 15 SF and IPA 2502 cultivars, respectively compared to fresh bagasse, indicating solubilization of hemicellulose for the liquid fraction of the reaction. The acid detergent lignin (ADL) levels ranged from 2.63 to 4.02% and after reaction with H_2O_2, the values decreased, indicating delignification of bagasses. Reductions of 78.55%, 62.68%, 86.09%, 64.16% and 71.11% were observed for 467 IPA, SF 11, BR

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

506, SF 15 and IPA 2502 cultivars, respectively, compared to fresh bagasse.

Delignification processes using pretreatment with alkaline hydrogen peroxide and sodium hydroxide are quite variable in relation to the type of biomass being evaluated and pretreatment conditions. For sugarcane bagasse, for lignocellulosic biomass with higher lignin content to sweet sorghum, removal values of about 70% are reported [40,41] under conditions similar to those used in this study. For cotton biomass, reductions between 6.22% and 32% were observed using H_2O_2 at different temperatures and pressure [41]. Optimal lignin removal values of 65.66% were observed for rapeseed straw biomass with 5% H_2O_2 in alkaline medium in 1 h reaction at 50°C [42]. For sweet sorghum biomass [30] reported value of 78.84% delignification using 5% H_2O_2 for 24 h.

Pretreatment of lignocellulosic biomass is aimed to disrupt the organic matrix to allow the hydrolysis step of carbohydrates. For all types of bagasse evaluated in this study, pretreatment with H_2O_2 in alkaline medium resulted in an average mass loss of 34.55%, 38.15%, 32.03%, 41.5% and 36.22% for IPA 467, SF 15, BR 506, SF 15 and API 2502 cultivars, respectively. Mass loss is related to the solubilization of lignin, extractives, ash, and small fractions of carbohydrates into the liquid phase of the reaction.

Pretreatment with H_2O_2 is a process for delignification of lignocellulosic biomass [43] that allows achieving greater efficiency in the recovery of sugars in the enzymatic hydrolysis step [42], since the presence of lignin impairs the access of enzymes to the substrate. The efficiency of this type of pretreatment is dependent on the biomass being evaluated and the results indicate no significant difference in relation to the glucose production and significant difference to reducing sugars (Table 5) for the different types of sweet sorghum bagasses evaluated.

Table 4. Chemical composition of bagasse before and after alkaline H_2O_2 for differences sweet sorghum cultivars

Before H_2O_2 pretreatment			
Cultivares	**Celulose (%)**	**Hemicelulose (%)**	**LDA (%)**
IPA 467	42.46 ± 0.42 a	27.99 ± 0.46 b	4,01 ± 0.19 a
SF 11	38.64 ± 1.03 c	33.34 ± 1.13 a	4,02 ± 0.4 a
BR 506	40.7 ± 0.69 b	29.52 ± 0.71 b	2,66 ± 0.65 b
SF 15	38.73 ± 0.40 c	33.09 ± 0.96 a	3,07 ± 0.58 ab
IPA 2502	42.50 ± 1.03 a	33.33 ± 1.80 a	2,63 ± 0.4 b
After H_2O_2 pretreatment			
IPA 467	67.13 ± 0.48	15.92 ± 0.12	0.86 ± 0.15
SF 11	72.81 ± 2.23	17.87 ± 0.90	1.5 ± 0.3
BR 506	73.12 ± 3.02	17.08 ± 1.56	0.37 ± 0.1
SF 15	74.12 ± 1.83	18.36 ± 0.79	1.1 ± 0.2
IPA 2502	75.15 ± 1.54	17.29 ± 1.62	0.76 ± 0.4

Values for n=4 ± standard deviation. TS: Total sugar, LDA: Lignin detergent acid. Means with the same letter in the column are not significantly different (Tukey, P > 0.05)

Table 5. Efficiencies of enzymatic hydrolysis for different types of sweet sorghum bagasse, 2% substrate, 10 FPU/g dry bagasse, 50°C, pH = 4.8, 48h, before pretreatment with H_2O_2

Biomass	TS (g/L)	Glucose (g/L)	EH(%)
IPA 467	14.99 ± 0.83 ab	8.79 ± 0.66 a	61.44 ± 4.52 a
SF 11	13.60 ± 1.08 b	10.06 ± 2.09 a	66.11 ± 13.41 a
BR 506	15.17 ± 0.82 ab	9.31 ± 0.31 a	59.80 ± 2.60 a
SF 15	15.21 ± 1.22 ab	10.03 ± 0.63 a	64.69 ± 4.26 a
IPA 2502	16.04 ± 0.50 a	11.27 ± 2.41 a	72.30 ± 16.01 a

Values for n=4 ± standard deviation. Means with the same letter in the column are not significantly different (Tukey, P > 0.05). TS: Total sugar, EH: Efficiency conversion of cellulose hydrolysis in glucose

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

The efficiency of conversion of cellulose into glucose (EH) after 48 h was not affected by the type of sweet sorghum bagasse evaluated (Table 5). Values of 61.44%, 66.11%, 59.80%, 64.69% and 72.30% were observed for 467 IPA, SF 11, BR 506, SF 15 and IPA 2502 cultivars, respectively. EH depends on the chemical composition of the lignocellulosic substrate, type of pretreatment used, load of solids used in the hydrolysis, dose and type of enzyme, hydrolysis time and methodology used to calculate efficiency. For conditions similar to those used in this study, [29] evaluated the enzymatic hydrolysis of sweet sorghum bagasse pretreated with H_2O_2 and observed average EH of 62.46%.

In the comparison with other types of pretreatment used to treat sweet sorghum biomass for ethanol production, efficiency of conversion of cellulose into glucose similar to that shown in this study was observed. [44] used steam explosion to pretreat sorghum biomass and observed efficiencies between 50% and 90% in different process times (5 to 10 min) and temperatures (180 to 200°C) using enzymes Celuloclast 1.5 at dose of 20 FPU.gsubstrate^{-1} and Novozyme 188 at dose of 20 IU.gsubstrate^{-1}.

In another study, [4] evaluated four types of pretreatment for sweet sorghum biomass, like ionic liquids, steam explosion, dilute acid and lime. The enzymatic hydrolysis conditions were 10% of substrate, enzyme dose of 20 FPU.g substrate and time of 72 h. The maximum efficiency of conversion of cellulose into glucose was obtained for pretreatment with steam explosion with 72%, followed by dilute acid with 50%, ionic liquids and lime with 40%.

Since no significant difference was observed for enzymatic hydrolysis efficiencies for the different sorghum cultivars evaluated, we chose to ferment hydrolysate from SF15 cultivar, since this cultivar stood out in the juice fermentation analysis. After 7 h of fermentation with *D. bruxellensis*, ethanol production was 3.9 gL^{-1}, with volumetric yield of 0.56 gl^{-1}.h^{-1} and conversion of glucose into ethanol of 0.40. No significant changes in cell viability and growth of *D. bruxellensis* biomass were observed.

Fermentation of biomass hydrolysates usually leads to low ethanol concentrations in the medium, since the initial contents of pretreated biomass submitted to hydrolysis are low, between 2% and 10%, even maximising the enzymatic hydrolysis efficiency, reaching up to 90%. [37] fermented hydrolysates of sugarcane bagasse pre-treated with alkaline H_2O_2 under conditions similar to those of this study using *Saccharomyces cerevisiae* and obtained 2.5 g L^{-1} ethanol starting from hydrolysate with 6.5 g L^{-1} glucose and yield 0.38 g g^{-1}. In another study, [45] hydrolysates of *Leptochloa fusca* L. Kunth or Kallar grass was utilised as a substrate for ethanol production in simultaneous saccharification and fermentation process with *Kluyveromyces marxianus* and at optimum factor setting, the substrate conversion efficiency was 82%.

4. CONCLUSIONS

The results obtained demonstrated that the best stage for the harvest of sweet sorghum stalks to anticipate harvest is the phase in the soft grain stage, which can be extended until the physiological maturation of grains. Ethanol production from juice was influenced by cultivar, and SF 15 cultivar seems to be the most promising, which corroborates previous studies of our research group. Hydrogen peroxide is effective for the pretreatment of all types of bagasses from sorghum cultivars evaluated and allowed reasonable efficiencies in the enzymatic hydrolysis step of biomass. In addition, *Dekkera bruxellensis* showed potential to ferment biomass hydrolysates.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Walker GM. Fuel alcohol: Current production and future challenges. Journal of the Institute of Brewing. 2011;117:3-22.
2. Sánchez OJ, Cardona CA. Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks. Bioresource Technology. 2008;33:5270-529.
3. Sipos B, Réczey J, Samorai Z, Kádar Z, Diones D, Réczey K. Sweet sorghum as feedstock for ethanol production: enzymatic hidrolysis of steam-pretreated bagasse. Applied Biochemistry Biotechnology. 2009;153:151-162.
4. Zhang J, Ma X, Yu J, Zhang X, Tan T. The effects of four pretreatments on

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

enzymatic hydrolysis of sweet sorghum bagasse. Bioresource Technology. 2011; 102:4585-4589.

5. Han KJ, Pitman, WD, Alison, MW, Harrel DL, Viator HP, McCormic ME, Gravois KA, Kim M, Day DF. Agronomic considerations for sweet sorghum biofuel production in the south-central USA. Bioenergy Research. 2012;5:748-758.
6. Vinutha KS, Rayaprolu L, Yadagiri K, Umakanth AV, Patil JV, Rao PS. Sweet sorghum research and development in India: Status and prospects. Sugar Tech. 2014;16:133-143.
7. Gnansounou E, Dauriat A, Wyman CE. Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic trade-offs in the context of North China. Bioresource Technology. 2005;96:985-1002.
8. May A, Durães FOM, Filho IAP, Schaffert RE, Parrella RAC. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas-MG. 2012; 120.
9. Kim M, Han KJ, Jeong Y, Day D. Utilization of whole sweet sorghum containing juice, leaves and bagasse for bio-ethanol production. Food Science Biotechnology. 2012;21:1075–1080.
10. Murray SC, Rooney WL, Mitchell SE, Sharma A, Klein PE, Mullet JE, Kresovich S. Genetic Improvement of Sorghum as a Biofuel Feedstock: II. QTL for Stem and Leaf Structural Carbohydrates. Crop Science. 2008;48:2180-2193.
11. Zegada-Lizarazu W, Monti A. Are we ready to cultivate sweet sorghum as bioenergy feedstock? A review on field management practices. Biomass and Bioenergy. 2012; 40:1-12.
12. Almodares A, Hadi MR. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. African Journal of Agricultural Research. 2009;4:772-780.
13. Vasilakoglou I, Dhima K, Karagianniannidis N, Gatsis T. Sweet sorghum productivity for biofuels under increased soil salinity and reduced irrigation. Fields Crops Research. 2011;120:38-46.
14. Van der Weijde T, Alvim Kamei CL, Torres AF, Vermerris W, Dolstra O, Visser R GF, Trindade LM. The potential of C4 grasses for cellulosic biofuel production. Frontiers in Plant Science. 2013;4:107.
15. Cifuentes R, Bressani R, Rolz C. The potential of sweet sorghum as a source of ethanol and protein. Energy for Sustainable Development. 2014;21:13-19.
16. Wu X, Staggenborg S, Prophter JL, Rooney WL. Features of sweet sorghum juice and their performance in ethanol fermentation. Industrial Crops and Products. 2010;31:164-170.
17. Prasad S, Singh A, Jain N, Joshi HC. Ethanol production from sweet sorghum syrup for utilization as automotive fuel in India. Energy Fuels. 2007;21:2415-2420.
18. Teetor VH, Duclos DV, Wittenberg ET, Young KM, Chawhuaymak J, Riley MR., Ray DT. Effects of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. Industrial Crops and Products. 2011;34:1293-1300.
19. Reis ALS, Damilano ED, Menezes RSC, Morais Jr MA. Second-generation ethanol from sugarcane and sweet sorghum bagasses using the yeast *Dekkera bruxellensis*. Industrial Crops and Products. 2016;92:255-262.
20. Souza RFR, Dutra ED, Leite FCB, Cadete RM, Rosa CA, Stambuk BU, Stamford TLM, Morais Jr MA. Production of ethanol fuel from enzyme-treated sugarcane bagasse hydrolysate using D-xylose fermenting wild yeast isolated from Brazilian biomes. 3 Biotech; 2018. (In Press).
21. Ekefre DE, Mahapatra AK, Latimore JrM, Bellmer DD, Jena U, Whitehead GJ, Williams AL. Evaluation of three cultivars of sweet sorghum as feedstocks for ethanol production in the Southeast United States. Heliyon. 2017;3:e00490.
22. Zhang C, Xie G, Li S, Ge L, He T. The productive potentials of sweet sorghum ethanol in China. Applied Energy. 2010;87: 2360-2368.
23. Vinutha KS, Rayaprolu L, Yadagiri K, Umakanth AV, Patil JV, Rao PS. Sweet sorghum research and development in India: Status and prospects. Sugar Tech. 2014;16:133-143.
24. Dutra ED, Neto BAG, Souza, RB, Morais Junior MA, Tabosa JN, Menezes RSC. Ethanol Production from the stem juice of Different Sweet Sorghum Cultivars in the

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

State of Pernambuco, Brazil. Sugar Tech. 2013;15:316-321.

25. Thomas RL, Shearrd RW, Moyer JR. Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. Agronomy Journal. 1967;59:240-243.
26. Van Soest PJ. Use of detergents in analysis of fibrous feeds: A rapid method for the determination of fiber and lignin. Association of Official Analytical Chemists. 1963;46: 829-835.
27. Miller G L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemistry. 1959;31:426-428.
28. Ghose TK. Measurement of cellulase activities. Pure & Applied Chemistry. 1987; 59:257-268.
29. Wood TM, Bhat KM. Methods for measuring cellulase activities. Methods in enzymology. 1988;160:87-112.
30. Cao W, Sun C, Liu R, Yin R, Wu X. Comparison of the effects of five pretreatment methods on enhancing the enzymatic digestibility and ethanol production from sweet sorghum bagasse. Bioresource Technology. 2012; 111:215-221.
31. Guigou M, Pérez LV, Lareo C, Lluberas ME, Vázquez D, Ferrari MD. Bioethanol production from sweet sorghum varieties: evaluation of post-harvest treatment on sugar extraction and fermentation. Biomass and Bioenergy. 2011;35:3058-3062.
32. Tsuchihashi N, Goto Y. Cultivation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and determination of its harvest timer to make use as the raw material for fermentation, practiced during rainy season in dry land of Indonesia. Plant Production Science. 2004;7:442-448.
33. Bai F, Anderson WA, Moo-Young M. Ethanol fermentation technologies from sugar and starch feedstocks. Biotechnology Advances. 2008;26:89-105.
34. De Souza RB, Menezes JAS, Souza RFR, Dutra ED, Morais Jr MA. Mineral composition of the sugarcane juice and its influence on the ethanol fermentation. Applied Biochemistry and Biotechnology. 2015;175:209-222.
35. Bunphan D, Jaisil P, Sanitchon J, Knollb JE, Anderson WF. Estimation methods and parameter assessment for ethanol yields from total soluble solids of sweet sorghum. Industrial Crops and Products. 2015;63: 349-356.
36. Fernandes G, Braga TG, Fischer J, Parrella RAC, Resende MM, Cardoso VL. Evaluation of potential ethanol production and nutrients for four varieties of sweet sorghum during maturation. Renewable Energy. 2014;71:518-524.
37. Dimple KK, Bellmer DD, Hunke RL, Wilkins MR, Claypool PL. Influence of temperature, pH and yeast on in-field production of ethanol from unsterilized sweet sorghum juice. Biomass and Bioenergy. 2010;34:1481-1486.
38. Zhao YL, Dolat A, Steinberger Y, Wang X, Osman A, Xie GH. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. Fields Crops Research. 2009;111: 55-64.
39. Davila-Gomez FJ, Chuck-Hernandez C, Perez-Carrillo E, Rooney WL, Serna-Saldivar SO. Evaluation of bioethanol production from five different varieties of sweet and forage sorghums (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Industrial Crops and Products. 2011;33:611-616.
40. Rabelo SC, Amezquita NA, Andrade RR, Maciel Filho R, Costa AC. Ethanol production from enzymatic hydrolysis of sugarcane bagasse pretreated with lime and alkaline hydrogen peroxide. Biomass and Bioenergy. 2011;35:2600-2607.
41. Iram M, Asghar U, Irfan M, Huma Z, Jamil S, Nadeem M, Syed Q. Production of bioethanol from sugarcane bagasse using yeast strains: A kinetic study. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. 2018;40:364-372.
42. Silverstein RA, Chen Y, Sharma-Shivappa RR, Boyette MD, Osborne J. A comparison of chemical pretreatment methods for improving saccharification of cotton stalks. Bioresource Technology. 2007;98:3000-3011.
43. Siddique. A, Gul A, Irfan M, Nadeem M, Syed Q. Comparison of different pretreatment methods for efficient conversion of bagasse into ethanol. Biofuels. 2018;8:135-141.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

44. Karagoz P, Rocha IV, Ozkan M, Angelidaki I. Alkaline peroxide pretreatment of rapeseed straw for enhancing bioethanol production by same vessel saccharification and co-fermentation. Bioresource Technology. 2012;104:34-357.

45. Gul A, Irfan M, Nadeem M, Syed Q, Haq IU. Kallar grass (*Leptochloa fusca* L. Kunth) as a feedstock for ethanol fermentation with the aid of response surface methodology. Environmental Progress & Sustainable Energy. 2018;37: 569-576.

© 2018 Dutra et al.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:
The peer review history for this paper can be accessed here:
http://www.sciencedomain.org/review-history/25830

Confere com o original

Nobacyr Gunha Filho
Siape 6383609



Journal of Experimental Agriculture International

23(2): 1-10, 2018; Article no.JEAI.41408
ISSN: 2457-0591
(Past name: American Journal of Experimental Agriculture, Past ISSN: 2231-0606)

Evaluating of Sediment Delivery Ratio on Spatial and Temporal Variabilities in Semiarid Watershed Brazil

Victor Casimiro Piscoya[1*], Vijay P. Singh[2], José Ramon Barros Cantalice[1], Moacyr Cunha Filho[3], Sergio Monthezuma Santoianni Guerra[1], Cristina dos Santos Ribeiro[4], Renisson Neponuceno de Araújo Filho[5] and Sandro Augusto Bezerra[6]

[1]Department of Rural Technology, Environmental Engineering Pós- Graduate Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.
[2]Department of Biological and Agricultural Engineering and Zachry, Department of Civil Engineering, Texas A&M University, College Station, Texas 77843-2117, USA.
[3]Department of Informatics and Statistics, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.
[4]Environmental Engineering Pós- Graduate Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil
[5]Federal University of Tocantins (UFT), Tocantins, Brazil.
[6]Federal Institute of Pernambuco-Campus Vitória de Santo Antão (IFPE), Recife-PE, Brazil.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration between all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/JEAI/2018/41408
Editor(s):
(1) Zijian Li, Department of Civil Engineering, Case Western Reserve University, USA.
Reviewers:
(1) Ayten Erol, Süleyman Demirel Üniversity, Turkey.
(2) Nnamdi Enyereibe Ekeocha, University of Port Harcourt, Nigeria.
(3) Clement Kwang, Anadolu University, Turkey.
Complete Peer review History: http://www.sciencedomain.org/review-history/24623

Original Research Article

Received 27th February 2018
Accepted 11th May 2018
Published 16th May 2018

**Corresponding author: E-mail: victor.piscoya@ufrpe.br ;*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

ABSTRACT

Evaluation of sediment delivery ratio is important for determining watershed sediment yield. Rates of both interrill and rill erosion were calculated under shrub and uncovered Inceptisols conditions and were not observed to the presence by ravines and gullies in the watershed of Jacu River, in a semiarid region, Brazil. Direct measurement campaigns of suspended sediment and bedload were also carried out by means of the US DH–48 for collection of suspended sediment samples and US BLH–84used to collect samples bed load. The soil loss due to interril erosion under uncovered conditions was equal to 8.43 t ha-1 and was considered high, and the same was true for the values of rill erosion with erodibility equal to 0.0021142 kg N-1 s-1 and critical shear stress (τc) equal to 2.34 Pa. The mean value of sediment delivery ratio of Jacu watershed was equal to 0.165 and ranged from 0.29 in the year 2008 to 0.026 in 2010. This variation was associated with the natural variability of semiarid environment, indicating the necessity of assessment for a longer period to deepen our knowledge of sediment delivery ratio of the Jacu semiarid watershed.

Keywords: Watershed sediment yield; semiarid region; sediment delivery ratio; erosion.

1. INTRODUCTION

In semiarid climatic zones, hydrological processes are variable both in time and in space. Suspended sediment load is generally high and reaches a maximum value at the beginning of flood season and after dry periods [1]. Therefore, only some of the eroded soil is routed to the basin outlet.

The ratio between the watershed sediment yield at the basin outlet and soil erosion over the basin is called the sediment delivery ratio (SDR) [2]. The values of SDR for an area have been found to be affected by catchment sediment sources, transport system, texture of eroded material, urbanization, and land cover [3] and [4]. However, sediment yield is usually not available as a direct measurement for many watersheds but is estimated by using SDR, defined as the fraction of gross erosion that is transported from a given watershed in a given time interval.

Prediction of SDR is important for sediment control needed for sustainable development of natural resources and environmental protection [5]. Estimating the amount of soil loss from watersheds and sediment yield for watershed is the first step [6] for computing SDR. High sediment yields are produced in semiarid environments because of the interaction between erosive energy and vegetation density, even if climatic seasonality, relief, watershed lithology and the extent of human activity combine to influence the erosion pattern.

Estimation of sediment transport during precipitation events is necessary for the calculation of long-term sediment yields from basins, as one single event may not represent the transport of several 'normal' years [7]. The equation due to Lane et al. [8] is used to descreve erosion in interrill. The Duboys channel scour equation [9] has been modified for rill erosion [10]. In the WEPP model [8] one considers the effect of runoff and water infiltration rate of breakdown. Sediment Delivery Ratio (SDR, equations [3]) have been used to estimate catchment-scale sediment yield.

The WEPP, used in the water erosion prediction Project, is one of the most promising models owing to its theoretical basis and mathematical formalization of the physical processes of soil erosion [11]. Sediment mobilized by interrill and rill erosion may be deposited by a variety of mechanisms prior to reaching stream channels [12]. The objectives of this study, therefore, were to predict sediment delivery ratio and estimate sediment transport during the events of hydraulic erosion on the semiarid Jacu watershead located in Northeastern Pernambuco, Brazil.

2. MATERIALS AND METHODS

The study area is located in the Jacu watershed limited between the coordinates latitude -8°07'55" S and -8°09'07" S and longitude -38°23'20" Wand -38°24'14" W, Fig.1 in a semiarid environment between the cities of Serra Talhada and Floresta in the state of Pernambuco, Brazil. The climate is classified as hot and dry, BWh according to the Köppen type climate classification. The most common soil types found in the watershed include the Entisol Udorthent and Fluvent raised by [13] and Inceptisol Ochrept [14].

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

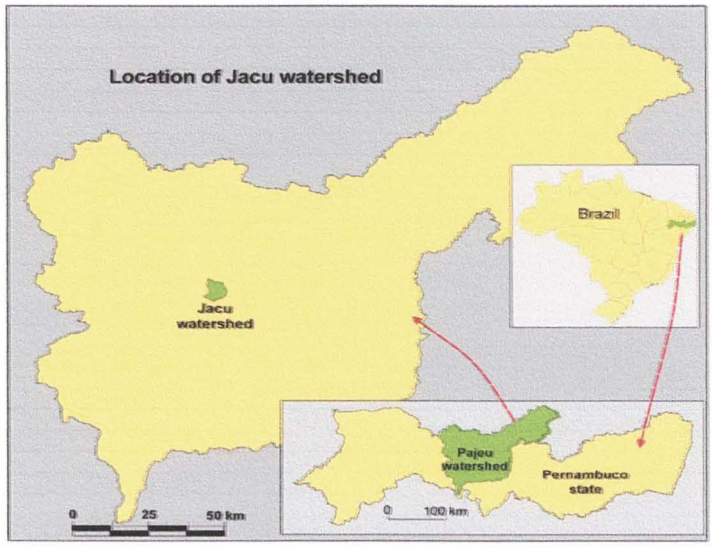


Fig. 1. Location of experimental area Jacu watersehed in Brazil

To measure stream flow rate, was installed in the control section of Jacu River the sensor for measure flow with data logger SL2000MIM for the monitoring station 23 campaigns were performed for direct measurement of hydraulic characteristics of speed and height of runoff in Jacu river. The average runoff velocity (m s^{-1}) was determined by integration of the profile through the use of a type of current meter.

The suspended sediment yield (Y) was calculated by solid discharge measured continuously in accordance with the procedure of the United States Geological Survey [15], with the use of one of sampler's sediments (US BLH-84) with the collections of bottom sediment. The method of Equal Width Increment (EWI) was used for sampling suspended sediment and in the bottom sediment.

Samples were collected by lowering and raising a sampler through the water column at the center of each increment utilizing a US DH-48 for collection of suspended sediment sampler at equal width intervals across the stream. The transit rate used for making possible the collection of representative samples was equal in both directions to seeking smaller probability to error [16].

After collecting the suspended sediment samples were taken to the laboratory where they were dried at 60°C for the determination of the concentration values of sediment, which was obtained by evaporation method indicated by United States Geological Survey [15]. The suspended solid discharge (QSS) was determined by summing the product of suspended sediment concentration (CSS) and respective liquid discharge (Q) of each vertical[17].

$$Q_{SS} \equiv \sum (C_{SS}\ Q\ l_i)\ 0{,}0864 \quad (1)$$

In this research, the solid bedload discharge was determined the following formula is applied [18].

$$Y_{SS} = \frac{Q_{SS}\ X}{A} \quad (2)$$

Gross erosion is the sum of soil loss from rill and interrill erosion, ephemeral gullies and classical gully reported in tons/acre/year. The study used field observation and not found the presence by ravines and gullies in the watershed of Jacu River.

For erosion research was used rainfall simulator with 80 - 150 Veejet nozzles, having an impact energy of 2750 kj (ha cm) [19] in interrill simulators and reproduce a distribution of droplet size and levels of kinetic energy near the natural rainfall. The average rainfall intensity 90mh^{-1} was measured using a set of 10 pluviometers placed at random within and adjacent to the working area of experimental plots.

The plots consisted of an area of 2 m 2 (1 m wide and 2 m long), with the longer dimension in the direction of slope, and were bounded by

Confere com o original

Nildacyr Guinha Filho
Siape

galvanized sheet metal 30 cm, driven into the ground at 20 cm depth.

Three treatments replicated three times: soil with semi-shrubby caatinga vegetation; soil with herbaceous residue in decomposition and soil uncovered; representing three likely conditions typical of interrill erosion in the watershed were employed. The experimental design was completely randomized in that treatments were assigned to units completely by chance in three replicates of each treatment.

Statistical analysis was performed using SAS version 8.0 [20], using Tukey's difference between the mean efficiencies at a 5 % level of significance and Curve Expert for comparing regression models of the best fit equation.

The pre-formed rill was delimited laterally by placing zinc metal sheets buried in the soil, subjected to erosion tests that were applied with 04 (four) flow levels randomly and for 20 minutes [21]. At the upper end, rill energy dissipaters were buried in the form of round plastic containers, so that the upper edge of the container was at the level of soil surface.

These containers had hoses for conducting water in order to reach the rill by overflowing of containers. The collected volumes of samples of liquid and solid discharges were measured in a test tube and placed in plastic containers 1L for subsequent determination of sediment concentration.

Flow velocity was measured visually with a dye tracing technique (potassium permanganate) using a stopwatch to record the time required for the dye to travel a given distance [22-24] was determined by multiplying the values obtained during the testing of surface velocity by a correction factor $\alpha = 0.6$ [21,25,26].

The slope of plots on rill was determined prior to testing, with the aid of a level, obtaining the height difference between two points of known distance, the result being expressed in mm^{-1}. In order to calculate the hydraulic radius of a preformed rill (A/P), the cross sectional area (A) of the rill and the wetted perimeter (P) was determined using perfilometer.

The perimeter of the rill was measured utilizing a curvimeter analog. The hydraulic radius that was used to calculate the shear stress of flow. From the mass of dry soil and the duration of sampling, the rates of breakdown of soil in the rill [21].

Assuming that the erosion of rill with the addition of flow, sediment load was much greater than the transport capacity, the capacity of breakdown of flow in the rill was used for determining the momentary rate of breakdown of flow [27].

Thus, soil erodibility in sulcus was determined by linear regression analysis between the average values of shear stress and the breakdown of soil obtained for each flow, as in the prediction model WEPP [28]. The soil losses were calculated from the data of instantaneous sediment concentration of runoff and the liquid discharge [29].

Experimental evaluation was done for increasing levels of flow: 1) Flow 14.95 L min^{-1}; 2) Flow 28.70 L min^{-1}; 3) Flow 39.85 L min^{-1}; and 4) Flow 67.405 L min^{-1} in four replications. Statistical analysis was performed using SAS version 8.0 [20], using Tukey's difference between the mean efficiencies at a 5 % level of significance. Curve Expert was used for comparing regression of the best-fit equation.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Vegetation reduced flow velocity by providing a rough surface that slowed runoff velocity and promoted infiltration [30], achieved the same effect of retardation of flow through the dossal of caatinga. These results showed the importance of the caatinga vegetation cover to protect the soil of the semiarid watershed. From Table 1 it was observed that the values of hydraulic roughness for the conditions of vegetation were higher than in the uncovered soil, justifying the reduction in speed and flow and showing that the elements of dossel of caatinga vegetation and residues in contact with soil gave rise to physical and hydraulic resistance to runoff.

The flow Reynolds number and Froude number characterised a laminar and subcritical flow regime, as indicated by the values of $Re < 500$ and $Fr < 1$, respectively, typical of interrill erosion flow conditions [31-34].

The caatinga vegetation and litter on soil developed a high degree of contact that increased opportunities for infiltration slowing down, giving more time for infiltration. This was confirmed by the roughness elevation (f) and infiltration rates. Water was stored in the foliage, giving more time for infiltration, so reducing the volume of runoff [35,36,30] obtained similar relationships.

Confere com o original

Siape

Table 1. Hydraulic characteristics of runoff generated by simulated rainfall under the conditions studied in the watershed of Jacu River

	Treatments		
Variables	**T1**	**T2**	**T3**
$q(m^2s^{-1})$	1.4×10^{-5} B	1.9×10^{-5} A	2.9×10^{-5} A
h(mm)	0.68 ns	1.115 ns	0.68 ns
$V(m\ s^{-1})$	0.017 A	0.015 A	0.043 B
Re(adm)	17.46 ns	22.36 ns	34.58 ns
Fr(adm)	0.2391 A	0.1466 B	0.5368 A
log f(adm)	1.0643 A	1.3940 A	0.2273 B

Means followed by capital letters in the same row do not differ from each other, 5% level of significance, in Tukey test. q =liquid discharge; h= blade height of runoff; V= runoff velocity; Re= Reynolds number; Fr= Froude number; log f = hydraulic roughness (Darcy Weisbach coefficient);Treatments:T1: caatinga vegetation semi-shrub; T2: litter; T3: undercoverd soil.

Table 2. Infiltration rates, runoff coefficient (C), soil detachment rates in interrill (Di), and soil loss (PS) obtained under diferents treatments studied

	Treatments		
Variables	**T1**	**T2**	**T3**
Infiltration rates($mm\ h^{-1}$)	38.41 A	41.84 A	9.29 B
C(adm)	0.36 B	0.55 A	0.89 A
$D_i(Kg\ m^{-2}s^{-1})$	8×10^{-5} B	4×10^{-5} B	3.2×10^{-4} B
$PS(t\ ha^{-1})$	1.22 B	0.74 B	8.43 A

**Means followed by the same capital letters on the lines do not differ significantly by the Tukey test ($p < 0.05$).Treatments: T1: Caatinga semi- shorubby; T2: Litter; T3: uncovered soil.*

The soil loss for the Inceptisol uncovered area 8.43 t ha^{-1} was much higher than that observed by the caatinga vegetation semi-shrubby conditions and soil covered by litter in Table 2, constituting very high losses for young soils with poorly developed profiles, and caatinga deciduous vegetation included total loss of leaves during the dry season. Results showed that soil losses were considered very low as proposed by U.S. Department of Agriculture, FAO [37] in [38]; established in the 1950s soil-loss tolerance values.

In rill erosion the values of Reynolds numbers (Table 3) above 2500 for the larger values of flows applied between 28.7 and 67.4 L min^{-1}, characterized the regime of runoff as turbulent flow, and the lower flow of 14.95 L min^{-1} generated a regime transitional runoff [39], [40], [21,41,42]. The Froude number for all flows was below1.

The regime observed was tranquil or subcritical flow. The average gradient slope in rill plots and roughness measured by the Darcy-Weisbach

Table 3. Different discharge rates applied to the upper end of rills preformed for determining soil erodibility parameters

	Different discharge rates $(L\ min^{-1})$			
Variables	**14.95**	**28.70**	**39.85**	**67.40**
$Q(L\ min^{-1})$	12.465 B	26.135 B	36.554 A	58.723 A
$Vm(m\ s^{-1})$	0.182 B	0.238 A	0.280 A	0.310 A
$S(mm^{-1})$	0.049	0.051	0,052	0,052
Re(adm)	1,920.21 B	5,252.53 A	5,132.24 A	4,522.30 A
Fr(adm)	0.647	0.590	0,750	0,829
log f(adm)	1.396	1.418	1,166	1,087

**Means followed by the same capital letters on the lines do not differ significantly by the Tukey test ($p < 0.05$). Q= liquid discharge; Vm= mean flow velocity; S= slope in rill plots preformed; Re= Reynolds number; Fr= Froude number; log f = hydraulic roughness (Darcy Weisbach coefficient).*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

coefficient (Table 3) showed no statistically significant differences.

The shear stress obtained differed significantly when low flow was compared with higher flows (Table 4) depending on the variation of hydraulic radius causing different breakdown rates of soil due to larger flows applied (39,85 and 67,40 L min^{-1}). Similarly, soil losses (PS) were already higher from the second level of flux (6.601 and 24.889 t ha^{-1}) high values were considered for soils normally very shallow and with extreme variability spatial and temporal characteristic of rainfall in semiarid, soil losses associated with man's intervention in land and water.

The value of rill erodibility (Kr) was obtained by coefficient b or slope of the regression line 0.0021142 kg N^{-1} s^{-1} [43,44], as described in [40] and the intercept with the horizontal axis was the critical shear τc 2.34 Pa (Fig. 2).

The rill erodibility values obtained were higher than those determined by Lafayette et al. [45] for Latosols (Oxisols) 0.0016 kg $N^{-1}s^{-1}$, [41] and [25] for two Argisols of 0,012 $KgN^{-1}s^{-1}$ and 0.0104 kg N^{-1} s^{-1}, respectively. This higher value was justified by the fact that this Inceptisol in semiarid regions is young soil, generally shallow and weakly developed soil, than the Latosols (oxisols) and Ultisols that are commonly found.

The value of critical shear stress (τc) of 2.34 was also lower than that determined by various Argisols [41,46,21].

The sediment yield (Yt) ranged from 0.45 to 1.72 t^{-1} y^{-1} and was considered low for 4 years (Table 5). The respective amounts of suspended sediment concentration (SSC) ranging from 874 to 376 mg L^{-1} were considered high for a small watershed and for low values of liquid discharged.

The Jacu watershed showed the average sediment concentration of 874 mg L^{-1} for a period only 45 days of flow in 2010. The rainfall distribution in simple peak events [47] was unimodal or bimodal with interannual variation characterizing the pattern of low rainfall in arid and semiarid regions concentrated in a few months of the year and poorly distributed in the space and the time. The production of sediments was considered low by the standards adopted by the World Meteorological Organization [48] for the transport of sediment limited by climate in intermittent waterways.

Table 4. Erosion parameters in rills preformed under simulated rainfall

	Different discharge rates (L min^{-1})			
Erodibility parameters	**14.95**	**28.70**	**39.85**	**67.40**
τ(Pa)	4.376 B	5.128 A	6.285 A	13.079 A
Dr(Kg $m^{-2}s^{-1}$)	0.0028 B	0.0053 B	0.0096 A	0.0246A
Ps(t ha^{-1})	3.150 B	6.601 A	13.576 A	24.889 A

**Means followed by the same capital letters on the lines do not differ significantly by the Tukey test ($p < 0.05$).*

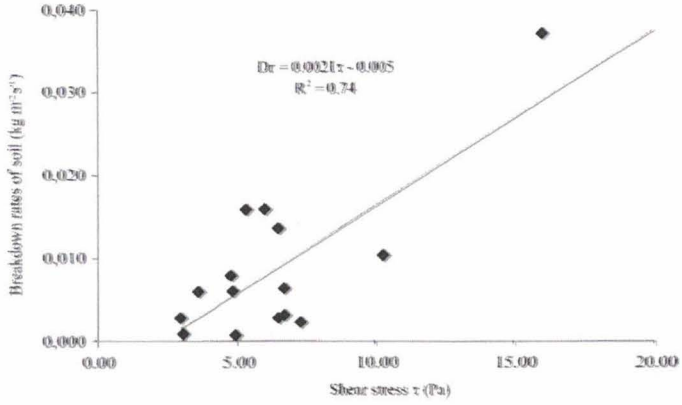


Fig. 2. Rill erodibility (Kr) and critical shear stress (τc) obtained by the linear regression generated by leading to increasing runoff

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Table 5. Values of average discharged liquid (Q) discharge suspended solid [Qss] and bottom discharge [QSf]), Sediment yield determined for the period 2008 to 2011

Year	Q	SSC	X	Qss	Qsf	Yss	Ysf	Yt	Yt
	$m^3 s^{-1}$	$mg\ L^{-1}$	days	$t\ day^{-1}$		$t\ ha^{-1}$	$year^{-1}$		$t\ year^{-1}$
2008	0.12	376.74	76	3.80	0.42	1.38	0.35	1.72	361.66
2009	0.06	428.41	148	2.22	-	1.57	-	1.57	329.27
2010	0.01	874.53	45	0.66	0.05	0.14	0.01	0.15	31.98
2011	0.02	473.00	105	0.87	0.04	0.43	0.02	0.45	94.71

SSC: suspended sediment concentration; Qss: discharge suspended solid; Qsf: bottom discharge solid; Yss: Suspended sediment production; Ysf: Bottom sediment production; Yt: Total sediment production.

The sediment delivery ratio (Table 6) values from 2008 to 2011 were obtained from the total sediment production (Y) in Table 5 and the gross erosion values (E) were obtained across sum the interrill erosion in Table 2 and rill erosion in Table 4. The interrill erosion value used was weighted by the area from the watershed use map and rill erosion was obtained from the flow application of 14.95 $Lmin^{-1}$ that may occur in this watershed for a high return period (100 years) [49].

Table 6. SDR – Sediment delivery ratio measured for period 2008 to 2011

Year	Sediment delivery ratio* (SDR)
2008	0.291
2009	0.265
2010	0.026
2011	0.076
Average	0.165

** Adimensional*

The quantitative fraction of all sediment broken down and transported, but which in reality came to be transported out of the watershead (SDR) varied from 0.29 in the year 2008 to 0.03 in 2010. During this period the 2010 year presented the most irregular rainfall distribution, with a low total annual value of 370.55 mm, occurring the most rainfall on 30/10/2010 with 47 mm.

This unevenness of the rainfall and flow values in semiarid environment as well observed in the values of (SDR) rain results from the convective cells formed from the mass general circulation of the atmosphere, short, small diameter and limited scope, 10 – 14 km [47] giving the rains to arid and semiarid high spatial and temporal variability, and still interannual variability rising with aridity.

That values of the magnitude of the SDR tends to increase with an increase in the area being the maximum 30% or 0.3 to watershed 0.5 to 5.2 km^2 and ranging from 0.1 to 0.38 [3]. In this research were presented estimated values of SDR calculated for an empirical relationship found in the literature equation [9] showed in Table 7.

Table 7. Sediment delivery ratio (SDR) estimated by the equations from [9], [50] and [51]

Equação	Taxa de Entrega de Sedimentos* (SDR)
Vanoni (1975)	0.409
Williams & Berndt (1972)	0.763
NRCS (1979)	0.521

**: Adimensional*

4. CONCLUSION

The sediment yield values obtained for Jacu watershed were low, because it is a small watershed, with average low slope and sediment transport limited by the semiarid climate. The soil losses by interrill erosion in the uncovered soil of 8.43 t ha^{-1}were high, as well as the rill erosion with rill erodibility of 0.0021142 kg N^{-1} s^{-1} and critical shear stress τc of 2.34 Pa. The average value of sediment delivery ratio (SDR) of Jacu watershed was 0.165 with variation of 0.29 for year 2008 to 0.026 in 2010. The large annual variability in the sediment delivery ratio is associated with relief and slope characteristics, drainage pattern, vegetation, land use, texture, and structure of soil needing a longer period of years of assessment to better knowledge of the sediment delivery rate of the Jacu semiarid watershed. The bottom sediments are formed by medium sand particles with diameters ranging from 0.15 to 0.60 mm, uniform and well – graded.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

REFERENCES

1. Bisantino T, Gentile F, Liuzzi G. Continuous monitoring of suspended sediment load in semiarid environmental. In: Sediment Transport. 2011;334:295-312.
2. Lee GS, Lee KH. Determining the sediment delivery ratio using the sediment-rating curve and a geographic information system–embedded soil erosion model on a basin scale. J. Hydrol. 2010;15(10):834–843.
3. Walling DE. The sediment delivery problem. Journal of Hydrology. 1983;65: 209:237.
4. Subramanian V. 1996. The sediment load of Indian rivers – update. Erosion and sediment yield: global and regional perspectives. In: Proceedings of the Exeter Symposium. IAHS. 1996;236:183–189.
5. Ouyang D, Bartholic J. Predicting sediment delivery ratio in Saginaw Bay watershed. Institute of water research, Michigan State University; 2014.
6. Lee S, Kang S. Estimating the GIS-based soil loss and sediment delivery ratio to the sea for four major basins in South Korea. Water Science & Technology.
   DOI: 10.2166/wst.2013;194
7. Wolman MG, Gerson R. Relative scales of time and effectiveness of climate in watershed geomorphology. Earth Surf. Processes. 1978;3:189-208.
8. Lane LJ, Foster GR, Nicks, AD. Use of fundamental erosion mechanics in erosion prediction. ASAE. 1987;Paper No 87-2540.
9. Vanoni VA. Sedimentation engineering: American society of civil engineers, manuals and reports on engineering practice, no. 54. 1975;745.
10. Meyer LD. Mechanics of soil erosion by rainfall and runoff as influenced by slope length, slope steepness, and particle size. Ph.D. thesis, Purdue University; 1964.
11. Bulygin SYu, Nearing MA, Achasov AB. Parameters of interrill erodibility in the WEPP model. Erosion Soil Science. 2002; 35(11):1237–1242. Translated from Pochvovedenie, No.1, pp. 1397 – 14.03. Russia.
12. Blackburn WH, Thurow TL, Taylor C. Soil erosion on rangeland. In: Proc. Use of Cover, Soils and Weather Data in Range. Monitor. Symp. Soc. for Range Manage. Denver, CO. USA. Brazil. In First National Report for the Convention on Biological Diversity. Chapter 1. Brazil. 1986;31- 39.
    Available:http://216.95.224.234/natrep/Brazil/Brazil.html
13. Melo RO. Caracterização da produção de sedimentos de uma microbacia no semiárido pernambucano. Federal Rural University of Pernambuco, Brazil; 2008.
14. Embrapa – National Soil Research Center. Brazilian system of soil classification.2th ed. Brazil; 2006.
15. Usgs – United States Geological Survey. Techniques of water resources investigations. Washington; 1973.
16. Edwards TK, Glysson GD. Field methods for measurement of fluvial sediment. In: Techniques of Water-Resources Investigations of the U.S. Geological Survey (USGS). Reston, Virginia; 1999.
17. Horowitz AJ. An evaluation of sediment rating curves for estimating suspended sediment concentrations for subsequent flux calculations. Hydrol. Process. 2003; 17:3387-3409.
18. Gray JR. Sediment data collection techniques. U.S. Geological Survey Training Course. Castle Rock and Vancouver, WA. CD-ROM; 2005.
19. Meyer LD, Harmon WC. Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row side slopes. Transactions of the ASAE, St Joseph. 1979;22:100–103.
20. Sas Institute Inc., Cary, NC: SAS Institute Inc. SAS Online Doc. 1999;Version 8.
21. Cantalice JRB, Cassol EA, Reichert JM, Borges ALO. Hydraulic runoff and sediment transport in rill in frank-clay-sandy soil. Journal Brazilian of Soil Science. 2005;29:597-607. Brazil.
22. Nearing MA, Norton LD, Bulgakov DA, Larionov GA, West LT, Dontsova KM. Hydraulics and erosion in eroding rills. Water Resources Research. 1997;33(4): 865–876.
23. Nearing MA, Bradford JM, Parker SC. Detachment of soil by Shallow surface flow. Soil Sci. Soc. Am. J. (In Press); 1991.
24. Mc Isaac GF, Mitchell JK, Hummel JW, Elliot WJ. An evaluation of unit stream power theory for estimating soil detachment and sediment discharge from tilled soils. Transactions of the ASAE.1992; 35:535-544.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

25. Braida JA, Cassol, EA. Erodibility in interrill and rill of a dark red Podzolic sandy loam. Journal of Soil Science. 1996;20(1):127-134.
26. Slattery MC, Bryan RB. Hydraulic conditions for rill incision under simulated rainfall: A laboratory experiment. Earth Surf. 1992;17:127-146.
27. Elliot WJ, Laflen JM, Kohl KD. Effect of soil properties on soil erodibility.1989;Pap no 89-2150.
28. Flanagan DC, Ascough JC, Nicks AD, Nearing MA, Laflen JM. Overview of the WEPP erosion prediction model, technical documentation. National Soil Erosion Research Laboratory; USDA; 1995.
29. Cantalice JRB. Runoff and erosion in rills and interrills in different soil surface conditions. Federal University of Rio Grande do Sul. 2002;141. Brazil.
30. Freitas ADS, Sampaio EVSB. Biological nitrogen fixation in tree legumes in Paraíba and Pernambuco. In: Menezes, R.S.C., Sampaio, E.V.S.B., Salcedo, I.H. (Eds.) Soil Fertility and Biomass Production in the Semiarid. 2008;27-46. Brazil.
31. Guy BT, Dickinson WT, Rudra RP. Hydraulics of sediment-land in sheet low and the influence of simulated rainfall. 1990;15:101-118.
32. Cassol EA, Cantalice JRB, Reichert JM, Mondardo A. Runoff and breakdown soil in interrill in frank-clay-sandy soil with litter. Agricultural Research. 2004;39(7):685-690. Brazil.
33. Bezerra SA, Cantalice JRB. Interrill Erosion in different soil cover conditions under sugar cane cultivation. 2006; 30:565-573:24:1697–1716. Brazil. DOI: 10.1007/s11269-009-9520-4.
34. Cantalice JRB, Bezerra SA, Oliveira OFL, Melo RO. Hydraulics and erosion rates in interrill under different slopes and mulch doses. 2009;22(2):68-74. Brazil.
35. Gerits JJP, Lima JLPD, Broek TMWVD. Overland flow and erosion. In: Anderson, M.G., Burt, T.P. Process studies in hillslope hydrology. Chichester: J. Willey. 1990;173-214.
36. Wainwright J. Infiltration, runoff and erosion characteristics of agricultural land in extreme storms events, SE France. Catena. 1996;26:27-47.
37. Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. Soil erosion by water: Some measures to combat in farmland. 1967;207. Roma.
38. Schertz DL. J Soil Water Conserv. 1983; 38:10–14.
39. Bezerra SA, Cantalice JRB, Cunha MF, Souza WL. Hydraulic characteristics in rill erosion in a Inceptisol the semiarid Brazil. Journal Brazilian of Soil Science. 2010;34. Brazil.
40. Knapen A, Poesen J. Soil erosion resistance effects on rill and gully points and dimensions. Earth Surface Processes and Landforms. 2010;35:217-228.
41. Schäfer MJ, Reichert JM, Cassol EA. Eltz FLF, Reinert DJ. Erosion in rills on different preparations and states soil consolidation. Journal of Soil Science. 2001;25(2):419-430.
42. Simons DB, Sentürk F. Sediment transport technology. Fort Collins, Water Resources Publications. 1992;807.
43. Laflen JM, Thomas AW. Cropland experiments for the Wepp project. In: International Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers. Illinois. [Papers]. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers. 1987;14.
44. Flanagan DC, Ascough JC, Nearing MA, Laflen JM. The water erosion prediction project model. In Landscape Erosion and Evolution Modelling, Harmon RS. 2001; 145–199.
45. Lafayette KPV, Cantalice JRB, Coutinho RQ. Soil erosion resistance in ravines in a sandy clay loam oxisol. Journal Brazilian of Soil Science. 2011;35(6). Brazil.
46. Giasson E, Cassol EA. Relations in rills Erosion with applied flow and doses residue wheat incorporated in Plinthosol frank sandy clay. Journal of Soil Science. 1996;20(4):117-125. Brazil.
47. Tooth S. Process, form and change in dryland rivers: A review of recent research. Earth-Science Reviews. 2000; 51:67–107.
48. World Meteorological Organization. Manual on Sediment Management and Measurement. Operational Hydrology Report, Ed. Xiaoquing, Yang. Geneva, Switzerland. 2003;47.
49. Molinier M, Albuquerque CHC, Cardier E. Analysis of rainfall and homogenized isoietas of the Brazilian Northeast. 1994; 58. Brazil.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

50. Williams JR, Berndt HD. Sediment yield computed with universal equation. Hydraul. Div., Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs 98. 1972;HY12:2087-2098.

51. Nrcs – USDA. Sediment sources, yields, and delivery ratios. Washington, National Engineering Handbook. Section 3-Sedimetation. 1979;120.

© 2018 Piscoya et al.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:
The peer review history for this paper can be accessed here:
http://www.sciencedomain.org/review-history/24623

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape



Journal of Experimental Agriculture International

24(4): 1-13, 2018; Article no.JEAI.42574
ISSN: 2457-0591
(Past name: American Journal of Experimental Agriculture, Past ISSN: 2231-0606)

Ethanol Production Potential from Sweet Sorghum Fertilized with Filter Cake and Vinasse from the Sugarcane Industry

Eduardo Henrique Lima de Lucena[1*], Emmanuel Damilano Dutra[1], Elvira Maria Regis Pedrosa[2], Rômulo Simões Cezar Menezes[1], José Nildo Tabosa[3], André Luiz de Carvalho[4], Mário Monteiro Rolim[2], Renisson Neponuceno de Araújo Filho[5], Dario Costa Primo[1], Jadson Emmanuel Lopes Antunes[6] and Victor Casimiro Piscoya[2]

[1]Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária, Av. Prof. Luís Freire, 1000, CEP 50740-540, Recife, PE, Brazil.
[2]Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brazil.
[3]Instituto Agronômico de Pernambuco, Av. General San Martin, 1371, Bongi, CEP 50761-000, Recife, PE, Brazil.
[4]Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, s/n Tabuleiro do Martins, s/n, Dois Irmãos, CEP 57072-900, Maceió, Al, Brazil.
[5]Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, s/n - Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, TO, Brazil.
[6]Universidade Federal do Piaui, Campus Ministro Petônio Portela, s/n, Ininga, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brazil.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration between all authors. Authors EHLL and MMR designed the study, wrote the protocol, conducted field activities, and wrote the first draft of the manuscript. Author JNT gave support to field activities, authors EMRP and ALC managed the statistical analyses and synthesis of the data of the study. Authors EDD, RSCM, RNAF, DCP, JELA and VCP managed the literature searches and contributed to the preparation of the final version of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/JEAI/2018/42574
Editor(s):
(1) Dr. Iván Francisco García-Tejero, Instituto Andaluz de Investigacion y Formacion Agraria y Pesquera (IFAPA), Centro Las Torres-Tomejil, Alcala del Rio (Sevilla), Spain.
Reviewers:
(1) Mónica Guadalupe Lozano Contreras, National institute of Forest Research Agricultural and Livestock, Mexico.
(2) Raymundo Sánchez Orozco, Technological Institute of Advanced Studies of Jocotitlan, Mexico.
Complete Peer review History: http://www.sciencedomain.org/review-history/25433

Original Research Article

Received 21st April 2018
Accepted 30th June 2018
Published 5th July 2018

**Corresponding author: E-mail: eduardohenrique_120@hotmail.com;*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

ABSTRACT

Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. *Moench*) has high potential to produce ethanol as a complementary crop to sugarcane, whose industry generates large amounts of waste that can be used as fertilizer. The effect of using vinasse and filter cake in the sweet sorghum production was evaluated in an experiment carried out at the "Luiz Jorge da Gama Wanderley" Experimental Station (Agronomic Institute of Pernambuco - IPA) in Vitória de Santo Antão, PE, Brazil, from July to October 2013. The experimental design was randomized blocks consisting of two independent factors (five levels of vinasse application (0; 19.42; 77.68; 155.36 and 310.72 $m^3 ha^{-1}$) and five levels of filter cake (0; 2.75; 11.0; 22.0 and 44.0 Mg ha^{-1}), with four replicates. Sorghum stem yield and ethanol potential, wet cake weight, total recoverable sugars, reducing sugars and fiber were determined. Vinasse and filter cake promoted increases in sorghum stem, sugar, and ethanol yield. Therefore, the use of vinasse and filter cake enables the production of sweet sorghum for ethanol production complementary to sugarcane.

Keywords: Agriculture; industrial residues; energy crops; biofuel.

1. INTRODUCTION

Reducing dependence on fossil fuels that emit greenhouse gases and meeting the growing demand for energy are challenges faced by humankind in the XXI century. In this scenario, renewable energy sources, particularly those based on biomass, appear as an alternative for the development of a sustainable model of energy sources [1].

Renewable energy sources (hydraulic, biomass, solar, wind, geothermal) currently represent nearly 14% of world energy supply [2], but in Brazil, they are equivalent to 42.4%. Of these, the largest contribution (15.4%) is generated by sugarcane biomass [3], which makes Brazil one of the few countries in the world with the potential to replace significant amounts of energy from fossil sources by renewable energy [4].

Currently, Brazil is the largest sugar producer and exporter, the largest ethanol exporter and second largest ethanol producer. Estimates for the 2014/2015 season are that the area planted with sugarcane was just over 9 million hectares, with a total estimated production of 642 million tons of sugarcane, 36 million tons of sugar and 29 billion liters of alcohol [5]. The state of Pernambuco is the second largest sugarcane producer in the Northeast region of Brazil, with a planted area of 260,000 hectares [5]. Nevertheless, sugarcane cultivation in the state has some limitations, especially regarding the wide rainfall variation, including areas with marginal levels of rainfall for sugarcane production [6]. Therefore, new energy crops that produce ethanol with lower water consumption have been used, and among these, sweet sorghum stands out as a promising alternative [7].

Biochemical ethanol production can be made from many crops, particularly species with C4 photosynthetic cycle such as sugarcane, maize and sweet sorghum [8,9]. Sweet sorghum has a number of qualities that make it particularly suitable such as high biomass yield, high fermentable sugar content, fast growth, high photosynthetic rates, and tolerance to drought, flooding and salinity [10].

Generally, sugarcane yield ranges from 70 to 80 Mg ha^{-1} and sweet sorghum from 54 to 69 Mg ha^{-1}, but sorghum needs 1/3 the amount of water required for sugarcane and presents average sugar and ethanol yields of 7 Mg ha^{-1} and 3000 L h^{-1}, respectively, which are similar to those obtained using sugarcane [11]. Furthermore, sorghum has a short-cycle crop (3-4 months) and cultivation system, harvest and post-harvest technologies similar to those used in sugarcane [12,13]. Based on these characteristics, sweet sorghum may be a viable crop to be used in the sugarcane off-season period, thus ensuring the continuous operation of the sugar industry in these periods.

The activities related to ethanol and sugar production generate large amounts of waste of difficult management and therefore require proper disposal in order to minimize environmental impacts [14]. Among the waste generated by the sugarcane processing, vinasse is the most important both due to the high polluting power as to the large amount generated, since for every liter of alcohol

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

produced, 13 liters of vinasse, on average, are produced [15]. In addition to vinasse, 30 to 40 kg of filter cake per ton of sugarcane processed are also generated [16]. Both vinasse as filter cake have high concentrations of organic matter and nutrients, especially potassium, phosphorus, nitrogen, sulfur, calcium and magnesium, being widely applied as complementary sources of fertilizer on sugarcane crops, either direct or after the application of biological stabilization processes such as vinasse biodigestion [17] and filter cake composting [18], reducing the cost of agricultural inputs and contributing to the sustainability of the production system [14].

Given that sweet sorghum culture is an alternative to sugarcane cultivation for ethanol production, the objective of this work was to evaluate the use of waste (filter cake and vinasse) from the sugar industry to fertilize sweet sorghum for ethanol production.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Description of the Experimental Area and Agronomic Traits

The experiment was carried out at the "Luiz Jorge da Gama Wanderley" Experimental Station (IPA) in Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Northeastern Brazil, whose geographical coordinates are: 08º08'00"S and 35º22'00"W, altitude 146 m. According to [19], the climate is dry sub-humid megathermal (C_1S_2Aa), with maximum, minimum and mean temperatures of 33.1, 18.9 and 25.4ºC, respectively; average annual rainfall of 1050 mm per year, average evapotranspiration of 1100 mm and average relative air humidity of 67%.

According to [20], the soil of the experimental area was classified as dystrophic Red Latosol (Oxisol). In order to characterize the soil physical and chemical characteristics, thirteen samples were collected at the depth 0-20 cm from each block with a soil auger and thereafter, the samples were air dried, crushed and sieved in mesh of 2 mm and homogenized, forming two composed samples.

The analysis of the soil physical and chemical attributes of the experimental area before waste application followed methods described by [21] and resulted in: 597 g kg^{-1} sand, 113 g kg^{-1} silt, 290 g kg^{-1} clay, bulk density of 1.88 kg dm^{-3}, pH in water 5.30, 10.45 g kg^{-1} of organic carbon, 9.6 mg dm^{-3} of available phosphorus, 0.33 $cmol_c$ dm^{-3} potassium, 0.07 $cmol_c$ dm^{-3} sodium, 1.50 $cmol_c$ dm^{-3} of calcium, 1.20 $cmol_c dm^{-3}$ of magnesium, 0.10$cmol_c$ dm^{-3} of aluminum, 3.30 of hydrogen + aluminum, 3.10 $cmol_c dm^{-3}$ of sum of bases, 6.40 $cmol_c$ dm^{-3} CTC, 48.44% of v-base saturation and 1.56% of m- aluminum saturation.

Before planting, the soil was plowed and grooved in lines spaced 0.80 m with depth of 0.30 m. Drip irrigation was performed by means of a NETAFIM flexible tape of 16.2 mm and emitters spaced 0.30 m with flow of 1.6 L h^{-1}. The amount of water applied at each irrigation was estimated to meet crop evapotranspiration using climatological data from the Weather Forecast Station and Center for Climate Studies - CPTEC/INPE, located in Vitória de Santo Antão. During the complete crop cycle, a total of 532 mm of water was applied (Fig. 1).

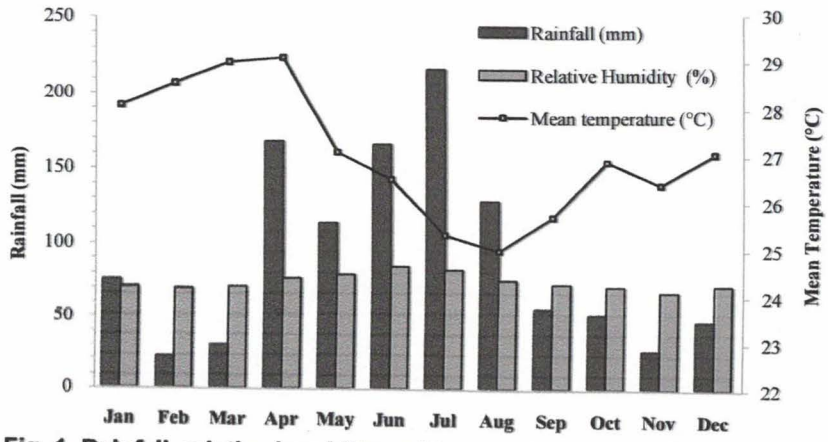


Fig. 1. Rainfall, relative humidity and temperature during the crop cycle

Confere com o original
Siape

The SF-15 sweet sorghum variety has already shown potential for ethanol production in Northeastern Brazil [22]. Sowing was done on the twentieth day after vinasse and filter cake application on the soil. Three seeds were placed in each hill plot, and, after germination, pruning was carried out, keeping only one plant per hill. The planting spacing was 12 plants per linear meter (approximately 150,000 plants ha^{-1}). During the experiment, cultural practices consisted of hand weeding and pest control using natural pesticides (RotNeem) and manual harvesting because it is an organic plantation area.

2.2 Experimental Design

An experimental design was used with four randomized blocks, in an experimental design with two independent factors: Five levels of vinasse application (0; 19.42; 77.68; 155.36 and 310.72 m^3 ha^{-1}) and five levels of filter cake application (0; 2.75; 11.0; 22.0 and 44.0 Mg ha^{-1}). Experimental plots consisted of rows of 8 m in length with a contour area of 1 m on each side, with spacing of 0.80 m between rows and 1.5 m between blocks. The initial vinasse dose was calculated considering its potassium concentration and sorghum fertilizer recommendation based on potassium content in the soil and crop requirements [23]. The initial filter cake dose considered its nitrogen content and the IPA recommendation [23]. Higher vinasse and filter cake doses were four, eight and sixteen times the values of the initial doses. The main difference between agroindustrial residues is that the filter cake is a solid compound, unlike vinasse, with a dark yellowish liquid appearance.

2.3 Data Collection

Vinasse and filter cake were obtained from the sugar mill company Grupo JB located in Vitória de Santo Antão, PE, Brazil. The chemical composition of vinasse was determined according to methodology proposed by [24]. The chemical parameters of filter cake were determined according to methodology proposed by [25].

The harvest of the vegetal material of each experimental plot to evaluate the fresh biomass obeyed the orientation of the proposed treatments within the blocks (four). At the beginning of the experiment, a minimum of 50% flowering and maturation were considered between millet and dough. Ten plants of each treatment were collected for the determination of the technological variables and yield of stems (PRODT), ethanol (PRODE) and sugar yield (PRODTA), being conditioned and transported in plastic bags. The plants were cut at a height of 15 cm from the top of the plants.

All the plants of the plot area were weighed in a dynamometer scale, the values obtained were transformed into kg ha^{-1} to obtain the green mass of the plant (stem, leaves and panicle, separately). In the DEN-PROTEN-UFPE laboratory, for milling in stainless steel model B120. Samples of the broths removed from each comminuted stem were stored at -5°C. After pressing, the broth volume was measured and transformed into 1 ha-1 and the total soluble solids content was measured with a digital automatic refractometer in ° Brix. The total reducing sugars, total recoverable sugars (ATR), sucrose (POL) and alcohol estimation per hectare were determined according to the methodology described in [26].

The methodology adopted for the technological analysis followed recommendations of [26]. The content of soluble solids in the sugarcane juice (°Brix) was determined by digital refractometer with automatic temperature correction, and the final value was expressed at 20°C and the wet bagasse weight (cake) was used for the calculation of the sweet sorghum fiber content (F). The apparent juice sucrose content (Pol) was determined by means of Eq. 1, the sorghum fiber content was determined by means of Eq. 2, purity (PZA) by means of Eq. 3, the content of reducing sugars (AR) by means of Eq. 4, and total recoverable sugar (ATR) by means of Eq. 5.

$$Pol\ (\%) = Lpb * (0.2605 - 0.0009882 * Brix) \quad (1)$$

Where: Lpb = saccharimetric reading equivalent to that of lead subacetate; Brix = soluble solids content

$$Fiber\ (\%) = (0.08 * PBU) + 0.876 \quad (2)$$

Where: Fiber= sweet sorghum fiber content; PBU= wet bagasse weight (g).

$$Purity\ (\%) = 100 * \frac{Pol}{Brix} \quad (3)$$

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Where: Purity = juice purity; Pol= apparent juice sucrose content; Brix = content of soluble solids in the juice.

$$AR\ (\%) = 3.641 - 0.0343 * purity \quad (4)$$

Where: AR = content of reducing sugars; Purity = juice purity.

$$ATR\ (kg\ Mg\ stem^{-1}) = 9.5263 * Pol + 9.05 * AR \quad (5)$$

Where: ATR = total recoverable sugar; PC = sorghum pol; AR= sorghum juice reducing sugar.

The production of sugar per hectare was expressed by the product of ATR (kg Mg $stem^{-1}$) and sugarcane stem yield per hectare (Mg stem ha^{-1}).

To estimate of theoretical ethanol production potential per hectare, the equation proposed by [27] was used, which considers 80% of the theoretical values, from Eq. 6.

$$PRODE\ (L\ ha^{-1}) = \frac{Kg\ sugar}{ha} * \frac{gal\ ethanol}{5.68\ kg\ sugar} * \frac{3.78\ L}{gal} \times 0.8 \quad (6)$$

Where: 5.68 kg gal^{-1}= theoretical factor for conversion of total sugars into ethanol, corresponding to 1.5 kg L^{-1}; 3.78 = equivalent to one gallon (1 gal = 3.78 L); and 0.80 = rate of conversion of sugars into ethanol.

In addition to the agro-industrial variables common to the sugar industry, juices were analyzed for the quality of sugars. The levels of sucrose, glucose and fructose were quantified using high-performance liquid chromatography (HPLC) on Waters Alliance2695 chromatograph under flow conditions of 0.6 ml. min^{-1} using mobile phase MilliQ water, infrared detector (IR), column temperature of 35°C and Rezex Penhomenex-type column with dimensions of 300 x 7.80 mm.

2.4 Statistical Analysis

Data regarding stem production and agro-industrial technological variables were submitted to analysis of variance, using the F test, with significance levels of 1% and 5% and data were submitted to regression analysis using the SISVAR software [28].

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Effect of the Addition of Agro-industrial Residues on the Agronomic Characteristics of Sweet Sorghum

Data of stem production with addition of vinasse and filter cake were adjusted to the quadratic-type regression model (Table 1). At the highest vinasse dose, we observed a production of 53.5 Mg ha^{-1} of sweet sorghum stems, representing 20% more than the control treatment without addition of vinasse. The maximum values of sorghum stem production with addition of filter cake occurred in the treatments dose 11 with highest mean values 51.32 Mg ha^{-1} stems, respectively. Positive effects with the use of vinasse are associated with the response of sweet sorghum to nitrogen and potassium fertilization [29] ; [7]. With the filter cake, which is basically a source of phosphorus, sweet sorghum is usually not very responsive [12].

On average, cultivars showed stem productivities ranging from 40 to 60 Mg ha^{-1}, depending on the variety used [30]. This stem production yielded, on average, 3000 L of ethanol per hectare [11]. Therefore, the range of stem productivity observed in the present study fell within the expected limits, regardless of the type of waste used.

Dalvi et al. [31] assessed the production of stems from four sorghum cultivars in four harvest times (15, 30, 45 and 60 days after flowering) and found average values equal to 50 Mg ha^{-1}, similar to the results obtained in this study. [32] quantified the production of stems from five sorghum cultivars (Dale, Della, Keller, M81E and Sugar Drip) grown with nitrogen fertilization under cover and without irrigation and found average yields of 40 Mg ha^{-1}in three years of cultivation (2009, 2010 and 2011).

Sugarcane responses to fertilization with wastes are similar to those observed for sorghum SF-15 cultivar. [33] evaluated the effect of sewage sludge as a source of N and vinasse as a source of K on yield and technological variables of sugarcane for two consecutive years (plant cane and ratoon cane) and found mean stem productivity in plant cane and ratoon cane equal to 126 and 99 Mg ha^{-1}, respectively, which productions are equal to that shown by the control treatment (mineral fertilizers) of 125.7 Mg ha^{-1} for stem production of plant cane and 105.6 Mg $ha^{-1}$for stem production of ratoon cane.

Confere com o original

Siape

Table 1. Sweet sorghum (SF-15) industrial technological variables responses to fertilization with different doses of vinasse and filter cake in Pernambuco, Brazil

Residue doses	Agroindustrial technological variables						
Vinasse (m^3 ha^{-1})	Stem productivity (Mg ha^{-1})	Brix degree (g $100g^{-1}$)	Purity (%)	WWC (g)	Crude fiber (%)	TRS (kg Mg $stem^{-1}$)	RS (%)
0	41.15	13.2	62.67	182.1	17.13	63	1.23
19.42	42.62	13.26	65.02	184	17.22	64.5	1.26
77.68	53.5	13.74	70.36	196.48	18.24	75.79	1.49
155.36	43.29	13.34	69.49	187.65	17.8	72	1.41
310.72	42.63	13.33	67.49	186.78	17.4	67.97	1.33
GM	44.60	13.40	67.01	187.00	17.60	68.82	1.34
Significance	**	ns	**	ns	ns	**	**
CV(%)	6.69	2.38	3.36	9.61	9.40	4.32	5.77
CD (R^2)	0.282	---	0.854	---	---	0.741	0.731
Equations	$\hat{Y}$ =42.6074+ 0.0722X - $0.0002X^2$	---	$\hat{Y}$ =63.4121+ 0.0837X $-0.0002X^2$	---	---	$\hat{Y}$ =63.450+ $0.1340X - 0.0004X^2$	$\hat{Y}$ = 1.23940+ $00270X - 0.00001X^2$
Filter cake (Mg ha^{-1})							
0	38.26	12.92	57.06	170.83	15.49	66.17	1.19
2.75	42.49	13.17	61.44	173.9	16.81	69.7	1.21
11	51.32	14.16	71.39	185.5	17.2	75.5	1.69
22	51.3	13.42	70.77	175.33	17.06	71.65	1.53
44	44.12	13.2	70.08	174.55	16.92	71.37	1.24
GM	45.50	13.37	66.15	176.02	16.70	70.87	1.37
Significance	**	ns	**	ns	ns	*	**
CV(%)	7.91	4.90	7.23	10.25	9.79	5.67	12.01
CD (R^2)	0.927	---	0.888	---	---	0.551	0.767
Equations	$\hat{Y}$ =39.29+ 1.148X - $0.023X^2$	---	$\hat{Y}$ = 58.41+1.093X - $0.019X^2$	---	---	$\hat{Y}$ = 67.83+ 0.510X $-0.01X^2$	$\hat{Y}$ = 1.1872+ 0.0402X - $0.0009X^2$

*ns: not significant; * and ** significant 0,05 and 0,01 probability, respectively, by F test; GM - general mean; CV - coefficient of variation; CD- coefficient of determination; WWC - weight wet cake; TRS - total recoverable sugar; RS - reducing sugars.*

Confere com o original
Siape 6383609

3.2 Effect of the Addition of Vinasse and Filter Cake on the Agro-industrial Variables of Sweet Sorghum

The main technological variables for the sorghum crop are Brix, purity, wet cake weight, fiber content, total recoverable sugars and reducing sugars [30]. In the present study, the values of total soluble solids (Brix) were not affected significantly by the addition of vinasse and filter cake (Table 1). The means values Brix in the juice in the milky to pasty grain harvest stage were 13.40 and 13.37 for treatments with vinasse and filter cake, respectively. The analysis of Brix and its variations is an important tool for the determination of production potentials [34] and harvest moments for sweet sorghum biomass [35].

Purity was affected by the addition of the two types of waste (Table 1). Purity showed an increasing linear response for vinasse and decreasing linear response for filter cake fertilization. Purity expresses the relationship between the sucrose content of a solution and its Brix. Purity values are quite variable for sweet sorghum cultivars depending on growing conditions such as soil type, fertilization, irrigation, planting season and harvest [7]. Purity values of 70%, 83.4% and 70.7% have been reported for Rio [36], Rome [37] and BRS 511 cultivars [30], respectively.

Similar to Brix responses, crude fiber content was not significantly affected by the fertilization with vinasse or filter cake (Table 1). The mean sorghum crude fiber content was 17.6% and 16.7% after fertilization with vinasse and filter cake, respectively. The fiber content is directly related to the chemical composition of the sweet sorghum biomass and is a variable that determines the quality of the material for the grinding process. High crude fiber values (over 12%) reduce the sugar extraction efficiency [30]. Similar crude fiber values were observed for sugarcane clones and varieties selected for sugarcane energy with high fiber value, 16.4% [38]. [39] found negative correlation between fiber content and theoretical ethanol production of sweet sorghum cultivars.

The wet cake weight showed no significant difference among doses for the two types of waste applied, reaching average values of 187 and 176 g when using vinasse and filter cake, respectively (Table 1). The wet cake weight values obtained in this study are higher when compared to values found by [40], who studied the system of calculation for the purpose of payment for sugarcane by the content of total recoverable sugars (TRS) in the states of Rio de Janeiro, Espírito Santo and São Paulo, and found an average wet cake weight of 150 g. This difference is explained by the higher fiber content observed for sweet sorghum cultivar SF-15 when compared to sugarcane (14%).

The production of total recoverable sugars, which expresses the production of sugars by megagram of stem, showed different responses to the two types of waste (Table 1). The application of vinasse increased the TRS production described by the quadratic model, ranging from 63 kg Mg stem^{-1} for the control treatment to 72 kg Mg stem^{-1} for the highest vinasse dose. The addition of filter cake showed the opposite effect, reducing the TRS values with increasing doses, ranging from 75.5 kg Mg stem^{-1} for the control treatment to 69.7 kg Mg stem^{-1} for the highest filter cake dose.

Evaluations for the series of TRS sorghum cultivars developed by the Brazilian Corporation of Agricultural Research (EMBRAPA) indicated the possibility of obtaining TRS values ranging from 72 to 107 kg per Mg of green mass using the same technology used in sugar plants [30]. This study obtained highest mean values of 75.79 vinasse and 75.5 kg Mg^{-1} stem filter cake, in the treatments with doses 77.68 and 11 respectively, being lower than result obtained by the above author. The sorghum variety (SF-15) adopted in this work comes from a crossing of a variety of sweet sorghum with forage sorghum, which may have influenced the TRS content present in stems.

When compared to sugarcane, TRS values observed for the SF-15 cultivar are lower, indicating lower production of sugars from sweet sorghum biomass. [41] obtained TRS values ranging from 158 to 161 kg Mg^{-1} depending on the waste used (sewage sludge or vinasse) and the application mode. The results found by these authors are similar to those found by [33], who studied ten cultivars in two municipalities in the mid-northern region of São Paulo, and found values between 137 and 166 kg Mg^{-1}.

The addition of vinasse and filter cake influenced the contents of reducing sugars (RS) in the juice obtained from SF-15 cultivar. The addition of vinasse and filter cake increased quadratically RS in the juice until doses treatments 77.68 and

Confere com o original
Siape

11 respectively, decreasing the mean values after these doses (Table 1). Similar RS values were observed by [31], when evaluating sweet sorghum cultivars in the stage of maturity, with an average RS content of 1.3%.

In the sugarcane industry, recommended RS% values can be up to 1.5 and should not exceed 1% over the course of the season [41]. Factors influencing the RS content in the sugarcane juice are related to soil moisture, excessive fertilization, mainly N, presence of organic matter in the soil and application of organic waste. For sugarcane in advanced maturation stage, it is expected that the sucrose content is high and the fraction of sugars in the sugarcane juice is low; however, the reverse situation can occur, depending on the factors mentioned above [33].

3.3 Effect of the Addition of Vinasse and Filter Cake on the Quality of Sorghum Juice Sugars

The percentages of sucrose, glucose and fructose in treatments with vinasse and filter cake are shown in Figure 2, respectively. The sucrose, glucose and fructose increased percentage according to a quadratic model when vinasse and filter cake were added, with a maximum percentage for vinasse at a dose of 77.68 m^3 h^{-1} and for filter cake at a dose of 22 Mg ha^{-1}. Knowing the profile of sugars present in the sweet sorghum juice allows choosing the best use of this resource, juices with high sucrose content> 90% can be used to produce sugar and ethanol, while juices with reduced sucrose contents (below 85%) may be used exclusively for the production of ethanol [30] or other bioproducts [42].

Due to the wide genetic variability for sweet sorghum crop [43,44], the results indicated in literature are quite variable in terms of the profiles of sugars, sucrose, glucose and fructose. A comparison with a sweet sorghum cultivar widely used in Brazil, BRS 506, which has 63% sucrose, 26% glucose and 11% fructose [30], indicates the good quality of juice obtained from SF-15 variety. KKU40 cultivar, grown mainly in Asia, presented percentages of 71.7% sucrose, 12.1% glucose and 9.7% fructose [45]. Importantly, the percentages of sugars were determined in the grain stage from pasty to milky, and usually sucrose contents increase with the advance in the plant development stage and reach their maximum accumulation in the grain maturation phase but on the other hand, the nutrient content of juices decrease [13] and juices generally show lower quality [7].

3.4 Effect of the Addition of Agro-industrial Waste on the Production of Sugar and Theoretical Ethanol Per Hectare of Sweet Sorghum SF-15 Cultivar

Sugar production per hectare increased quadratically with the addition of vinasse ($P < 0.05$) and filter cake ($P < 0.05$) (Figs. 3 and 4). Maximum sugar productivities were observed at the highest vinasse (77.68 m^3 ha^{-1}) and filter cake doses (11 Mg ha^{-1}), reaching values up to 3831 kg ha^{-1} and 3872 kg ha^{-1}, respectively. The determination of the total sugar production per

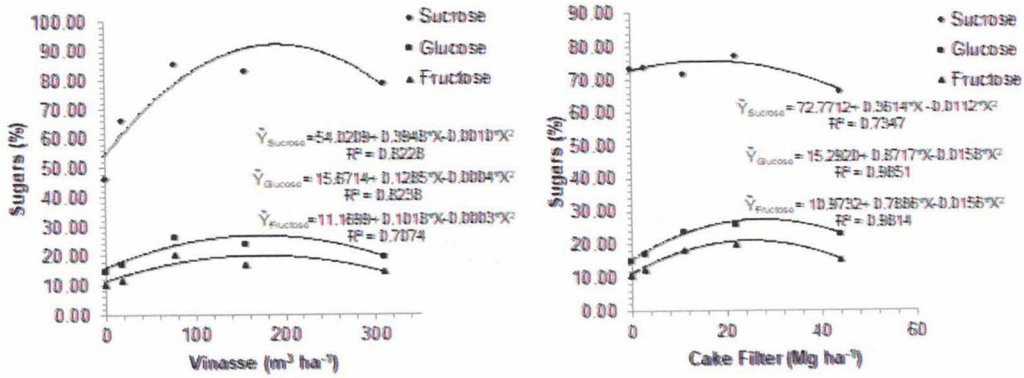


Fig. 2. Profile broth sugars due to the application of vinasse and filter cake in cultivar SF-15. Significant at *P <0.05

Confere com o original

Nivaldo Cunha Filho
Siape

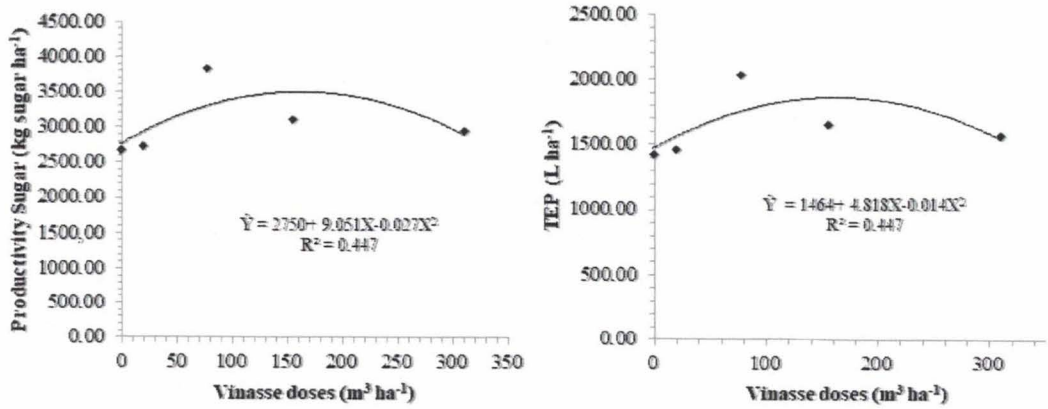


Fig 3. Productivity of sugar and theoretical ethanol (TEP) per hectare for cultivate SF-15 due to the application of vinasse. Significant at *P <0.05

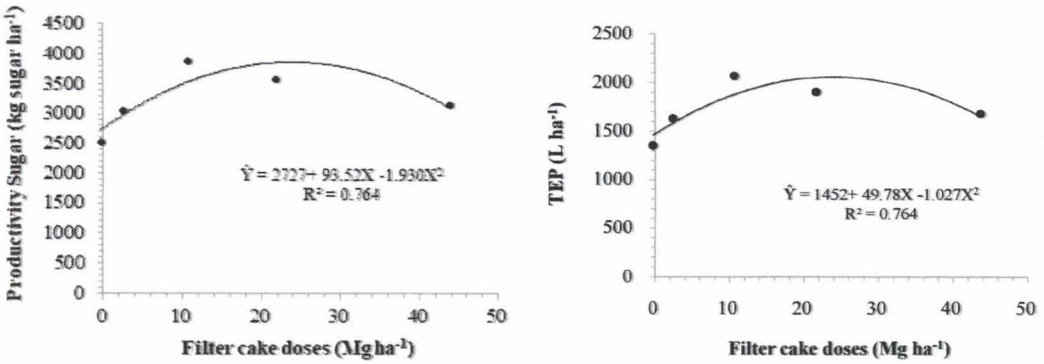


Fig 4. Productivity of sugar and theoretical ethanol (TEP) per hectare for cultivar SF-15 due to the application of filter cake doses. Significant at *P <0.05

area allows determining the maximum theoretical ethanol production for the sweet sorghum cultivar evaluated. Sugar production is directly related to plant cultivar, cultivation system, irrigation and fertilization and soil and climatic conditions of production environments [46].

The maximum sugar production per hectare for SF-15 cultivar showed intermediate values compared to those described in the literature. Cultivars such as Rio, M81E and Della showed sugar productions of 1852 kg ha^{-1}, 1990 kg ha $^{-1}$ and 2030 kg ha $^{-1}$, respectively [35]. This difference may be related to improved fertilization obtained with the addition of vinasse and filter cake. In systems requiring higher amounts of water, varieties such as Keller, SSV 84, BJ 248, Wray, grown in India, presented productions of 4660 kg ha^{-1}, 7350 kg ha^{-1}, 4140 kg ha $^{-1}$ and 4810 kg ha^{-1}, respectively [47].

The theoretical ethanol production potential as a function of the application of vinasse and filter cake are shown in Figs. 3 and 4. The addition of vinasse had a significant effect in accordance with a quadratic model (P<0.05), with intermediate production potential ranging from 1429 L ha^{-1} for control treatment to 2040 L ha^{-1} for the highest vinasse application dose (77.68 m^3 h^{-1}). Similarly, the addition of filter cake had a significant negative effect (P<0.05) on theoretical ethanol production per hectare, with average production potential ranging from 1347.53 L ha^{-1} for control treatment to 2061.78 L ha^{-1}for the highest filter cake application dose (11 Mg ha^{-1}) (Table 1).

Similarly to the production of sugar per hectare, theoretical ethanol production is variable according to the cultivars that are commonly grown in different regions of the world. However,

Confere com o original

Siape

theoretical ethanol production per hectare is one of the most important variables for the establishment of a cultivar to produce ethanol in a given region [48]. Similar values were observed by [49], 1425 L ha^{-1} to 2622 L ha^{-1} when estimating the production of ethanol by four sorghum cultivars, KKU40, Theis, and BJ248 SPV1411 with different equations, with the best results for the equation of [27]. Other studies have quantified the production of ethanol per hectare for different sweet sorghum cultivars. [50] observed for Dalle, M81E, Rio, Theis and Toper cultivars, productions of 3380, 2780, 3000, 2950 and 2620 L ha^{-1}, respectively. [51] reported theoretical ethanol production from 2639 to 2878 L ha^{-1} for M81E cultivar and [52] observed potential of 2465 L ethanol ha^{-1} for Top 76-6 variety.

The Brazilian production of ethanol per hectare is currently 6,800 liters considering the national average productivity of 85 Mg ha^{-1} of sugarcane and yield of 85 L Mg $cane^{-1}$. Comparing the best ethanol productivity presented in this work of 2040 L ha^{-1}, obtained when vinasse was used as a source of fertilizer for sweet sorghum cultivation to produce ethanol, a difference of 70% was observed. However, the fast crop cycle of sorghum the similar mechanization system between sweet sorghum and sugarcane, the relatively high content of directly fermentable sugars contained in the stem and the requirements in terms of climatic factors may justify the adoption of sweet sorghum cultivation [30] as a complementary biomass source for ethanol and electricity production in sugarcane regions, especially during sugarcane off-season [53].

4. CONCLUSIONS

Vinasse and filter cake proved to be effective in increasing industrial-technological variables: Stem productivity, purity, TRS and RS. The highest percentages of sugars were found at doses 77.68 m^3 ha^{-1} and 22 Mg ha^{-1} for vinasse and filter cake, respectively. Higher doses than 77.68 m^3 ha^{-1} for vinasse and 11 Mg ha^{-1} for filter cake did not offer advantages in terms of cost-benefit for the production of ethanol. The results obtained support the technical feasibility of using the wastes from sugarcane ethanol industry, vinasse and filter cake, for sweet sorghum production with high potential for ethanol production in Northeastern Brazil.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Forster-Carneiro T, Berni MD, Dorileo IL, Rostagno MA. Biorefinery study of availability of agriculture residues and wastes for integrated biorefineries in Brazil. Resources, Conservation and Recycling. 2013;77:78-88.
2. Andrade RV, Lora EES. Gaseificação da madeira. In: Fernando Santos; Jorge Colodette; José Humberto de Queiroz. (Org.). Bioenergia biorrefinaria: cana-de-açúcar espécies florestais. 1th ed. Viçosa-MG: Suprema Gráfica e Editora Ltda; 2013.
3. MME. Ministério de Minas e Energia. Programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica. Brasília; 2014.
   Available:http://www.mme.gov.br/programas/proinfa
   (Accessed 29 January 2018)
4. Soccol CR, Vandenberghe LPDES, Medeiros ABP, Karp SG, Buckeridge M, Ramos LP, Pitarelo AP, Ferreira-Leitão V, Gottschalk LMF, Ferrara MA, Bon EPS, Moraes LMP, Araújo JA, Torres FAG. Bioethanol from lignocelluloses: Status and perspectives in Brazil. Bioresource Technology. 2010;101:4820-4825.
5. Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, terceiro levantamento. Dezembro 2014/2015. Brasília. 2014;1-27.
6. Silva VPR, Oliveira SD, Santos CAC, Silva MT. Risco climático da cana-de-açúcar cultivada na região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2013;17:180-189.
7. Zegada-Lizarazu W, Monti A. Are we ready to cultivate seet sorghum as bioenergy feedstock? A review on field management practices. Biomass Bioenergy. 2012;40:1-12.
8. Sánchez OJ, Cardona CA. Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks. Bioresource Technology. 2008;99:5270-5295.
9. Van der Weijde T. Alvim Kamei CL, Torres AF, Vermerris W, Dolstra O, Visser RGF, Trindade LM. The potential of C4 grasses

Confere com o original

Siape

for cellulosic biofuel production. Frontiers in Plant Science. 2013;4:1-18.
10. Whitfield MB, Chinn MS, Veal MW. Processing of materials derived from sweet sorghum for biobased products. Industrial Crops and Products. 2012;37:362-375.
11. Almodares A, Hadi MR. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. African Journal of Agricultural Research. 2009;4:772-780.
12. Saballos A. Development and utilization of sorghum as a bioenergy crop, in: Vermerris W. (Ed.), Genetic Improvement of Bioenergy Crops. Springer-Verlag, New York. 2008;211-248.
13. Fernandes G, Braga TG, Fischer J, Parrella RAC, Resende MM, Cardoso VL. Evaluation of potential ethanol production and nutrients for four varieties of sweet sorghum during maturation. Renewable Energy. 2014;71:518-524.
14. Christofoletti CA, Escher JP, Correia JE, Marinho JFU, Fontanetti CS. Sugarcane vinasse: Environmental implications of its use. Waste Management. 2013;33:2752-2761.
15. Salomon KR, Lora EES. Estimate of the electric energy generating potential for different sources of biogas in Brazil. Biomass Bioenergy. 2009;33:1101-1107.
16. Prado RM, Caione G, Campos CNS. Filter cake and vinasse as fertilizers Contributing to conservation agriculture. Applied and Environmental Soil Science. 2013;1-8.
17. Moraes BS, Junqueira TL, Pavanello L/G., Cavaletta, O., Mantelatto, P.E., Bonomi, A., ZAIAT, M. Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane biorefineries in Brazil from energy, environmental, and economic perspectives: Profit or expense? Applied Energy. 2014;113:825-835.
18. Meunchang S, Panichsakpatana S, Weaver RW. Co-composting of filter cake and bagasse; by-products from a sugar mill. Bioresource Technology. 2005;96: 437–442.
19. Thornthwaite CW, Matter JR. The water oudget and its use irrigation. In: Thornithwaite, C.W., Matter, J.R. (Eds.), Water the year book of agriculture. Washington: USDA. 1995;356-358.
20. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 3nd edn. Rio de Janeiro-RJ. 2013;353.
21. Teixeira PC, Donagemma GK, Fontana A, Teixeira WG. Manual de métodos de análise de solo. 3. edição revisada e ampliada – Brasília, DF: Embrapa; 2017.
22. Dutra ED, Neto AGB, Souza RB, Morais Junior MA, Tabosa JN, Menezes RSC. Ethanol Production from the stem juice of different sweet sorghum cultivars in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. Sugar Tech. 2013;15:316-321.
23. Cavalcanti FJA, Santos JCP, Pereira JR, Leite JP, Silva MCL, Freire FJ, Silva DJ, Sousa AR, Messias AS, Faria CMB, Burgos N, Lima Júnior MA. Gomes RV, Cavalcanti AC, Lima JFWF. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco (2ª aproximação). 2.ed. Recife: IPA. 1998;2:1-198.
24. American Public Health Association-APHA -; AWWA - American Water Works Association; WPCF - Water Environmental Federation. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 19ª edition. Washington, DC, USA; 2003.
25. Bezerra Neto, E, Barreto L P. Análises químicas e bioquímicas em plantas. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE; 2011.
26. Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo- CONSECANA.In: Manual de Instruções. 5th ed. Piracicaba-SP; 2006.
27. Smith G, Bagby M, Lewellan R, Doney D, Moore P, Hills F, Camp-Bell L, Hogaboam G, Coe G, Freeman K. Evaluation of sweet sorghum for fermentable sugar production potential. Crop Sci. 1987;27:788–793.
28. Ferreira DF. Sisvar: A computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia. 2011; 35:1039-1042.
29. Khwairakpam M, Bhargava R. Bioconversion of filter mud using vermicomposting employing two exotic and one local earthworm species. Bioresource Technology. 2009;100: 5846-5852.
30. May A, Durães FOM, Filho IAP, Schaffert RE, Parrella RAC. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas-MG. 2012; 120.
31. Dalvi US, Chavan UD, Shinde MS, Gadakh SR. Assessment of sweet sorghum cultivars for efficient ethanol production. Sugar Tech. 2011;13:186-190.
32. Rutto L, Xu Y, Brandt M, Ren S, Kering M. Juice, Ethanol, and Grain Yield Potential of Five Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.]

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Moench) Cultivars. Journal of Sustainable Bioenergy Systems. 2013;3:113-118.

33. Tasso Júnior LC, Marques MO, Franco A, Nogueira GA, Nobile FO, Camilotti F, Silva AR. Produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. Revista Engenharia Agrícola. 2007; 27:276-283.
34. Teetor VH, Duchos, DV, Wittenberg ET, YOUNG KM, CHAWHUAYMAK JC, RILEY MR, RAY DT Effects of planting date on sugar e ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. Industrial Crops and Products. 2011;34:1293-1300.
35. Davila-Gomez FJ, Chuck-Hernandez C, Perez-Carrillo E, Rooney WL, Serna-Saldivar SO. Evaluation of bioethanol production from five different varieties of sweet and forage sorghums (*Sorghum bicolor* (L) Moench). Industrial Crops and Products. 2011;33:611-616.
36. Broadhead DM. Effect of planting date and maturity on juice quality of Rio sweet sorghum. Agron Journal. 1972;61:811-812.
37. Inman-Bamber NG. An evaluation of sweet sorghum as a sugar crop in the midlands Mistbelt. In: Proceedings of the South African Sugar Technologists' Association. 1980;105-108.
38. Santchurna D, Ramdoyala K, Badalooa MGH, Labuschagneb MT. From sugar industry to cane industry: Evaluation and simultaneous selection of different types of high biomass canes. Biomass Bioenergy. 2014; 61:82-92.
39. Han KJ, Pitman WD, Kim M, Day DF, Alison MW, Mccormick ME, AITA G. Ethanol production potential of sweet sorghum assessed using forage fiber analysis procedures. Global Change Biology and Bioenergy. 2013; 5:358-366.
40. Costa JAB, Ponciano N J, Souza PM. Avaliação da sistemática de cálculos para efeito de pagamento de cana pelos açúcares totais recuperáveis (ATR) nos estados do rio de janeiro, Espírito Santo e São Paulo. Sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural. Brasil, Rio Branco-Acre. 2008;1-19.
41. Có Júnior C, Marques MO, Júnior LCT. Efeito residual de quatro aplicações anuais de lodo de esgoto e vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. Revista Engenharia Agrícola. 2008;28: 196-203.
42. Rao PS, Kumar CG, Prakasham RS, Rao AU, Reddy BVS. Sweet sorghum: Breeding and bioproducts. industrial crops. In: Handbook of Plant Breeding. 2015;9:1-28.
43. Rooney WL, Blumenthal J, Bean B, Mullet JE. Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. Biofuels, Bioproducts and Biorefinig. 2007;1:147-157.
44. Kumar AA, Reddy BVS, Sharma HC, Hash CT, Rao PS, Ramaiah B, Reddy PS. Recent Advances in Sorghum Genetic Enhancement Research at ICRISAT. American Journal of Plant Sciences. 2012;2:589-600.
45. Laopaiboon L, Nuanpeng S, Srinophakun P, Klanrit P, Laopaiboon P. Ethanol production from sweet sorghum juice using very high gravity technology: Effects of carbon and nitrogen supplementation. Bioresource Technology. 2009;100:4176-4182.
46. Regassa TH, Wortmann CS. Sweet sorghum as a bioenergy crop: Literature review. Biomass Bioenergy. 2014;64:348-355.
47. Ratnavathi CV, Suresh K, Kumar V, Pallavi M, Komala VV, Seetharama N. Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. Biomass Bioenergy. 2010;34:947-952.
48. Zhao YL, Dolat A, Steinberger Y, Wang X, Osman A, Xie GH. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. Fields Crops Research. 2009;111:55-64.
49. Bunphana D, Jaisila P, Sanitchona J, Knollb JE, Andersonb WF. Estimation methods and parameter assessment for ethanol yields from total soluble solids of sweet sorghum. Industrial Crops and Products. 2015;63:349-356.
50. Tew TL, Cobill RM, Richard JR. E.P. Evaluation of Sweet Sorghum and Sorghum × Sudangrass Hybrids as Feedstocks for Ethanol Production. BioEnergy Research. 2008;1:147-152.
51. Miller AN, Ottman MJ. Irrigation frequency effects on growth and ethanol yield in sweet sorghum. Agron Journal. 2010;102: 60-70.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

52. Cifuentes R, Bressani R, Rolz C. The potential of sweet sorghum as a source of ethanol and protein. Energy for Sustainable Development. 2014;21:13-19.

53. Cutz L, Santana D. Techno-economic analysis of integrating sweet sorghum into sugar mills: The Central American case. Biomass Bioenergy. 2014;68:195-215.

© 2018 Lucena et al.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:
The peer review history for this paper can be accessed here:
http://www.sciencedomain.org/review-history/25433

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape



International Journal of Plant & Soil Science

24(5): 1-9, 2018; Article no.IJPSS.44177
ISSN: 2320-7035

Cotton Growth and Nutrient Uptake after Rock Phosphate, Gliricidia Prunings or Chemical Fertiliser Application in Soils of Semiarid Northeast Brazil

Dário Costa Primo[1*], Rômulo Simões Cezar Menezes[1], Renisson Neponuceno de Araujo Filho[2], Aldo Torres Sales[1], Emmanuel Damilano Dutra[1], Eraldo Rodrigues da Silva[1], Rosa Virginia Tavares Grangeiro[1], Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio[1], João Lucas Aires Dias[2], Victor Casimiro Piscoya[3] and Moacyr Cunha Filho[3]

[1]Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luís Freire, 1000, CEP 50740-540, Cidade Universitária, Recife, PE, Brazil.
[2]Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, s/n - Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, TO, Brazil.
[3]Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brazil.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration between all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/IJPSS/2018/44177
Editor(s):
(1) Dr. Adamczyk Bartosz, Department of Food and Environmental Sciences, University of Helsinki, Finland.
Reviewers:
(1) Addam Kiari Saidou, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger, Niger.
(2) Asmatullah Durani, Nanagrahar University, Afghanistan.
Complete Peer review History: http://www.sciencedomain.org/review-history/26563

Original Research Article

Received 14 July 2018
Accepted 30 September 2018
Published 08 October 2018

ABSTRACT

Several studies have demonstrated that organic fertilisers or ground rocks may be a viable alternative to industrialised chemical fertilisers in some agricultural systems. The present study aimed to compare the effects of ground phosphate rocks, gliricidia prunings and chemical fertilisers as nutrient sources to cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivated in two types of soil (Fluvic Entisol and Oxisol) of the Brazilian semiarid northeast region. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Pernambuco, in a completely randomised design with twelve treatments and four replications, consisting of three phosphate sources (MB-4 rock powder,

**Corresponding author: E-mail: renisson@uft.edu.br;*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Bahia rock powder and triple superphosphate), two nitrogen sources (urea and gliricidia) and a control without fertilisation. The aboveground biomass of cotton plants in the second growing cycle showed higher values of nitrogen with the combined use of gliricidia and MB4. The results indicated that the uses of green manure combined with natural phosphate may be a viable alternative to supply phosphorus and nitrogen to cotton plants in the Brazilian semiarid region. This can be a potential source of phosphorus and nitrogen in familiar agriculture and can replace mineral fertilisation.

Keywords: Nitrogen; phosphorus; gliricidia; vegetative cycles cotton.

1. INTRODUCTION

The agricultural system in the semi-arid northeastern region of Brazil has been reducing the use of local organic fertilisers and increasing the use of imported chemical fertilisers in their operations. The consequences of this practice promote an unbalance of energy in the biological cycles at the farm level. Conceptually, this is not a sustainable agricultural practice. Instead, it should be considered as a way to implement the utilisation of local fertilisers aiming for a more sustainable farming system [1].

Most soils of the semiarid region of Brazil present low availability of N and P [2,3]. The use of chemical fertilisers is not feasible due to the high costs for most farmers. Thus, there is a need for the identification and utilisation of local sources of N and P fertilisers to maintain and increase the soil fertility for better crop production. Manure is a good source of N and P. However, the amount of manure available in the semiarid region is not sufficient to meet the demand of areas under crop cultivation. Additionally, fertiliser with low quality could cause N-immobilisation when incorporated into the soil [4].

Ground rocks (GR) have also been used as a source of phosphorus and other nutrients, mainly in organic crop systems. Several types of ground rocks are being used as fertilisers in NE Brazil, such as MB4 and Bahia phosphate, both produced in NE Brazil. MB4 and Bahia phosphate rock show a high concentration of Fe, Ca, Mg, Na, K, P, Mn, Cu, Co, Zn, S and Mo [5]. However, there are rare scientific reports concerning the utilisation of these ground rock fertilisers in the semiarid region of Brazil. According to EMBRAPA [6], the use of phosphate rocks in most cases is limited due to the low solubility of their nutrients. For this reason, it is recommended to use ground rocks mixed with organic fertilisers, which could promote a fast release of nutrients during the process of solubilisation by the organic acids. The biomass of leguminous plants is largely used in Brazil as a source of N in crop fertilisation.

A good example of this practice in NE Brazil is the use of gliricidia (*Gliricidia sepium* Jacq.Walp) leaves as organic fertiliser. The mix of organic fertiliser and GR has a high potentiality to supply the main essential nutrients for plant growth [7]. EMBRAPA [8], described the participation of the organic matter, reduces the adsorption of P in soil, indicating that the organic fertiliser adsorbed acids blocking the adsorption sites or solubilise the oxides and reduce the adsorption surfaces. Nevertheless, the reduction of P adsorption has benefits to the plants [9].

The addition of organic fertilisers in the soil, such as an animal or green manure cause an opposite effect, promoting a reduction of the adsorption and increasing the phosphorus available in the soil [10]. Hence, the study aimed to evaluate the effects of using MB-4 (ground rock), Bahia rock phosphate, isolated or in combination with gliricidia, as the sources of nutrients compared with chemical fertilisation (triple superphosphate or urea) in the growth and nutrient uptake by cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivated in two soils (Fluvic Entisol and Oxisol) in the Brazilian semiarid NE region.

2. MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in two successive cycles under greenhouse conditions. The substrates used were two types of soil (Oxisol and Entisol). The Entisol with sandy-loam texture was collected from the first 20 cm of soil from the agroecological village station at Taperoá county located in a semiarid region of the Paraiba State – Brazil (07°12'10,8" S; 036°49'42,6" W, and elevation of 520 m). The average temperature of the site is 26°C, and average of long-term rainfall is 500 mm, distributed between February and June (rainy season). The Oxisol had a clayey texture, and it was collected in the experimental area of the

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Federal Rural University of Pernambuco state, in Recife, Pernambuco, Brazil. The experimental area where the greenhouse is located has a humid-hot climate, with an annual average temperature of 24°C, and average annual rainfall precipitation of 1200 mm. The soils were classified according to the methodology [11].

Both soils were characterised to determine the physical and chemical properties [12] before the initiation of the experiment. The Entisol presented the following attributes: pH (H_2O) 6.8; N (g kg^{-1}) 2.3; P - Mehlich-1 (mg dm^{-3}) 129.6; K (mg dm^{-3}) 181.0; Ca (cmolc dm^{-3}) 5.50; Mg (cmolc dm^{-3}) 1.0; Al (cmolc dm^{-3}) 0,0; H+Al (cmolc dm^{-3}) 1.10; S - (mg dm^{-3}) 7.50; SB - base sum (cmolc dm^{-3}) 7.0; T – CEC effective (cmolc dm^{-3}) 7.0; T – CEC pH 7.0 (cmolc dm^{-3}) 8.0; V – base saturation (%) 86.7; m – Saturation by aluminium (%) 0.0; O.M (g kg^{-1}) 14.0; B (mg dm^{-3}) 0.6; Cu (mg dm^{-3}) 0.6; Fe (mg dm^{-3}) 38.5; Mn (mg dm^{-3}) 81.6; Zn (mg dm^{-3}) 6.9. The characteristics of the Oxisol were: pH (H_2O) 5.4; N (g kg^{-1}) 1.8; P-Mehlich-1 (mg dm^{-3}) 2.2; K (mg dm^{-3}) 70.0; Ca (cmolc dm^{-3}) 1.40; Mg (cmolc dm^{-3}) 0,27; Al (cmolc dm^{-3}) 0.70; H+Al (cmolc dm^{-3}) 2.90; S (mg dm^{-3}) 1.88; SB – base sum (cmolc dm^{-3}) 1.85; T- CEC effective (cmolc dm^{-3}) 2.55; CTC pH 7,0 (cmolc dm^{-3}) 4.75; V – base saturation (%) 39.33; m – Saturation by aluminium (%) 14.73; O.M (g kg^{-1}) 8.80; B (mg dm^{-3}) 0.4 ; Cu (mg dm^{-3}) 2.0; Fe (mg dm^{-3}) 240.0; Mn (mg dm^{-3}) 2.80; Zn (mg dm^{-3}) 1.80.

The experiment was conducted under greenhouse conditions using MB-4 and Bahia phosphate rock, triple superphosphate, urea and gliricidia. Before starting the experiment, all rocks used were ground and sieved in an automatic 0,03 mm granulometry sieve. The levels of available phosphate and total nitrogen were determined in all fertilisers using the methodology described by Stefen et al. [12]. The chemical composition (%) of the fertilisers used were: MB4- N (1.1), P (7.6), K (16.0); Bahia phosphate - N (2.1), P (1.0), K (13.5) gliricidia N (37.8), P (2.02), K (1.61); Urea (46% N) and triple superphosphate (42% P_2O_5 and 12% Ca).

A completely randomised design in a factorial distribution of 2 x 12 x 4, representing two types of soil, 12 fertiliser treatments and four replications per treatment was used. The fertiliser treatments consisted of 3 sources of phosphate (MB-4, Bahia phosphate, triple superphosphate), combined with two sources of nitrogen (gliricidia prunings and urea) and control treatments: N sources and P sources (Table 1).

Table 1. Fertilizer treatments applied in cotton plants during the two cycles

Treatments	Doses	
	t ha^{-1}	kg ha^{-1}
C	-	-
G	15	-
S	-	80
MB4	-	300
FB	-	300
U	-	40
G+S	15	80
G+MB4	15	300
G+FB	15	300
U+S	-	40+80
U+MB4	-	40+300
U+FB	-	40+300

C=Control; G=Gliricídia; S= triple super phosphate; MB4 e FB = ground rocks, U= Urea.

Polyethene plastic bags were filled with 2 kilograms of soils, which represented the experimental unit. After the application in the treatments (fertilisation) the vases were seeded with six seeds [13]. Ten days after germination, the vases were thinned to two seedlings per vase. Soil humidity in the vases was maintained to 50% of the total volume of pores, by daily weighing the vases with the addition of deionised water, when necessary. The cotton plants were harvested 60 days after planting.

At harvesting, the height of the plants was measured, and then all biomass was harvested and weighed (green matter). The shoot and root biomass were separated, placed in paper bags, dried in 65° C for 72 hours, and then weighed. After weighing, the dry matter was ground in a grinding mill (Wiley model). The sample was divided into sub-samples for different physical-chemical analysis.

One sub-sample was digested with sulfuric acid and hydrogen peroxide. Another subsample was used to determine the N, P and K absorption in the shoots and roots on the two vegetative cycles. Sub-samples were used to determine the total N using the Kjeldahl method, and the levels of phosphorus by a colourimetric method [12]. The data were analysed using Analysis of Variance, and the means were compared by Turkey test at the 95% level of significance [14].

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results showed (Table 2) in the first cycle a significant difference for the plants height and soil type ($p>0.05$).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Table 2. Plant height, aboveground biomass (AB), nitrogen (N) and phosphorus (P) levels of cotton plants 50 days after planting in two soil types, Oxisol (OXI) or Entisol (ENT), after fertilisation with rock phosphate, gliricidia prunings or chemical fertilisers

	Height (cm)		AB (g)		N (g kg^{-1})		P (g kg^{-1})	
	OXI	ENT	OXI	ENT	OXI	ENT	OXI	ENT
C	30.25aB bB	58.00 bA	3.17 dB	8.08 cA	8.60 aB	13.12 aA	1.14 bB	2.20 aA
G	41.50 aB	65.25 aA	5.43 cB	14.50 aA	9.47 aA	8.75 aA	1.02 bB	1.76 aA
S	38.25 aB	57.25 bA	6.54 bB	9.03 cA	7.25 aA	9.30 aA	1.51 aA	2.14 aA
MB4	37.00 aB	57.00 bA	4.98 cB	8.78 cA	9.20 aA	9.55 aA	1.58 aB	2.45 aA
FB	32.00 bB	58.25 bA	2.99 dB	8.09 cA	9.77 aA	8.10 aA	1.30 bB	2.01 aA
U	35.75 aB	59.25 bA	4.83 cB	10.11 cA	10.97 aA	8.35 aA	1.14 bB	1.92 aA
G+S	43.25 aB	63.75 aA	8.72 aB	12.37 bA	7.82 aA	8.75 aA	1.32 bA	1.58 aA
G+MB4	41.50 aB	64.75 aA	6.81 bB	11.03 bA	8.85 aA	9.92 aA	1.70 aA	2.11 aA
G+FB	38.00 aB	64.50 aA	4.47 cB	11.62 bA	8.47 aA	7.70 aA	1.13 bB	1.77 aA
U+S	41.50 aB	64.25 aA	6.73 bB	11.38 bA	9.20 aA	7.97 aA	1.44 aA	1.70 aA
U+MB4	38.00 aB	57.75 bA	6.64 bB	10.44 bA	8.10 aA	8.87 aA	1.74 aA	1.59 aA
U+FB	38.50 aB	60.00 bA	4.47 cB	10.94 bA	9.95 aA	9.17 aA	1.35 bA	1.39 aA
CV (%)	10.03	6.10	19.84	15.42	19.49	24.74	18.36	27.71

OXI = Oxisol; ENT = Fluvic Entisol; C = Control; G = Gliricídia; S = Super triple phosphate; MB4 = ground rock; FB = Bahia phosphate; U = Urea. Means followed by the same lowercase letters indicate that there was no statistical difference between treatments in the same column and same uppercase letters indicate that there was no statistical difference between treatments in the same line by Turkey test (P≤0.05).

The treatments with only gliricidia manure and gliricidia manure mixed with triple superphosphate had the highest value regarding plants height with the cotton cultivated in Fluvic Entisol. Paula [15] stated that gliricidia is a perennial legume tree with high nitrogen content in their tissues. When gliricidia is decomposed in the soil, its N is easily absorbed by the plants. Overall, plants in Oxisol were shorter than plants in Entisol. The lowest plant height was observed in cotton plants in the control treatments (absence of fertilisation).

The aboveground biomass had also shown a difference between fertilisation treatments and soil type. The aboveground biomass was higher in Entisols than Oxisols. The highest biomass yield was achieved under Entisols fertilised with gliricidia manure mixed with triple superphosphate. High levels of nitrogen were caused by gliricidia manure and their interaction with a mineral phosphate source, favouring a good development of cotton plants [16,17,18,19]. Additionally, gliricidia manure has low levels of secondary compounds and high rates of mineralisation by soil micro-organisms that also help in the phosphorus solubilisation [20,17].

The levels of nitrogen in the aboveground biomass were statistically different between the fertilising treatments and type of soil. The highest value for nitrogen in the above-ground biomass was observed in Entisols with the application of urea mixed with gliricidia manure (Table 2). This may be due to the availability of nitrogen from the urea as well as the gliricidia. The research findings corroborate those observed by Moreira et al. [21], which concluded that soil close to gliricidia trees had higher concentration of P. In addition, Eiras et al. [22] concluded that a gliricidia/maize has proportionately more significant positive effects on rebuilding soil fertility.

The application of MB4, whether isolated or mixed with gliricidia manure promoted the highest values for phosphorus accumulation in the aboveground tissues of cotton plants (Table 2). The results observed were due to the availability of phosphorus in the MB4, but also because the effect of the phosphorus in the MB4 is increased when mixed with an organic fertiliser source such as gliricidia manure [23]. For this reason, Queiroz et al. [24] drew attention to the need for further studies involving organic fertilisers combined with mineral fertiliser sources as an alternative to crops with short-cycle.

During the second cycle, the cotton plants were highest in those treatments with gliricidia manure mixed with Bahia phosphate under Fluvic Entisol (Table 3).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

However, the average values for the height of plants during the second cycle were lower than the average of the first cycle. The different solubility rates in the phosphates sources used, promoted differences in their acquisition and absorption by the cotton plants. These results corroborated those reported by Novais et al. [25]. In addition, Garrido et al. [26] reported that when phosphate sources are mixed with legume-plants manure, the plant showed an increase in nutrient accumulation in their tissues.

On average, the biomass production in the second cycle was lower than that in the first cycle (Table 3). The largest biomass production was observed in the Oxisol when only MB4 was applied. The effect of phosphorus on the biomass production and hence in the accumulation of nutrients could be explained because the phosphorus facilitates several metabolic activities in the plant, mainly in the process of energy transference [27].

The levels of nitrogen were higher in the second cycle when compared with the first cycle. The highest levels of nitrogen were found in the first cycle of the treatment with gliricidia manure mixed with Bahia phosphate in the Oxisol. More phosphate available in the soil promoted an increase in the metabolic and photosynthetic reactions, consequently more absorption of nitrogen [28]. On the other hand, Fageria and Moreira [29] stated that gliricidia manure has high levels of nitrogen which it could be used by the plant. More extraction of nitrogen from the soil was observed in the treatment with urea mixed with super triple phosphate under Oxisol. The level of phosphorus absorbed by the cotton plants is related to the nutrient availability in the soil, in which with the increase in the amount of phosphorus available in the soil increases the phosphorus absorption [8,30].

The biomass of the root system in the first cycle in Fluvic Entisol, the treatment using only gliricidia manure promoted the highest ground biomass accumulation in the treatments studied (Table 4).

This result indicates that gliricidia manure exhibited high potential for the use as fertiliser. Primo et al. [1] and Faucon et al. [31] studied the soil fertilisation with gliricidia manure in several types of soil in the Brazilian semiarid cultivated with cotton and concluded that the productivity of cotton plume increased 100% when gliricidia manure was incorporated in the soil.

The level of nitrogen in Oxisol was higher than in Fluvic Entisol. Under optimal mineral nutrition conditions, the plant tends to absorb more phosphorus when Nitrogen is available considerably [32]. In Fluvic Entisol, the levels of phosphorus found in the roots were higher in the treatment with gliricidia manure mixed with super triple phosphate. The radicular system pattern has an effect in the phosphorus absorption in the plant, and the level of phosphorus stimulates the root growth ([33,34]).

Table 3. The height of plant, aboveground biomass (AB), nitrogen and phosphorus levels extracted from the soil by cotton plants under two different types of soil and fertilisers in the second cycle of cultivation

	Height (cm)		AB (g)		N (g kg^{-1})		P (g kg^{-1})	
	OXI	ENT	OXI	ENT	OXI	ENT	OXI	ENT
C	20.5 bB	34.7 bA	1.626 cA	1.286 bA	7.32 bB	19.87 bA	1.11 bB	3.28 bA
G	27.5 aA	30.7 bA	2.696 aA	1.286 bB	7.25 bB	22.12 bA	0.98 bB	2.96 bA
S	23.2 bB	31.2 bA	2.116 bA	1.355 bB	6.85 bB	20.72 bA	1.45 aB	2.77 bA
MB4	24.0 bB	35.2 bA	2.930 bA	1.481 aA	7.77 bB	17.80 bA	1.51 aB	2.90 bA
FB	24.0 bB	33.7 bA	2.040 bA	1.221 bB	9.77 aB	18.50 bA	1.25 bB	2.66 bB
U	27.0 aB	37.2 aA	2.049 bA	1.797 aA	9.70 aB	21.27 bA	1.09 bB	2.64 bA
G+S	30.7 aB	37.2 aA	2.831 aA	1.729 aB	10.15 aA	18.52 bA	1.27 bB	2.58 bA
G+MB4	28.5 aB	40.5 aA	2.323 bB	1.774 aA	12.22 aB	27.30 aA	1.67 aB	3.75 aA
G+FB	26.0 aB	42.5 aA	2.260 bA	2.262 aA	12.07 aB	21.25 bA	1.09 bB	2.94 bA
U+S	23.5 bB	37.7 aA	2.109 bA	1.771 aB	8.62 bB	17.97 bA	1.38 aB	4.84 aA
U+MB4	24.5. bB	39.7 aA	2.417 aA	1.927 aA	8.12 bB	19.35 bA	1.67 bB	4.03 aA
U+FB	23.0 bB	40.0 aA	2.195 bA	2.132 aA	8.12 bB	18.60 bA	1.30 bB	3.59 aA
CV (%)	14.2	10.39	17.42	22.14	20.48	19.75	18.36	19.13

OXI = Oxisol; ENT = Fluvic Entisol; C = Control; G = Gliricidia; S = Super triple phosphate; MB4 = ground rock; FB = Bahia phosphate; U = Urea. Means followed by the same lowercase letters indicate that there was no statistical difference between treatments in the same column and same uppercase letters indicate that there was no statistical difference between treatments in the same line by Turkey test (P≤0.05).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Tabela 4. Below ground biomass production (BG), and nitrogen and phosphorus levels extracted from the soil by cotton plants under two different types of soil and fertilisers during the first cycle of cultivation

	BG (g)		N (g kg^{-1})		P (g kg^{-1})	
	OXI	ENT	OXI	ENT	OXI	ENT
C	0.516 bB	0.942 bA	6.00 bA	4.55 aB	2.41 bA	1.79 bB
G	0.777 bB	1.551 aA	5.25 bA	4.65 aA	2.12 bA	1.92 bB
S	1.020 aA	1.074 bA	5.00 bA	5.17 aA	3.06 aA	2.03 aB
MB4	0.669 bA	0.964 bA	5.75 aA	4.85 aA	2.66 aA	1.89 bB
FB	0.514 bB	0.827 bA	5.75 aA	4.95 aA	2.17bA	1.41 dB
U	0.666 bB	1.135 bA	6.00 aA	5.35 aA	1.97 bA	1.89 bA
G+S	1.371 aA	1.292 aA	4.75 bA	4.80 aA	3.14 aA	1.71 bB
G+MB4	1.200 aA	1.321 aA	4.75 bA	4.92 aA	2.93 aA	1.77 bB
G+FB	0.742 bB	1.077 bA	5.75 aA	4.97 aA	1.77 bA	1.67 bB
U+S	1.080 aA	1.316 aA	4.50 bA	4.97 aA	2.87aA	1.57 cA
U+MB4	1.105 aA	0.943 bA	4.50 bB	6.02 aA	2.82 aA	1.54 cB
U+FB	0.832 bB	1.145 bA	5.00 bA	5.10 aA	2.37 bA	1.55 cB
CV (%)	26.82	10.57	15.71	10.6	20.35	14.3

OXI= Oxisol; ENT = Fluvic Entisol C = Control; G = Gliricídia; S = Super triple phosphate; MB4 = ground rock; FB = Bahia phosphate; U = Urea. Means followed by the same lowercase letters indicate that there was no statistical difference between treatments in the same column and same uppercase letters indicate that there was no statistical difference between treatments in the same line by Turkey test (P≤0.05).

Table 5. Below ground biomass (BG) and levels of N and P extracted by cotton plants under different sources of nitrogen and phosphorus in the second cycle

	BG (g)		N (g kg^{-1})		P (g kg^{-1})	
	OXI	ENT	OXI	ENT	OXI	ENT
C	0.395 aA	0.132 bB	4.12 aA	3.00 aB	0.86 aB	1.74 aA
G	0.512 aA	0.111 bB	4.30 aA	2.80 aB	0.89 aB	1.62 aA
S	0.463 aA	0.115 bB	4.35 aA	3.20 aB	1.11 aB	1.68 aA
MB4	0.465 aA	0.134 bB	4.43 aA	2.80 aB	1.08 aB	1.68 aA
FB	0.467 aA	0.137 bB	4.22 aA	3.02 aB	0.89 aB	1.51 aA
U	0.364 aA	0.156 bB	4.32 aA	3.62 aA	0.86 aB	1.97 aA
G+S	0.510 aA	0.154 bB	4.40 aA	3.67 aA	0.64 bB	1.53 aA
G+MB4	0.475 aA	0.186 aB	4.17 aA	3.57 aA	0.55 bB	1.83 aA
G+FB	0.459 aA	0.225 aB	4.52 aA	3.90 aA	0.47 bB	2.24 aA
U+S	0.402 aA	0.167 bB	4.15 aA	3.47 aA	0.60bB	2.26 aA
U+MB4	0.524 aA	0.179 aB	4.25 aA	3.75 aA	0.54 aB	1.58 aA
U+FB	0.467 aA	0.228aB	4.30 aA	4.05 aA	0.52 bB	1.67 aA
CV (%)	18.91	26.18	12.97	21.88	16.8	30.03

OXI = Oxisol; ENT = Fluvic Entisol; C = Control; G = Gliricidia; S = Super triple phosphate; MB4 = ground rock; FB = Bahia phosphate; U = Urea. Means followed by the same lowercase letters indicate that there was no statistical difference between treatments in the same column and same uppercase letters indicate that there was no statistical difference between treatments in the same line by Turkey test (P≤0.05).

The root system of cotton plants during the second cycle was more expressive in the treatment of urea mixed with MB4 exhibited highest below ground accumulation in cotton plants under the Oxisol (Table 5).

However, the below ground biomass in the second cycle was lower than the biomass production in the first reported period. The differentiated responses to cultivated plants when submitted to fertilisation are related to their characteristics that influence the ability to use light and CO_2, affecting the absorption, transport and interaction of nutrients within the plant [35] to achieve maximum MSR increments. Similar results are described by Faucon et al. [36] using legume to enhance fertility on cotton cropping systems wherein all types of fertilisers used they have higher below ground biomass accumulation on the first crop cycle.

In the fertiliser treatments studied, the gliricidia mixed with Bahia phosphate showed the highest values of the nitrogen accumulated for below-ground biomass in the Oxisol. It should be mentioned that the nitrogen accumulated in the

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

root tissues were lower than those nitrogen levels observed in cotton plants during the first cycle. Surprisingly the results found that the Bahia phosphate (source of phosphorus) helps to increase the nitrogen accumulation on belowground biomass of cotton plants in the Fluvic Entisol.

In addition, the application of nitrogen reduces the cost of phosphorus for the of plants roots ([37,38]) stated that the phosphorus plays key roles in many plant processes such as energy metabolism, the synthesis of nucleic acids and membranes, photosynthesis, respiration, and nitrogen fixation. The level of phosphorus in the below-ground tissues is shown in Table 5. The highest phosphorus accumulation was observed under Fluvic Entisol when the fertiliser treatment was the super triple phosphate mixed with urea. However, there were no differences observed in the phosphorus accumulation between the first and second cycle. It was expected that the use of sources of phosphate would increase the concentration of this mineral in the soil.

4. CONCLUSIONS

The use of green manure mixed with natural phosphate is a new economic idea for agricultural practices in the Brazilian semiarid area as sources of phosphorus and nitrogen in the soil. The results found in the present study demonstrated the positive and potential effects of rock powder mixed with green branches of gliricidia as sources of phosphorus and nitrogen in the cotton crop, replacing mineral fertilisation. Future studies will be carried out in the field to improve this alternative in other cultures.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Primo DC, Menezes RSC, Silva TO, Garrido MS, Cabral PK. Contribution of organic fertilization on nutrient uptake and corn yield in the semiarid region of Paraiba. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. 2012;7(1):81-88.
2. Alves RN, Menezes RS, Salcedo IH, Pereira WE. Relationship between biomass quality and N mineralization in plant species used as green manure in semi-arid Brazil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2011; 15(11):1107-1114.
3. Santos HC, Oliveira FHTD, Salcedo IH, Souza APD, Silva M. Kinetics of phosphorus sorption in soils in the state of Paraíba. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2011;354:1301-1310.
4. Sousa CS, Prazeres, DC, Santos IN, Lima FS, Soares ACF. Agricultural potential of organic compost produced based on sisal residue, manure and rock flour in the production of sisal seedlings. Scientia Plena. 2016;12(2):01-09.
5. Chaves LHG, Mendes JS. Interpretation of the chemical characteristics of soils submitted to incubation with biochar and MB-4 rock powder. Revista Espacios. 2016;37(1):01-14.
6. Parente TL, Caioni S, Lange A, Caioni C, Silva ACS, Yamashita OM, Neto AL. Residual of phosphorus in ratoon-cane for forage yield in the north of Mato Grosso. Revista de Ciências Agroambientais. 2016;14(1):157-162.
7. Novais SV, Novais RF, Villani EMDA, Zenero MDO. Phosphorus-zinc interaction and iron and manganese uptake in the growth and nutrition of phalaenopsis (*Orchidaceae*). Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2016;40(1):01-10.
8. Nascimento BLM, Lima IMA, Iwata BF, Aquino BF. Height and diameter of maize cultivated in function of different levels of phosphate fertilizers. Scientia Plena. 2014; 10(1):1-8.
9. Camargo LA, Marques J, Pereira GT, Alleoni, LRF. Spatial correlation between the composition of the clay fraction and contents of available phosphorus of an Oxisol at hillslope scale. Catena. 2013; 100(1):100-106.
10. Pavinato PS, Rosolem CA. Effects of organic compounds produced by plants on soil nutrient availability. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2008;32(3):911-920.
11. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 2013;353.
12. EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2009.
13. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Manual de métodos de análise de solo. Rio de

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. 1997; 212.

14. Ferreira DFS. SISVAR 4.3. (Acess in: 25 nov. 2011) Available:http::://www.dex.ufla.br
15. Silva IP, Silva JTA. Nitrogen and boron in banana "Prata Anã" plantlets grown in greenhouse. Agrarian. 2012;6(19):51-59.
16. Nascimento AF, Mattos JLS, Sá Mendonça E. Decomposição da biomassa de adubos verdes no Brasil Central e sua estimativa pelo modelo NDICEA. Revista Brasileira de Agroecologia. 2016;11(4): 319-327.
17. Stefen DLV, Souza CA, Coelho CMM, Gutkoski LC, Sangoi LA. Nitrogen topdressing during heading improve the industrial quality of wheat (*Triticum aestivum* cv. Mirante) grown with plant growth regulator etyl-trinexapac. Revista de la Facultad de Agronomía. 2016;114(2): 161-169.
18. Silva MP, Arf O, Sá ME, Abrantes FL, Berti CLF, Souza LCD, Arruda N. Straw and coverage levels of nutrients soil for plants coverage seeded in summer for direct seeding bean. Agrarian. 2014;7(24):233-243.
19. Brunetto G, Ceretta CA, De Melo GWB, Girotto E, Ferreira PAA, Lourenzi CR, Lazzaretti BP. Contribution of nitrogen from urea applied at different rates and times on grapevine nutrition. Scientia Horticulturae. 2016;207(1):1-6.
20. Paula PDD, Campello EF, Guerra JGM, Santos GDA, Resende ASD. Decomposition of legume tree *Gliricidia sepium* and *Acacia angustissima* in agroforestry systems. Ciência Florestal. 2015;25(3): 791-800.
21. Marin AMP, Menezes RSC, Salcedo IH. Productivity of maize intercropped or not with gliricidia ammended with two organic fertilizers. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2007;42(5):669-677.
22. Beedy TL, Snapp SS, Akinnifesi FK, Sileshi GW. Impact of *Gliricidia sepium* intercropping on soil organic matter fractions in a maize-based cropping system. Agriculture, ecosystems & environment. 2010;138(3-4):139-146.
23. Meirelles AC, Souza LAG. Biomass production and quality of legume trees grown in alley cropping system in Central Amazon Oxisol. Revista Brasileira de Agroecologia. 2015;10(2):67-74.
24. Vale MLC, Sousa RO, Scivittaro WB. Evaluation of ammonia volatilization losses by adjusted parameters of a logistic function. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2014;38(1):223-231.
25. Resende AV, Fontoura SMV, Borghi E, Santos FC, Kappes C, Moreira SG, Oliveira Junior A, Borin ALDC. Solos de fertilidade construída: Características, funcionamento e manejo. Informações Agronômicas. 2016;156(1):1-17.
26. Moreira SG, Lupp RM, Lima CG, Marucci RC, Resende AV, Borges ID. Dry matter and macronutrients accumulated in maize plants cultivated under different cover crop species. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. 2014;13(2):218-231.
27. Eiras PP, Coelho FC. Utilization of legumes in green manure for maize. Inter Science Place. 2011;17(1):96-124.
28. Lima MA, Aquino BF, Nascimento BLM. Estudo da eficiência de diferentes fontes de fosfato na cultura do sorgo. Cultura Agronômica. 2016;25(1):25-38.
29. Queiroz LR, Coelho FC, Barroso DG, Queiroz VAV. Evaluation of phytomass productivity and N, P and K accumulation of shrub legumes in alley cropping system in campos dos goytacazes (RJ). Revista Arvore. 2007;31: 383-390.
30. Novais SV, Mattiello EM, Vergutz L, Melo LCA, Freitas ÍF, Novais RF. Loss of extraction capacity of mehlich-1 and monocalcium phosphate as a variable of remaining p and its relationship to critical levels of soil phosphorus and sulfur. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2015;39(4):1079-1087.
31. Garrido MDS, Menezes RS, Sampaio EV, Marques TR. Growth and uptake of nutrients by cotton and castor bean fertilized with gliricidia and/or manure. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2009;13(5):531-537.
32. Sartor LR, Assmann TS, Soares AB, Adami PF, Assmann AL, Ortiz S. Assessment of the nutritional status of grassland: Nitrogen nutrition index. Semina. 2014;35(1):449-456.
33. Tarumoto MB, Arana ARA, Ferreira TE, Siva MA. Positive impacts of the sugarcane crop in Brazil. Journal of Agronomic Sciences. 2015;4(1):526-545.
34. Fageria NK, Moreira A. The role of mineral nutrition on root growth of crop plants.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Advances in Agronomy. 2011;110(1):251-331.

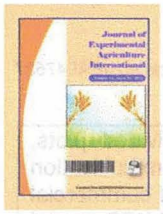
35. Bernardi ACDC, Carmello QADC, Carvalho SAD, Machado EC, Medina CL, Gomes MDMDA, Lima DM. Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization interactions on the photosynthesis of containerized citrus nursery trees. Journal of Plant Nutrition. 2015;38(12):1902-1912.
36. Faucon MP, Houben D, Lambers H. Plant functional traits: Soil and ecosystem services. Trends in Plant Science. 2017; 22:385-394.
37. Chu FF, Chu PN, Shen XF, Lam PK, Zeng RJ. Effect of phosphorus on biodiesel production from Scenedesmus obliquus under nitrogen-deficiency stress. Bio-resource Technology. 2014;152(1):241-246.

© 2018 Primo et al.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:
The peer review history for this paper can be accessed here:
http://www.sciencedomain.org/review-history/26563

Confere com o original

Siape



Journal of Experimental Agriculture International

32(3): 1-9, 2019; Article no.JEAI.47627
ISSN: 2457-0591
(Past name: American Journal of Experimental Agriculture, Past ISSN: 2231-0606)

Soil Mechanical Resistance Penetration after Fifteen Years with Previous Crops and Tillage Systems and Productivity of Green Corn Cob in Northeast Brazil

Alceu Pedrotti[1], Renisson Neponuceno de Araújo Filho[2*], Sara Julliane Ribeiro Assunção[1], Raimundo Rodrigues Gomes Filho[1], Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira[1], Francisco Sandro Rodrigues Holanda[1], Victor Casimiro Piscoya[3], and Moacyr Cunha Filho[3]

[1]Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, CEP 49100-000, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, Brazil.
[2]Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, s/n - Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, TO, Brazil.
[3]Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brazil.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration between all authors. Author SJRA conducted the study, collected the analyzes in the field and did the statistical analysis of the data, wrote the protocol and wrote the first draft of the manuscript. Authors AP, RNAF and RRGF designed the study and monitored and supervised all of this study. Author FSRH, VCP and MCF assisted in literature searches, writing in the manuscript and discussing the data. Authors FSRH, RNAF and AP helped in the search of the literature and in the translation of the same into English language. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/JEAI/2019/v32i330105
Editor(s):
(1) Dr. Sławomir Borek, Department of Plant Physiology, Adam Mickiewicz University ul. Umultowska 8961-614 Poznań, Poland.
Reviewers:
(1) Md. Noor E. Alam Siddique, University of New England, Australia.
(2) M. Abdullah Al Mamun, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Bangladesh.
Complete Peer review History: http://www.sdiarticle3.com/review-history/47627

Original Research Article

Received 25 December 2018
Accepted 02 March 2019
Published 15 March 2019

ABSTRACT

Conservation systems for less soil movement and when associated with previous crops may reduce the effects of soil compaction. The objective of this work was to evaluate soil mechanical resistance penetration (MRP) in different cropping systems associated with previous corn crop after fifteen

**Corresponding author: E-mail: alceupedrotti@gmail.com;*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

years. The experimental design was composed of experimental strips with subdivided plots, combining three soils management systems: CC- conventional cultivation, MC- minimum cultivation and NT- no-tillage, and four species of crops antecedent to maize for the production of commercial ears of green corn. In the determination of soil MRP, the electronic penetrometer (FALKER model SoloTrack PLG 5200) was used, with readings up to a depth of 400 mm. The results showed that there was a significant effect on the MRP values of the soil when submitted to the different cropping systems and previous crops at the end of fifteen years. The lowest MRP values were located in the superficial layers in the CC and MC. The NT cultivar system showed higher MRP values, at depth 0-100 mm. At conditions of tableland, after fifteen years, it was observed that the NT system provides better corn productivity levels combined with lower MRP values along the profile.

Keywords: Soil management; conservation systems; soil compaction.

1. INTRODUCTION

Maize (*Zea mays* L.) in Brazil and in the world is considered one of the most important grains, both economically and socially, as it is used in human and animal feeding [1]. Maize occupies a prominent place among cereals and there is no other cereal that has such immense potential [2]. In terms of world-wide area, Brazil stands next to the USA, India, China and Mexico, while it ranks second to the US when it relates to production [3].

In the northeastern Brazil state of Sergipe occupies the fourth position as the largest producer of corn to produce 495,729 tonnes and the sixteenth placed in Brazil [4]. The Northeastern region presented an average productivity below the national average, with approximately 1,600 kg ha^{-1}, but Sergipe production is higher with more than 4 thousand kg ha^{-1}, placing the state in the position of largest producer in the region [5].

The use of conservationist systems of soil management associated with previous crops (soil cover plants) to commercial crops may contribute to higher productivity [6]. Thus, in the conditions practiced by tropical agriculture, it can be considered that soil management aiming at reducing compaction, as a viable alternative, resulting from the absence of soil rotation and increased biological activity [7].

The search for management methods and technologies that contribute to the sustainability of agroecosystems is of paramount importance to improve soil quality [8]. This contribution can be made through the indication of cropping systems associated to the effects of the soil cover plants, evaluated by physical factors that are directly related to the development of the plants, and consequently the crop productivity [9], a primordial aspect in the edaphoclimatic conditions of tropical regions. Thus, the different soil management systems, associated to different antecedent crops, provoke alterations in MRP and consequently interfere in the maize productivity parameters. The present study had as objective to evaluate MRP in different cropping systems and succession cultures to green corn after fifteen years of management.

2. MATERIALS AND METHODS

The present study was developed at the fifteenth year of conduction in an experiment implemented in 2001 at the Campus Rural Experimental Station of the Universidade Federal of Sergipe, in the municipality of São Cristóvão, state of Sergipe, northeastern Brazil, with geographic coordinates 10°19'S and 36°39 'W and 22 meters of average altitude in relation to sea level. The region has a climate, according to the Köppen classification, type As', tropical rainy with dry summer and rainfall around 1200 mm annually, with rainfall concentrated in the months of april to september [10]. The soil was classified as Ultisols, with textural B horizon, A moderate sandy loam, derived from sediments of the Barreiras group [11].

The horizons present in the soil profile are: A (0 - 27 cm) and Bt (28 - 77 cm), with sandy texture (sand: 82 g kg^{-1}, silt: 13 g kg^{-1} and clay: 5 g kg^{-1}) and clay loam (sand: 15 g kg^{-1}, silt: 25 g kg^{-1} and clay: 60 g kg^{-1}), respectively. The soil bulk density values, obtained by the volumetric ring method, respectively for the soil layers 0-10 and 10-20 cm were 1.42 and 1.44 g cm^{-3} in the CC, 1.50 and 1.53 g cm^{-3} in CM and 1.44 and 1.56 g cm^{-3} in PD. In this way it can be observed that, in average values, there is a directly proportional behavior of these values with the behavior obtained in the RMP evaluation.

Confere com o original

The management systems implemented were conventional cultivation (CC), minimum cultivation (MC) and no-tillage (NT). Previously to each annual corn planting cycle, the experimental plots were cultivated: sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Huth) until the 2008 harvest, millet (*Pennisetum glaucum (L.)R. Brown*) and sunflower (*Helianthus annuus*). The first two plants were commercial, and the last two were used as soil cover plants.

The experimental plots presented a 6 x 10 m area, with a space of 1 m between the plots and, following the irrigation system implanted in the experimental area. In this way, 3x4 factorial was obtained, being three soils management systems, and four succession succession cultures, with three replications, totaling 36 experimental plots.

Biomatrix variety BM 3061 was sown annually, with a spacing of five plants per linear meter and 0.80 m between rows, constituting twelve rows per plot. For sowing, a manual fertilizer planter was used to make basic fertilization. The nutrients applied at the time of sowing consisted of nitrogen in the form of urea (45% of N), phosphorus in the form of triple superphosphate (42% of P_2O_5) and potassium in the form of potassium chloride (58% of K_2O), corresponding at 120, 90 and 110 kg ha^{-1}, respectively, with N applied 50% at sowing and 50% at 30 days after seedling germination. These values were obtained based on the soil analysis and recommendations established for the corn crop, according to [12]. The liming, for the correction of soil acidity and calcium and magnesium supply was carried out according to the chemical analysis of the soil, following the technical recommendations, for the corn crop in the state of Sergipe [12], on average every four years.

In the soil preparation, a disk plow and leveling grid was used for the CC preparation, closed light leveling grid for the MC and no NT preparation equipment, and weeds controlled in this system by manual weeding associated with the use of herbicides: Gliphosate, Atrazine and Nicosulfuron according to the need and stage of the crop cycle. For CC and MC systems, weed control during the cycle of the different crops studied in the experimental plots, when necessary, manual weeding through hoes associated with the herbicides Atrazine and Nicosulfuron was used. At the time of harvest to evaluate the productivity of green corn in different plots, the number of plants, weight and number of ears of commercial value were counted.

The MRP evaluation was based on the automated penetrometer - FALKER, model SoloTrack PLG 5200, capable of electronic data acquisition. The penetrometer moved at a rate of 4 cm per second, its rod / probe being 40 cm long, cone angle of the end of the stem tip 30°, diameter of the metal rod 0.95 cm, conical tip of approximately 0.8 cm^2 section. Eight random points were sampled in each of the three replicates, distributed in the plots in a diagonal line, and later a plot was drawn relating the depth in mm and applied force for soil penetration in KPa. The representative graph of MRP was obtained through the PenetroLOG Software [13]. The data concerning the penetrometer were extracted and analyzed to the depth of 400 mm in the soil profile. In each plot, moisture was quantified through the collection of three simple soil samples at depth of 0-200 mm and 200-400 mm, using the gravimetric method according to the methodology described in [14].

The data obtained with MRP, moisture, corn yield and plant numbers per plot were submitted to analysis of variance and, when significant, the means were compared by means of the Tukey test at the 5% level of significance. Statistical analyzes were performed using the statistical program Sisvar [15].

3. RESULTS AND DISCUSSION

The average values for each of MRP preceding crop of maize combined with different culture systems are shown in Fig. 1.

It is observed that the layer 50-100 mm deep showed significant differences in MRP values, and the sunflower culture associated with CC provided higher MRP values. The degradation of the soil structure along the profile can be attributed to the intensive use of agricultural mechanization adopted in CC [16], resulting in soil compaction as a function of plowing and operations by grading [17]. These operations performed at the same depth and direction in the soil even though associated with favorable soil moisture can increase soil compaction [18]. It is observed that the MRP values in this layer exceed 2500 KPa, reaching values higher than 4000 KPa.

[13] state that MRP values up to 2500 KPa are considered low and show little limitation on root development. High MRP values increase resistance to root growth [19], reduction in total soil porosity by reducing water storage and

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

restriction of gas flow [20]. The large spatial variability of the mechanical resistance to penetration presents a series of implications for root and shoot growth [21].

The MC system showed no significant difference between the MRP values and different cultures antecedent to maize (Fig. 1). However, the crotalaria crop when used in succession with maize provided higher MRP values in relation to the other treatments at depths 150-200 and 200-250 mm (Table 2), probably due to the lower contributions of the plant residues left by the plants used as cover [22], and higher tillage of the soil that led to the destruction of the larger aggregates in smaller aggregates and to the soil particle size distribution [23].

The lower MRP values were obtained with the millet previous crop, resulting in a favorable development condition for the maize crop, depending on MRP. However, in the superficial layers (0 - 100 mm), the systems with higher soil mobilization (CC and MC) had lower MRP values when compared to NT. Values below 2000 KPa, providing a favorable condition for root development, according to [24], when they affirm that in CC systems, where the surface layer of the soil is periodically revolved, it is common to observe the momentary increase of the macroporosity values, possible reason why areas submitted to the CC have smaller values of MRP in the superficial layer of the soil.

Although the average pressure exerted on the surface layers is less than 2500 KPa, in some places these values reached 4500 KPa, resistance considered high, where in this situation it can present limitations to the development of the root system of the plants, and can be explained by the values of [25].

However, [26], states that the compacted soil layer does not present as a continuous mass, where there are spaces of MRP of variable values, and the roots in its development look for the free spaces in the soil and the method of measurement of MRP, not being the adopted method, capable of identifying and integrating the effect of cracks, of biological pores in the soil, tortuous pores, which is why the roots can develop in these regions of lower resistance, even though in the analysis high values of MRP.

In the NT system, the highest MRP values were obtained with the use of the sunflower crop as an antecedent crop to the maize, being the most outstanding values in relation to the other crops, mainly in the superficial layer (100 to 150 mm), reaching around of 4500 kPa. However, the crotalaria culture was the one that contributed with lower MRP values along the profile, concluding that its root system developed in better condition. This was probably due to the roots of the pivotal type, which provide the presence of biological pores, decomposition of the same associated to the non-revolving soil, as reported Reinert, et al. [27]. According to Schmidt, et al. [17] the conservationist systems provided increased soil fertility, especially in relation to the exchangeable bases and soil organic matter content, motivated by legume species that favored increases. Thus, although compaction has occurred as discussed above. Soil organic matter and corn productivity are the main substrates for the difference between maize growing systems and predecessor plants.

However, in the deeper layers, the conditions of resistance gradually decrease in all depths, according to the years of implantation of the no-tillage system, a fact that depends on the benefits that such a system provides to the soil [6], such as the accumulation of organic matter at the surface, associated with macro and microfauna, which play a significant role in soil physical properties [8].

It was observed in the minimum cultivation that the millet crop when used before corn, provided lower MRP values by its dense and fasciculated root system, taking advantage of small cracks or cracks to develop in the soil. Calonego, et al. [28] millet (Pennisetum glaucum (L.)) has become a good cover crop option, providing high amounts of dry matter mass, allowing the dry winter Species with higher C/N ratio, such as millet, should be potentially used in MC and NT, because the larger the ratio, the slower the decomposition of residues and the greater the physical protection of the soil, bringing benefits to agroecosystems, markedly in tropical regions , due to the effects of concentrated rainfall and intense direct solar radiation.

In Fig. 1, it is possible to observe also the high increase in MRP values from 250 mm deep, probably due to the presence of the textural B horizon in this soil, with a high clay content, making it less permeable and contributing to its densification, associated with low humidity values, mean that the high cohesion of these soils of Tablelands provides high values of MRP, a typical situation occurring in the Ultisols of this region in the State of Sergipe.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

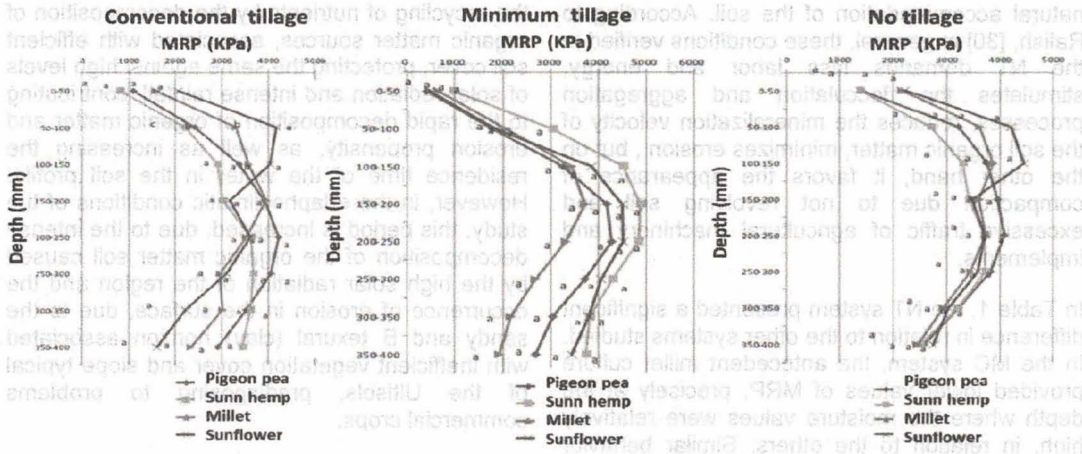


Fig. 1. MRP along the soil profile for different antecedent cultures associated to the different cropping systems. Equivalent letters for the same depth interval do not differ statistically by the Tukey test at the 5% probability level

Table 1. Gravimetric soil moisture values for different antecedent cultures associated with different cropping systems

Cultures	Moisture (kg kg^{-1})		
	CC[1]	MC	NT
Pigeon pea	0,500 bA[1]	0,387 cB	0,293 bC
Millet	0,571 aA	0,551 aA	0,424 aB
Crotalaria	0,454 bA	0,424 bA	0,403 bA
Sunflower	0,419 cA	0,424 bA	0,290 cB

[1]*Different lowercase letters in the column and different capitals in the row, differ statistically by the Tukey test at the 5% probability level*

Table 2. Maize productivity when submitted to previous cultures associated with different cropping systems

Culturas	Productivity of Ears (kg ha^{-1})		
	CC	MC	NT
Pigeon pea	6.373,4 aC[1]	8.287,0 aB	9.830,2 bA
Millet	3.935,2 cC	6.589,5 cB	9.930,2 aA
Crotalaria	5.663,6 aB	9.722,1 aA	10.000,0 bA
Sunflower	5.370,4 bC	7.145,0 bB	12.762,3 aA
Mean	5.335,6 C	8.005,4 B	10.536,2 A

[1]*Different lowercase letters in the column and different capitals in the row differ statistically by the Tukey test at the 5% probability level*

Oliveira, [29], also found high MRP values from the 250 mm layer, which probably is due to the textural gradient by the beginning of the textural B horizon, providing lower permeability of the B horizon due to the increase of the clay fraction. In this condition, with low humidity leads to a lower lubricating effect of the water around the soil particles and, consequently, to higher values of MRP. This behavior is also related to texture, where sandy soils present lower MRP than clayey soils due to the lower manifestation of cohesion between sand particles and clay particles, markedly more pronounced in small summer.

In general conditions, in the NT system in relation to CC and MC, they presented two regions with higher MRP values in the superficial layer. [13], state that the greatest compaction state in no-tillage occurs up to 100 mm deep, this being attributed to the confinement of the pressures resulting from the traffic of machines, for the different agricultural operations, besides the

Confere com o original

Siape

natural accommodation of the soil. According to Ralish, [30] in general, these conditions verified in the NT demands less labor and energy, stimulates the flocculation and aggregation processes, reduces the mineralization velocity of the soil organic matter, minimizes erosion , but on the other hand, it favors the appearance of compaction due to not revolving soil and excessive traffic of agricultural machinery and implements.

In Table 1, the NT system presented a significant difference in relation to the other systems studied. In the MC system, the antecedent millet culture provided lower values of MRP, precisely at the depth where the moisture values were relatively high, in relation to the others. Similar behavior was observed in NT when the antecedent culture of sunflower was used, where its moisture was relatively low, and consequently the values obtained of MRP were high.

These results are in agreement with [31], who state that soils with low moisture values tend to increase the cohesion and consequently the MRP values, causing higher pressures in the root hood to develop in the soil. [32], state that the degree of compaction may become limiting, according to the variations of humidity, that affect the MRP, making critical the supply of water and nutrients to the crops.

This scenario became relatively common in the tablelands soils, being this type of formation due to climatic conditions associated to the characteristics of the textural B horizon, and they present a hard to very hard, when dry, and friable when wet [33]. And as a consequence, their growth and productivity are affected due to water and nutritional deficits. Evidences of this type have been observed in the citrus and eucalyptus farms in the south central region of Sergipe, in areas of Ultisols, causing a decrease, respectively in the useful life of the orchards and lower wood production, due to the presence of cohesive layers. These results are in agreement with [13], that working with the establishment of MRP index to quantify the degree of cohesion, observed that where the values of MRP are higher are also due to lower values of soil moisture. [34], due to this behavior, in the detection of compacted layers, it is necessary to follow the respective values of soil moisture.

One of the challenges in the use of conservation systems in farms in tropical regions is the formation and maintenance of mulch, as well as the recycling of nutrients by the decomposition of organic matter sources, associated with efficient soil cover, protecting the same against high levels of solar radiation and intense rainfall, contributing to the rapid decomposition of organic matter and erosion propensity, as well as increasing the residence time of the water in the soil profile. However, in the edaphoclimatic conditions of the study, this period is increased, due to the intense decomposition of the organic matter soil caused by the high solar radiation of the region and the occurrence of erosion in the surface, due to the sandy and B texural (clay) horizon associated with inefficient vegetation cover and slope typical of the Ultisols, predisposing to problems commercial crops.

In Table 2 are showed the yield values of maize cultivated under different antecedent cultures associated to the cultivation systems in the fifteenth cycle of the experiment.

It was observed a significant difference in the values of ear yield when cultivated among the different cultivation systems, except for the culture of the crotalaria when cultivated in the MC and NT systems (Table 2). The highest values were obtained in NT, followed by MC. The increment of ear yield in NT and MC was 50% and 97%, respectively, in relation to CC (Table 2). These data are in accordance with the studies obtained by [35], who study variables of influence on maize yield in a commercial crop under no-tillage, emphasizes the importance of this cropping system. [36], observed that CC promoted higher MPR than the other systems studied, hindering the development of maize crop, impairing root penetration, impairing the absorption of nutrients essential for its development, resulting in low production rates.

Within each of the cultivation systems studied, a significant difference was observed in maize productivity, when different cultures were used in succession, and the same influenced differently for each cultivation system. In the NT, the sunflower crop contributed to higher levels of productivity, in MC it was the cultivar of the crotalaria and in the CC the culture of the pigeon pea. However, it should be noted that, in general, all crops in succession have resulted in higher yields in conservation systems, with significantly different values and greater expression when adopting the NT system (Table 2). [37], covering plants, when employed in succession in vegetative practices and in an adequate manner,

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Table 3. Mean values of corn and ears plants, percentage of plants with commercial ears in different cropping systems after the use of previous crops

Cultivation system	Number of plants ha^{-1}	Number of ears ha^{-1}	Relation number of plants with ears and total of plants (%)
CC	45.216,0 a[1]	23.837,3 b	52
MC	49.498,4 a	33.873,4 a	68
NT	42.797,8 a	34.194,4 a	79

[1]*Different vertical vertices differ statistically by the Tukey test at the 5% probability level*

result in effective erosion control, restoring maintenance, resulting in increased crop productivity, causing less damages to the environment, ensuring the sustainable development of agroecosystems.

Table 3 refers to the efficiency of corn plants in the production of commercial ears, expressed by the relation between plants and commercial ears. It is observed that there was a significant difference at the 5% probability level for the parameters number of commercial ears per hectare.

Analyzing the values expressed in Table 3, it is observed that, in the fifteenth year of conduction of the experiment, although CC had a larger number of plants/ha, and the number of commercial ears was lower with statistically significant difference than in the systems conservationists MC and with prominence, the NT. In this way, it is highlighted the higher efficiency of NT in converting its maize plants with high number and weight of the commercial ears. This behavior can be attributed to the favorable physical, chemical and biological conditions of the soil, provided by the non-revolving soil, creation and maintenance of the mulch on its surface, besides the efficient recycling of nutrients and residual fertilization of the crops in succession , all these aspects and in an integrated way, as reported above, markedly in relation to the behavior of the mechanical resistance of the soil penetration.

4. CONCLUSIONS

In the edaphoclimatic conditions of the tablelands, after fifteen years, it was observed that the NT system provides better levels of maize productivity coupled with lower MRP values along the profile. Under general conditions, the lowest MRP values were located in the superficial layers in the CC and MC and higher in the NT. In general, the use of pre-corn crops contributes to the reduction of MRP values, especially in the NT, providing higher levels of maize productivity, compared to the CC and MC systems. Conservation systems are a viable alternative to obtain lower values of MRP combined with higher productivity of commercial ears of green corn, because the productive efficiency reached in these systems was higher than that obtained under CC, by more than 50%.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Wasaya A, Tahir M, Ali H, Hussain M, Yasir TA, Sher A, Ijaz M. Influence of varying tillage systems and nitrogen application on crop allometry, chlorophyll contents, biomass production and net returns of maize (*Zea mays* L.). Soil and Tillage Research. 2017;170:18-26.
2. Yin W, Zhao C, Chai Q, Guo Y, Feng F, Yu A. Effects of previous wheat straw on the yield of maize in the oasis irrigation Region. Crop Science. 2017;57(6):3217-3226.
3. Murray-Tortarolo GN, Jaramillo VJ, Larsen J. Food security and climate change: The case of rainfed maize production in Mexico. Agricultural and Forest Meteorology. 2018; 253:124-131.
4. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística – IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em; 2017. Available:http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=30&i=P>. Acesso em:18/07/2017.
5. CONAB. Grãos – safra 2009/2010 sexto levantamento. Disponível em; 2010. Available:http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4graos_07.01.10.pdf 17 agosto de 2010
6. Yang X, Zheng L, Yang Q, Wang Z, Cui S, Shen Y. Modelling the effects of conservation tillage on crop water productivity, soil water dynamics and evapotranspiration of a maize-winter

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

wheat-soybean rotation system on the Loess Plateau of China using APSIM. Agricultural Systems. 2018;166:111-123.
7. Paula ADM, de Lima DT, Torres JLR, Rodrigues GI, Lemes EM. Crop-livestock integration under no-tillage: Genuine Brazilian technology with economic and environmental sustainability: A review. Australian Journal of Crop Science. 2017; 11(9):1161.
8. Bautista-Cruz A, Leyva-Pablo T, de León-Gonzále F, Zornoza R, Martínez-Gallegos V, Fuentes-Ponce M, Rodríguez-Sánchez L. Cultivation of Opuntia ficus-indica under different soil management practices: A possible sustainable agricultural system to promote soil carbon sequestration and increase soil microbial biomass and activity. Land Degradation & Development. 2018;29(1): 38-46.
9. Nunes MR, van Es HM, Schindelbeck R, Ristow AJ, Ryan M. No-till and cropping system diversification improve soil health and crop yield. Geoderma. 2018;328:30-43.
10. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes G, Leonardo J, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift. 2013; 22(6):711-728.
11. Soil Survey Staff, Keys to Soil Taxonomy, 12th Ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington; 2014.
12. Sobral LF, Viégas PRA, Siqueira OJW, Anjos JL, Barreto MCV, Gomes JBV. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe. 1. Ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 2007;251.
13. Lima CLR, Paiva RB, Nunes MCM, Tuchtenhagen IK, Pilon CN. Critical values of physical attributes of an Ultisol under uses in South of Brazil. Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias. 2018;13(2):1-9.
14. Embrapa - empresa brasileira de pesquisa agropecuária - manual de métodos de análise de solo. Rio de janeiro, serviço nacional de levantamento e conservação de solos. 1997;212.
15. Ferreira DF. Sisvar: A computer statistical analysis system. Ciência e agrotecnologia. 2011;35(6):1039-1042.
16. Zhang Y, Wang S, Wang H, Ning F, Zhang Y, Dong Z, Li J. The effects of rotating conservation tillage with conventional tillage on soil properties and grain yields in winter wheat-spring maize rotations. Agricultural and Forest Meteorology. 2018; 263:107-117.
17. Schmidt ES, Villamil MB, Amiotti NM. Soil quality under conservation practices on farm operations of the southern semiarid pampas region of Argentina. Soil and Tillage Research. 2018;176:85-94.
18. Pereira JO, de Melo D, Richard G, Defossez P, Silva SL, de Oliveira FA, Garcia ARG. Yield of soybean crop in function of soil compaction affected by tillage system on Oxisol of subtropical region. Australian Journal of Crop Science. 2018;12(2):227-234.
19. Oleghe E, Naveed M, Baggs EM, Hallett PD. Plant exudates improve the mechanical conditions for root penetration through compacted soils. Plant and Soil. 2017;421(1-2):19-30.
20. Alaoui A, Rogger M, Peth S, Blöschl G. Does soil compaction increase floods? A review. Journal of hydrology. 2018;557: 631-642.
21. Tormena CA, Karlen DL, Logsdon S, Cherubin MR. Corn stover harvest and tillage impacts on near-surface soil physical quality. Soil and Tillage Research. 2017; 166:122-130.
22. Bayat H, Sheklabadi M, Moradhaseli M, Ebrahimi E. Effects of slope aspect, grazing, and sampling position on the soil penetration resistance curve. Geoderma; 2017;303:150-164.
23. Karunakaran V, Behera UK. Effects of Tillage and Residue Management Practices on Soil and Root Parameters in Soybean (Glycine max)–Wheat (Triticum aestivum) Cropping System. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences.2018;88(2): 487-496.
24. Souza LHC, Matos EDS, Magalhães CADS, de la Torre ÉR, Lamas FM, Lal R. Soil carbon and nitrogen stocks and physical properties under no-till and conventional tillage cotton-based systems in the Brazilian Cerrado. Land Degradation & Development. 2018;29(10):3405-3412.
25. Santos KF, Barbosa FT, Bertol I, Souza Werner R, Wolschick NH, Mota JM. Study of soil physical properties and water infiltration rates in different types of land use. Semina: Ciências Agrária. 2018; 39(1):87-98.
26. Reichert JM, Suzuki LEAS, Reinert DJ, Horn R, Håkansson I. Reference bulk

Confere com o original

Nroacyr Gunha Filho
Siape

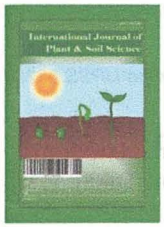
density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. Soil and Tillage Research. 2009;102(2):242-254.
27. Reinert JM, Brandt AA, Rodrigues MF, da Veiga M, Reinert DJ. Is chiseling or inverting tillage required to improve mechanical and hydraulic properties of sandy clay loam soil under long-term no-tillage? Geoderma. 2017;301:72-79.
28. Calonego JC, Raphael JP, Rigon JP, de Oliveira Neto L, Rosolem CA. Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. European Journal of Agronomy. 2017;85:31-37.
29. Oliveira FCC, Pedrotti A, Felix AGS, Souza JLS, Holanda FSR, Junior AVM. Características químicas de um Argissolo e a produção de milho verde nos Tabuleiros Costeiros sergipanos. Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária). 2017;12(3): 354-360.
30. Ralisch R, Miranda TM, Okumura RS, Barbosa GMDC, Guimarães MDF, Scopel E, Balbino LC. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2018;12(4):381-384.
31. Ye C, Guo Z, Cai C, Wang J, Deng J. Effect of water content, bulk density, and aggregate size on mechanical characteristics of Aquults soil blocks and aggregates from subtropical China. Journal of soils and sediments. 2017;17(1):210-219.
32. Bonetti JA, Anghinoni I, Moraes MT, Fink JR. Resilience of soils with different texture, mineralogy and organic matter under long-term conservation systems. Soil and Tillage Research. 2018; 174:104-112.
33. Vasconcelos RF, Souza ER, Cantalice JR, Silva LS. Qualidade física de Latossolo Amarelo de tabuleiros costeiros em diferentes sistemas de manejo da cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi. 2014;18(4): 381-386.
34. Nunes MR, Vaz CM, Denardin JE, van Es HM, Libardi PL, Silva AP. Physicochemical and Structural Properties of an Oxisol under the Addition of Straw and Lime. Soil Science Society of America Journal. 2017; 81(6):1328-1339.
35. Weirich Neto PHW, Justino A, Antunes RK, Fornari AJ, Garcia LC. Semeadura do milho em sistema de plantio direto sem e com manejo mecânico da matéria seca No till corn seeding with and without mechanichal management of dry matter. Engenharia Agrícola. 2016;32(4): 794-801.
36. Bonetti JA, Anghinoni I, Moraes MT, Fink JR. Resilience of soils with different texture, mineralogy and organic matter under long-term conservation systems. Soil and Tillage Research. 174:104-112.
37. Wang ZJ, Jiao JY, Rayburg S, Wang QL, Su Y. Soil erosion resistance of "Grain for Green" vegetation types under extreme rainfall conditions on the Loess Plateau, China. Catena, 2016;141:109-116.

© 2019 Pedrotti et al.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:
The peer review history for this paper can be accessed here:
http://www.sdiarticle3.com/review-history/47627

Confere com o original

Moacyr Gunha Filho
Siape



International Journal of Plant & Soil Science

31(2): 1-7, 2019; Article no.IJPSS.53282
ISSN: 2320-7035

Physical Attributes of Soil in Different Forest Cover in South of Tocantins

Josué Luiz Marinho Junior[1*], Marcileia Dias de Oliveira[1], João Lucas Aires Dias[1], Renisson Neponuceno de Araújo Filho[1], José de Oliveira Melo Neto[1], Saulo Boldrini Gonçalves[1], Moacyr Cunha Filho[2], Victor Casimiro Piscoya[2], Milton Marques Fernandes[3], Francisco Sandro Rodrigues Holanda[3], Alceu Pedrotti[3], Raimundo Rodrigues Gomes Filho[3] and Priscila Bezerra de Souza[1]

[1]Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, s/n, Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, TO, Brazil.
[2]Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brazil.
[3]Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brazil.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/IJPSS/2019/v31i230205
Editor(s):
(1) Dr. Enrique Luis Cointry Peix, Department of Plant Breeding, Rosario National University, Argentina.
Reviewers:
(1) R. K. Mathukia, Junagadh Agricultural University, India.
(2) Jaime Cuauhtemoc Negrete, Autonomous Agrarian Antonio Narro University, Mexico.
Complete Peer review History: http://www.sdiarticle4.com/review-history/53282

Original Research Article

Received 10 October 2019
Accepted 16 December 2019
Published 23 December 2019

ABSTRACT

Eucalyptus planting represents 72.7% of the total area of planted trees in Brazil, and is constantly growing in the Cerrado biome. Thus, the present study aimed to evaluate the physical qualities of soil under *Eucalyptus* sp. and a fragment of cerrado sensu stricto. The study was conducted at the experimental farm of the Federal University of Tocantins, campus Gurupi, TO, on the coordinates 11° 46' 25" latitude S and 49° 02' 54" longitude W, in soil classified as Plinthosol petric. The collections were performed in the layer with a depth of 0–20 cm, with eleven repetitions for each area. The attributes evaluated were: soil texture, density (DS), particle density (PD) and total

**Corresponding author: E-mail: josue.marinho@hotmail.com;*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

porosity (TP). The soil granulometric composition in the two studied areas was predominant of the sandy fraction. The values of DS, PD and TP did not show significant differences by Tukey test (5%), which assumes that the change of cover from cerrado sensu stricto to forest planted with *Eucalyptus* sp. does not favor physical problems for the soil under study.

Keywords: Soil density; soil porosity; sandy soils; physical qualities of soil.

1. INTRODUCTION

The total area of planted trees in Brazil reaches almost 8 million hectares, growth due exclusively to the increase of areas with Eucalyptus that occupies 72.7% of the total area of planted trees in the country [1]. Eucalyptus forestry is constantly growing in the Cerrado domain, mainly driven by the presence of forest-industrial companies. This underscores the importance of the effects of planted forest cover on soil attributes [2].

Forest cover acts as a natural barrier to weather such as wind and rain reducing the impact of droplets on the soil, which decreases runoff and the process of soil erosion [3]. In addition, mulching also promotes a better quality of soil physical characteristics, with the contribution of organic matter, which helps in reducing soil compaction, increases porosity and provides greater aggregate stability [4]. Raindrops when they fall directly into the soil cause greater impact and consequently greater soil compaction, causing pore shrinkage, which reduces aeration, water percolation and hindering plant root development [5].

Physical soil quality is conceptualized as the ability to perform sustainable functions in relation to organic production, environmental quality and to provide healthy conditions for plants, animals and man [6]. Among the main physical indicators used in the evaluation of soil quality, the density and total porosity of the soil have often been used. These indicators are related to the organization of the particles and the porous space of the soil, thus reflecting growth limitations, root growth, seedling emergence, water infiltration and percolation in the terrestrial profile [7].

Considering the importance of vegetable cover in maintaining physical properties for quality soil, this study aims to evaluate the influence of *Eucalyptus* sp. on changes in soil physical attributes compared to a cerrado sensu stricto fragment in southern Tocantins.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Characterization of Areas

The study was developed at the experimental farm of the Federal University of Tocantins, Gurupi campus, Tocantins, under the geographic coordinates 11º 46' 25" south latitude and 49º 02' 54" west longitude. The characteristic climate of the region according to Thornthwaite is of type C2wA"a", sub-humid climate with moderate water deficiency, having two well defined seasons, with about six months of drought comprising the winter period and six months of rain that correspond to summer. The average annual temperature ranges from 25 to 29ºC, the average annual precipitation of 1,650 mm and the average altitude of 287 m [8].

The region's soil is classified as a petric plinthossol, with a plinthic or concretions diagnostic B horizon, formed by mineral, acidic soils, which have as their characteristics high water table or at least have temporary restriction on water percolation, favoring the development of Plinthic horizon, by allowing the terrain to remain saturated with water for at least part of the year, the soils have variable coloration, with a predominance of pale colors [9].

The studied areas were a fragment of cerrado sensu stricto and a stand of *Eucalyptus* sp. Each area has the following characteristics:

The stand of *Eucalyptus* sp. it is approximately 11 years old, with a total area of 0.65 ha and located at the coordinates 11º 46' 28" south and 49º 03' 08" west. The opening of the area was performed with the aid of a crawler tractor with front-blade, with subsequent soil preparation. The seedlings was produced by the nursery AM Florestal de Brasilândia - SP, with 25 cm tall at planting time. Were planted in pits with dimensions of 0.4 X 0.4 X 0.4 m with the aid of diggers, and spacing of 3 X 2 m between the seedlings [10].

The native vegetation area of cerrado sensu stricto is 22.82 ha, over 50 years old and located

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

at the coordinates 11º 46' 13" south and 49º 03' 25" west. The vegetation was characterized by five species with the highest value importance *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (13.04%), *Qualea multiflora* Mart. (9.87%), *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (7.53%), *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (5.35%), and *Qualea grandiflora* Mart. (5.02%) [11].

2.2 Soil Sampling

Samples were collected from May to June 2019, undeformed samples were used to determine soil density and deformed samples used to determine particle density, samples were taken from the 0-20 cm surface layer, with eleven repetitions for each area.

The deformed samples were dried at room temperature and passed through a 2 mm sieve for physical analysis. Undeformed samples were collected with the volumetric ring (measuring 3 x 8 cm, diameter and height, respectively), after collected they were wrapped with PVC paper and placed in foamed boxes for transport.

2.3 Physical Soil Analysis

Soil density was determined by the volumetric ring method (Kopecky) [12] and particle density was determined by the volumetric balloon method [13].

From the density and particle density results, the total soil porosity was obtained by the indirect method [14].

The particle size analysis was determined by the pipette method [15]. Subsequently, the triangular diagram developed by Lemos and Santos [16] was used to determine texture classification from laboratory analyzes and to determine sand, silt and clay values (Fig. 1).

2.4 Statistical Analysis

Estimates of soil density and particle density of the areas under study were subjected to analysis of variance and the comparison of averages were performed by Tukey test at 5% significance using the SISVAR statistical software [17].

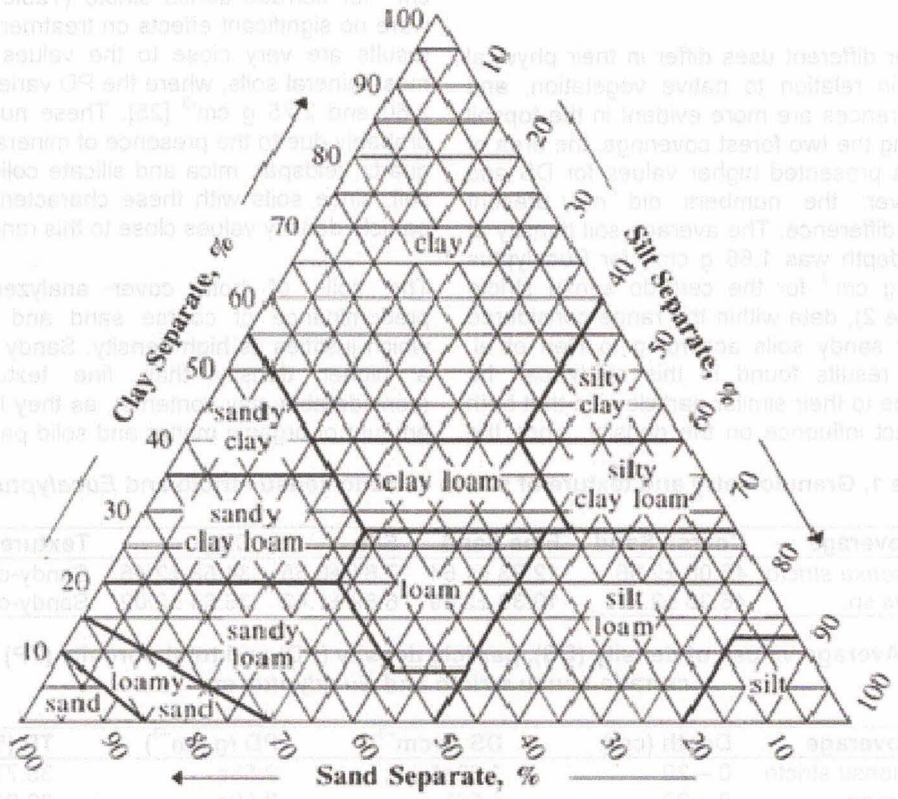


Fig. 1. Triangular diagram used for soil textural classification
Source: [16]

Confere com o original

Moacyr Gunha Filho
Siape

3. RESULTS AND DISCUSSION

The soil granulometric composition in the two studied areas was predominant of the sandy fraction, which is related to the nature of the source material. The soil of the cerrado sensu stricto area presented a Sandy-clay-loam texture and in the planting area of Eucalyptus sp. Sandy-clay (Table 1). The predominance of sand in both soils may indicate low nutrient uptake capacity due to the size of their relatively large aggregates, which makes them poorly capable of holding water and not adhering to each other. The presence of frank texture may indicate that the percentage of clay contained in the soil, although reduced, can induce its clay properties in the soil [18].

According to Rosa et al. [19] DS and TP are less influenced by the type of management when it presents soils with clay content within the values found in this study. This may explain the equality in the soil density and total porosity results in both forest cover, as the clay content found, 36.64% for eucalyptus soils and 34.58% for cerrado sensu stricto was within the proposed range.

Soils under different uses differ in their physical attributes in relation to native vegetation, and these differences are more evident in the topsoil [20]. Among the two forest coverings, the area of Eucalyptus presented higher values for DS and TP however; the numbers did not present significant difference. The average soil density at 0–20 cm depth was 1.66 g cm^{-3} for Eucalyptus and 1.63 g cm^{-3} for the cerrado sensu stricto area (Table 2), data within the range considered normal for sandy soils according to Ren et al. [21]. The results found in this study can be justified due to their similar particle size that both had a direct influence on the density, since the studied area does not present traffic of vehicles or animals that justify the high density values found. However, the density data presented may indicate the occurrence of soil degradation, which indicates probable soil compaction and / or densification [5]. The higher DS value for the soil under Eucalyptus planting compared to the cerrado sensu stricto shows that the soil of the area is still in regeneration process, due to the land preparation, fertilization and planting process. However, it is worth highlighting the values close of DS and PD presented by the soil of both areas.

Brizi et al. [22] and Almeida et al. [23] found similar numbers to those exposed in this study, where the density found in areas that did not presented alteration (native vegetation) was lower compared to planted forests. Zhang et al. [24] confirms in the results presented in their study that the lowest values of DS are found in areas under native forest.

The PD presented similar results in the soils of both areas, 2.59 g cm^{-3} for eucalyptus and 2.58 g cm^{-3} for cerrado sensu stricto (Table 2). There were no significant effects on treatments and the results are very close to the values found for most mineral soils, where the PD varies between 2.60 and 2.75 g cm^{-3} [25]. These numbers are probably due to the presence of minerals such as quartz, feldspar, mica and silicate colloids in the soil, since soils with these characteristics have particle density values close to this range [22].

The soils of both cover analyzed present predominance of coarse sand and fine sand which justifies its high density. Sandy soils have a higher density than fine textured soils (considerable clay contents), as they have a low amount of organic matter and solid particles less

Table 1. Granulometry and texture of soil in cerrado sensu stricto and *Eucalyptus* sp.

Forest Coverage	Coarse Sand	Fine Sand	Silt	Clay	Texture
Cerrado *sensu stricto*	45.08 ±2.96	12.73 ±1.64	7.61 ±0.55	34.58 ±2.45	Sandy-clay-loam
Eucalyptus sp.	46.38 ±2.27	10.39 ±2.69	6.59 ±1.42	36.64 ±2.02	Sandy-clay

Table 2. Average values of density (DS), particle density (PD) and total porosity (TP) of soil in cerrado sensu stricto and *Eucalyptus* sp

Forest Coverage	Depth (cm)	DS (g cm^{-3})	PD (g cm^{-3})	TP (%)
Cerrado sensu stricto	0 – 20	1.63a*	2.58a	35.77a
Eucalyptus sp.	0 – 20	1.66[a]	2.59a	36.93a

** Averages followed by the same letter do not differ statistically from each other at 5% significance by the Tukey test (P = 0.05)*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

predisposed to form aggregates. Sandy and clay soils have similar pore quantities, with the difference that sandy soils have fewer pores within their aggregates which justify a lower total porosity [7].

Thus, the TP numbers found are in agreement with what was exposed by Brady and Weil [25], since the studied soil presents predominance of sand and probably low organic matter content, which justifies the total pore percentage for the soils under the planting of Eucalyptus 36.93% and for the cerrado sensu stricto 35.77% (Table 2).

The proximity of the found values of DS, PD and TP in soils under Eucalyptus and the cerrado sensu stricto shows that forest management such as Eucalyptus sp. contribute to the maintenance of the physical attributes of the soil, most likely due to the absence plowing practices and the greater disposal of organic matter in the soil, considering this within the limitation of sandy soils.

4. CONCLUSION

In view of the results obtained, it can be concluded that due to Eucalyptus planting and Cerrado sensu stricto not present significant differences in the soil physical attributes evaluated in the 0-20 cm depth, it can be stated that Eucalyptus planting contributes to the maintenance of physical attributes of the soil.

The soil density in both analyzed areas is mainly due to the high sand contents present in the granulometry.

ACKNOWLEDGEMENTS

To the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for the granting of the scholarship.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Ramage MH, Burridge H, Busse-Wicher M, Fereday G, Reynolds T, Shah DU, et al. The wood from the trees: The use of timber in construction. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017;68(1): 333-59.
   DOI: 10.1016/j.rser.2016.09.107
2. Moorish ABA, Zaidan RT. Multitemporal analysis and possible impacts of eucalyptus forestry expansion in the municipality of Carrancas - MG, a study for the years 2005, 2008, 2013 and 2015. 2013. Geography Booklet. 2017;27(48): 142-155.
   DOI:10.5752/p.2318-2962
3. Lacombe G, Ribolzi O, de Rouw A, Pierret A, Latsachak K, Silvera N, et al. Contradictory hydrological impacts of afforestation in the humid tropics evidenced by long-term field monitoring and simulation modelling. Hydrology and Earth System Sciences. 2016;20(7):2691-2704.
   DOI: 10.5194/hess-20-2691-2016
4. Di Prima S, Bagarello V, Angulo-Jaramillo R, Bautista I, Cerdà A, del Campo A, et al. Impacts of thinning of a Mediterranean oak forest on soil properties influencing water infiltration. Journal of Hydrology and Hydromechanics. 2017;65(3):276-286.
   DOI: 10.1515/johh-2017-0016
5. Barbosa JS, Silva KCR, Carducci CE, Santos KL, Kohn LS, Fucks JS. Physical-Hydric Attributes of a Humic Cambisol Under Agroforestry System in Santa Catarina Plateau. Forest and Environment. 2017i;24:e20160251.
   DOI: 10.1590/2179-8087.025116
6. Gomes DS, Martian CR, Faustino LL. Physical Quality of a Typic Hapludult Soil Under Forest Leguminous Trees and Pasture. Forest and Environment. 2018; 25(4):e20170400.
   DOI:10.1590/2179-8087.040017
7. Cunha Neto FV, Pereira MG, Leles PSS, Abel ELS. Chemical and physical soil attributes in areas under different forest cover and pasture in Alem Paraíba - MG. Forest Science. 2018;28(1):13-24.
   DOI: 10.5902/1980509831569
8. Secretaria de Planejamento e Orçamento (Seplan). Gerência de Indicadores Econômicos e Sociais (GIES). Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Diagnóstico Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins. Palmas: Seplan/GIES. 2017;I(II):522. Portuguese.

9. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, (Embrapa). Sistema brasileiro de classificação de solos 5 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 2018;353. Portuguese.

10. ACC Barros. Avaliação do desempenho de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla com ênfase no déficit hídrico, para a região sul do estado do Tocantins. [Dissertação]. Gurupi (TO): Universidade Federal do Tocantins; 2017. Portuguese.

11. Bendito BPC, Souza PA, Ferreira RQS, Candido JB, Souza PB. Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi (TO). Revista Agrogeoambiental. 2018;10(2): 99-110. Portuguese.
DOI:10.18406/2316-1817v10n220181117

12. Almeida BG, Viana JHM, Teixeira WG, Donagemma GK. Densidade do Solo. In: Teixeira PC, Donagemma GK, Fontana A, Geraldes W. Manual de métodos de análise do solo. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 2017;66-76. Portuguese.

13. Viana JHM, Teixeira WG, Donagemma GK. Densidade de Partículas. In: Teixeira PC, Donagemma GK, Fontana A, Geraldes W. Manual de métodos de análise do solo. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 2017;77-82. Portuguese.

14. Almeida BG, Freitas PL, Teixeira WG, Viana JHM, Donagemma GK. Porosidade. In: Teixeira PC, Donagemma GK, Fontana A, Geraldes W. Manual de métodos de análise do solo. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 2017;83-95. Portuguese.

15. Donagemma GK, Viana JHM, Almeida BG, Ruiz HA, Klein VA, Dechen SCF et al. Análise Granulométrica. In: Teixeira PC, Donagemma GK, Fontana A, Geraldes W. Manual de métodos de análise do solo. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 2017;96-117. Portuguese.

16. Lemos RC, Santos RD. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2 ed. Campinas: SBCS / SNLCS. 1984;45. Portuguese.

17. Ferreira DF. Sisvar: A computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA). 2011;35(6):1039-1042.
Portuguese.
DOI:10.1590/S1413-70542011000600001.

18. Da Silva LF, Fruett T, Zinn YL, Inda AV, From Birth PC, Genesis, morphology and mineralogy of Plans developed from different parent materials in Southern Brazil. Geoderm. 2019;341:46-58.
DOI: 10.1016 / j.geoderma.2018.12.010

19. Rosa SF, Reinert DJ, Reichert JM, Fleig FD, Rodrigues MF, Gelain NS. Propriedades físicas e químicas de um Argissolo sob cultivo de eucalyptus dunnii maiden no Pampa Gaúcho. Ciência Florestal. 2018;28(2):580-590.Portuguese.
DOI:10.5902/1980509832040.

20. Souza DF, Barbosa RS, Silva YJAB, Moura MCS, Oliveira RP, Martins V. Genesis of sandstone-derived soils in the Cerrado of Piaui State, Brazil. Revista Ambiente e Água. 2019;14(4):1-11. Portuguese.
DOI:10,4136/ambi-water,2355

21. Ren L, Nest TV, Ruysschaert G, D'Hose T, Cornelis WM. Short-term effects of cover crops and tillage methods on soil physical properties and maize growth in a sandy loam soil. Soil and Tillage Research. 2019; 192:76-86.
DOI: 10.1016/j.still.2019.04.026

22. Brizzi RR, Souza AP, Costa AJST. Influência do manejo agrícola na suscetibilidade dos solos à erosão na sub-bacia hidrográfica do rio São Romão, Nova Friburgo/RJ. Estudos Geograficos. 2017;15(2):171-191.
Portuguese.
DOI:10.5016/estgeo.v15i2.12729

23. Almeida AVDL, Correa MM, Lima JRS, Souza ES, Santoro KR, Antonino ACD. Atributos Físicos, Macro e Micromorfológicos de Neossolos Regolíticos no Agreste Meridional de Pernambuco. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2015;39(5):1235-1246.
Portuguese.
DOI:10.1590/01000683rbcs20140757

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

24. Zhang Q, Shao M, Jia X, Wei X. Changes in soil physical and chemical properties after short drought stress in semi- humid forests. Geoderm. 2019;338:170-177. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.11.051

25. Brady NC, Weil RR. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3 ed. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. Porto Alegre: Bookman. 2013;716. Portuguese.

© 2019 Marinho et al.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:
The peer review history for this paper can be accessed here:
http://www.sdiarticle4.com/review-history/53282

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MONITORAMENTO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO BASEADO EM GRÁFICO DE CONTROLE NÃO PARAMÉTRICO *NPEWMA-SN*

David Venâncio da CRUZ[1]
Moacyr CUNHA FILHO[1]
Victor Casimiro PISCOYA[1]
Ana Luiza Xavier CUNHA[1]

- RESUMO: Gráficos de controle de variáveis que indicam a qualidade da água e a degradação ambiental são ferramentas importantes para o monitoramento ambiental. Entretanto, nem todas essas variáveis atendem aos pressupostos dos gráficos de controle, principalmente, quanto à normalidade. Uma alternativa apresentada são os gráficos de controles não paramétricos que não requerem o conhecimento da distribuição e são eficazes para monitorar qualquer distribuição contínua. O objetivo deste trabalho é apresentar um gráfico não paramétrico, baseado no teste dos sinais (*NPEWMA-SN*), e suas vantagens. Esse gráfico é aplicado a um conjunto de dados, não normais, relacionados à Demanda Química de Oxigênio (DQO), em um ponto do Rio São Francisco, nas coordenadas geográficas de Latitude: -19°49'54" e Longitude: -45°17'28". Os resultados obtidos mostram que o gráfico *NPEWMA-SN* é a melhor alternativa para o controle estatístico de processos não normais evitando, inclusive, o aumento da taxa de alarmes falsos.

- PALAVRAS-CHAVE: Não paramétrico; gráficos de controle; demanda química de oxigênio; teste de sinais.

1 Introdução

O monitoramento dos indicadores de qualidade das águas é possível definir as características durante o período de análise e fornecer informações para detectar as tendências e estabelecer as relações de causa e efeito. Entretanto, a complexidade de certos fatores é que determinam a qualidade da água. Para definir a qualidade da água, devemos entender que o conceito de qualidade está relacionado à expansão das características para as diversas utilidades da água, e a capacidade de seleção de variáveis e interpretação das mesmas. A qualidade da água é identificada através da mensuração das características físicas, químicas e biológicas (HENNING, 2014).

A característica mais importante indicadora de poluição orgânica e a Demanda Química de Oxigênio (DQO), que pode classificar o grau de contaminação de um efluente em fraco, médio ou forte.

[1] Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Departamento de Estatística e Informática, CEP: 52171-050, Recife, PE, Brasil. E-mail: *davidvenacio@hotmail.com; moacyr2006@gmail.com; vcpiscoya@hotmail.com*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

A utilização de métodos estatísticos para a melhoria da qualidade, a partir do controle estatístico de processos (CEP) deu início em 1924 com Walter A. Shewhart dentro da indústria. Estas técnicas colaboram de forma eficaz para o monitoramento ambiental. Para analisar de forma rápida e eficiente os dados que indicam à qualidade da água, objeto deste estudo, podem ser praticadas técnicas de controle estatístico do processo. Estas técnicas colaboram de forma eficaz para o monitoramento ambiental. São diversos os tipos de análise estatística que podem se utilizar, dentre elas destacam-se ferramentas, como os gráficos de controle para medidas individuais: Shewhart, gráfico de CUSUM, gráfico de EWMA, devido a sua simplicidade operacional e realista com relação à detecção de problemas, resultando em um bom desempenho no monitoramento da água (CRUZ *et al*, 2014).

De acordo com Henning (2015), o objetivo dos gráficos de controle são fazer a distinção entre causas comuns e especiais. A causa comum é dita quando a variabilidade inerente ao processo, enquanto as causas especiais são decorrentes de fatores não aleatórios. No controle estatístico de processos (CEP), os pressupostos são que os dados devem seguir uma distribuição, a exemplo da normal, e a independência entre as unidades amostrais.

Entretanto quando se trabalha com variáveis ambientais, assim como os parâmetros de qualidade da água, a exemplo da Demanda Química de Oxigênio (DQO), que é a quantidade de oxigênio utilizado pela matéria orgânica para se decompor. Todavia não apresenta uma distribuição normal, comprometendo o desempenho dos gráficos de controle, até mesmo dos mais robustos, como o gráfico de Média móvel exponencialmente Ponderada (EWMA). Logo surge a necessidade de utilizar-se um procedimento alternativo que tenha flexibilidade e robustez, que não assuma a normalidade como pressuposto.

A alternativa apresentada neste trabalho é o gráfico não paramétrico *Exponentially Weighted Average* baseado no teste do sinal, para medidas individuais (*NPEWMA-SN*). Algumas vantagens são apresentadas por Graham *et al.* (2011a):

a. A suposição de assimetria não é necessária.
b. Pode se monitorar qualquer percentil conhecido.
c. É utilizado para medidas individuais ($n = 1$), e subgrupos ($n > 1$) aplica-se o teste de Wilcoxon.
d. A única informação necessária é que cada observação é maior ou menor que parâmetro especificado.
e. A variância do processo não precisa ser especificada e;
f. A distribuição dos pontos sob controle e fora de controle é facilmente especificada (pois é uma binomial) (Lucas e Saccucci, 1990).

Logo este trabalho apresenta uma aplicação do gráfico de controle non-parametric EWMA-sign chart *(NPEWMA-SN)* para o monitoramento de desvios em torno do percentil (50) mediana, tendo como o objetivo principal investigar uma série de dados na qual sua distribuição é desconhecida.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

2 Material e métodos

2.1 Descrições da área de estudo e dos dados analisados

O objeto desse trabalho foi desenvolvido em um ponto no Rio São Francisco na foz do rio Pará no estado de Minas Gerais, Brasil. O ponto foi definido, no percurso do Rio Pará (afluente), nas coordenadas geográficas de Latitude: -19°49'54" e Longitude: -45°17'28". A avaliação da água neste ponto, que se encontra na região do alto São Francisco é realizada pelo Projeto de Águas Minas, os dados obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica, disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA) no site http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp. Onde as coletas são feitas a cada trimestre, com o total de quatro campanhas anuais. O período que compreende a pesquisa é de setembro de 1997 a junho de 2016, realizada trimestralmente perfazendo 77 amostras. As análises estatísticas foram realizadas por meio *Software* R (R CORE TEAM, 2018).

A característica monitorada é DQO representa a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar quimicamente as matérias orgânica e inorgânica oxidáveis de um despejo, ou seja, é a quantidade de oxigênio consumida por diversos compostos sem a intervenção de microorganismos. É uma indicação indireta do teor de carbono orgânico através do consumo de oxigênio no processo de oxidação da matéria orgânica presente na água.

Para aplicar técnicas estatísticas de controle de processos no controle de qualidade são necessárias duas suposições devem ser atendidas. Testar a normalidade dos dados estudados. A segunda é a independência das amostras não apresentem nenhum tipo de correlação. Entretanto quando lidamos com monitoramento de características ambientais, sempre temos a ausência de normalidade, uma alternativa apresentada neste trabalho e a utilização de um gráfico de controle não paramétrico, baseado no teste de sinais.

2.2 Teste de Kolmogorov-Smirnov

De acordo com Cruz *et al.* (2016), seja F_0 uma função especificada de distribuição de frequências relativas acumuladas à distribuição teórica sob H_0. Para qualquer valor de X, o valor de $F_0(X)$ é a proporção de casos esperados com escores menores ou iguais a X. Seja a distribuição de freqüências relativas acumuladas observadas, S_n, de uma amostra aleatória de n observações. Seja um escore qualquer possível, X_i, então, $S_n(X_i) = F_i/n$, em que F_i é o número de observações menores ou iguais a X_i. As hipóteses do teste são descritas como:

H_0: A amostra é proveniente de uma distribuição teórica específica;
H_1: A amostra não é proveniente de uma distribuição teórica específica.

Quando H_0 é verdadeira, espera-se que as diferenças entre $S_n(X_i)$ e $F_0(X_i)$ sejam pequenas e estejam dentro do limite dos erros aleatórios. A estatística do teste, expressa na equação (1), focaliza o maior dos desvios denominados de desvio máximo:

$$D = max|F_0(X_i) - S_n(X_i)|, \quad (1)$$

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

em que $i = 1,2,...,N$, verificando-se a hipótese do poder do teste $p - valor$, então a normalidade da amostra é verificada. Se $D \leq D_{(N;\alpha)}$ não se rejeita a H_0, ou seja, a amostra é proveniente de uma amostra normal. Caso contrário $D > D_{(N;\alpha)}$ é rejeita-se H_0, ou seja, a amostra não é proveniente de uma distribuição normal.

2.3 Autocorrelação

Para a aplicação dos gráficos de controle é necessário que os dados atendam a suposição de independência entre si, sendo de extrema importância a investigação da autocorrelação do grupo de informações (LU *et al.*, 2001). A presença da autocorrelação compromete o desempenho dos gráficos de controle, no sentido em que se podem confundir as causas especiais e comuns no processo (MONTGOMERY, 2016)

Para mensurar a autocorrelação ao longo de uma série de observações distribuídas no tempo tem-se uma característica longitudinal, ou seja, uma série temporal. O coeficiente linear é dado pela equação (2), denominada de função de autocorrelação.

$$\rho_k = \frac{cov(x_t, x_{t-k})}{V(x_t)}, \tag{2}$$

em que $cov(x_t, x_{t-k})$ é a covariância de observações separadas por k períodos de tempo e a variância constante é dada por $V(x_t)$. De forma geral estimam-se os valores de ρ_k com a função de autocorrelação explicitada na equação (3).

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(x_t - \bar{x})(x_{t-k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^{n-k}(x_t - \bar{x})^2}. \tag{3}$$

em que x_t é a observação ou média dos subgrupos no tempo t, $\bar{x}$ é a média das amostras e $k = 1, 2, 3, ...,$.

2.4 Gráfico de média móvel exponencialmente Ponderada (EWMA)

Segundo Montgomery (2016), o gráfico de média móvel exponencialmente ponderada pode ser definido pela equação (4):

$$Z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda) z_{i-1}, \tag{4}$$

em que: z_i são os valores plotados no gráfico, λ é uma constante que varia entre 0 e 1 (adotado 0,2), x_i são os valores reais encontrados no processo e o valor inicial é o alvo do processo, de modo que $z_0 = \bar{x}$.

Constrói-se este gráfico pela plotagem de: z_i versus o número da amostra i (ou tempo). Enquanto a linha central e os limites de controle são definidos pelas equações (5) a (6):

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siap

$$UCL = \mu_0 + L\sigma\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}(1-(1-\lambda)^{2i})}, \tag{5}$$

$$LC = \mu_0$$

$$UCL = \mu_0 - L\sigma\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}(1-(1-\lambda)^{2i})}, \tag{6}$$

em que: o fator L é a largura dos limites de controle; λ é uma constante que varia de 0 a 1 e σ é o desvio padrão. Em geral, Montgomery (2016) cita que valores de λ no intervalo de 0,05 e 0,25 funcionam bem na prática e que o valor de $L = 3$ funciona razoavelmente bem.

2.4 Gráfico de controle não paramétrico EWMA para mensurações individuais *(NPEWMA-SN)*

Seja $X_1, X_2, \ldots, X_n$ denote a i-esima medida individual independentes com uma função de distribuição continua e desconhecida denotada por F, com mediana θ, a qual deve ser monitorada (GRAHAM *et al.* ,2011a).

Definida como a estatística do sinal:

$$SN_i = sing(X_i - \theta_0), \text{ para } i = 1,2,3,\ldots \tag{7}$$

em que:

$$sing = \begin{cases} 1 \ se \ x > 0 \\ 0 \ se \ x = 0 \\ -1 \ se \ x < 0 \end{cases}$$

e θ_0 é conhecido ou especificado ou θ deve ser monitorado caso seja conhecido. Verifica-se que a estatística do sinal assumi os valores -1 e 1 para cada observação, logo pode ser aplicado a dados binários, quando se tem uma única informação disponível, para cada unidade testada, isto se a medida for maior ou menor que o valor alvo θ. Portanto a estatística do sinal e baseada numa distribuição Bernoulli com 100% de inspeção (GRAHAM *et al.* , 2011b).

A abordagem adotada por Graham *et al.* (2011a), é desenvolvido com a utilização da estatística do sinal resultando no gráfico de controle *NPEWMA-SN* que desenvolvido acumulando as estatísticas $SN_1, SN_2, SN_3, \ldots$. é definido como:

$$Z_i = \lambda SN_i + (1-\lambda)Z_{i-1}, \qquad Z_0 = 0, \tag{8}$$

em que $0 < \lambda \leq 1$ é uma constante de suavização.

De acordo com Graham *et al.* (2011a), o gráfico *NPEWMA-SN* pode ser usado para monitorar qualquer percentil da distribuição, entretanto, neste trabalho, vamos focar na mediana pois essa mediana, segundo Graham *et al.* (2006), é a melhor representante de um valor central por apresentar maior robustez que a média. Em situações em que a média e mediana são iguais, a distribuição se caracteriza como simétrica. A média e o desvio-padrão

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

da estatística Z_i são dados por: $E(Z_i) = 0$ e $\sigma_{Z_i} = \sqrt{\lambda/(2-\lambda)(1-(1-\lambda)^{2i})}$, respectivamente (LU *et al.*, 2001).

Logo os limites de controle para o gráfico *NPEWMA-SN* são dados por:

$$\begin{aligned} USL &= L\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}(1-(1-\lambda)^{2i})}, \\ LC &= 0 \\ UCL &= -L\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}(1-(1-\lambda)^{2i})}, \end{aligned} \tag{9}$$

em que L é a distância dos limites de controle a linha central. Se o processo está no estado estacionário, ou seja, possui um padrão assintótico, os limites de controle são dados por:

$$USL = L\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}}, \qquad LC = 0, \qquad UCL = -L\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}} \tag{10}$$

Se algum Z_i, se encontra acima ou abaixo dos limites de controle, logo afirmar-se que o processo se encontra fora de controle, atribuindo a uma causa especial, que deve ser identificado.

2.4.1 Average run length –*ARL*

O ARL é o número médio de pontos que devem ser plotados antes que um ponto indique uma causa especial no gráfico de controle. O ARL pode ser utilizado para avaliar o desempenho do gráfico de controle.

Vários estudos foram realizados para as propriedades de ARL da carta de controle EWMA (Robinson e Ho, 1978), usaram um procedimento numérico para determinação do ARL apresentando diversas tabelas para o ARL. Os autores Lucas e Saccucci, (1990), produziram tabelas e gráficos para uma série de valores de λ e L, usando equações integrais.

Para a implementação do gráfico *NPEMWA-SN*, envolve a escolha dos parâmetros (λ, L) de forma que produzam um ARL desejável. Para detectar pequenas mudanças numa ordem de 0.5σ (desvio-padrão), sugere-se um λ pequeno (0.01, 0.025 ou 0.05), para mudanças moderadas recomenda-se $\lambda = 0.10$ e grandes mudanças $\lambda = 0.25$ (Graham *et al.*, 2011a). A Tabela 1, demonstra alguns valores de combinações (λ, L) para um ARL de 370, que é mais usual.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Tabela 1 - Combinações de (λ, L) para o gráfico *NPEMWA-SN* para um ARL de 370

Mudanças	ARL=370	
	$(\lambda; L)$	ARL alcançado
Pequenas	(0.01; 1.835)	370.54
	(0.025; 2.24)	371.05
	(0.05; 2.472)	369.49
Moderadas	(0.10; 2.585)	370.74
Grandes	(0.20; 2.471)	364.61

Fonte: Adpatado de Graham *et al.* (2011a).

3. Resultados e discussão

Os dados da série relacionada ao DQO (Demanda Química de Oxigênio) no ponto, no rio São Francisco referente a foz do rio Pará, revelam uma ausência de normalidade, ao nível de 5% significância (com o p-valor: 0.002499) para o teste de Kolmogorov-Smirnov, conforme Figura 1 (gráfico QQ-plot). Além disso, o gráfico da Função de autocorrelação (ACF) não acusa observações relacionadas entre si.

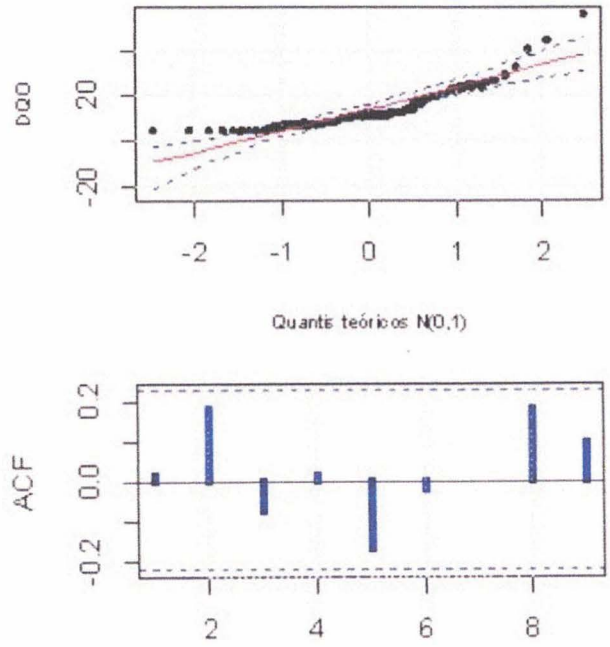


Figura 1 - Gráficos de QQ-plot com envelope e função de autocorrelação para a Demanda Química de Oxigênio.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Logo a suposição de normalidade não foi atendida, optou-se por a construção do gráfico *NPEWMA-SN*, pois a aplicação de gráficos de controle tradicionais implicaria em falsos alarmes até mesmo para o gráfico EWMA (Figura 3), o mais robusto na falta de normalidade. O conjunto de dados original foi aplicado ao gráfico de controle apresentado na Figura 2.

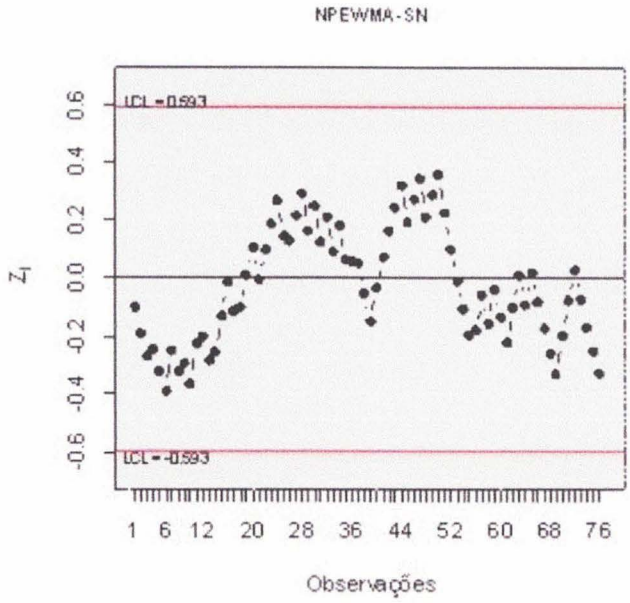


Figura 2 - Gráfico de controle não paramétrico *NPEWMA-SN* para a Demanda química de Oxigênio.

O gráfico de controle *NPEWMA-SN*, está sobre controle estatístico, não indicando causas especiais, ao contrário do gráfico de controle tradicional EWMA (Figura 3) apresenta catorze pontos acima o limite superior de controle, pois é um gráfico paramétrico que exige suposição de normalidade. Assim quando não atendida suposição, conduzirá uma especificação errada dos limites de controle, no ARL e na taxa de falsos alarmes.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

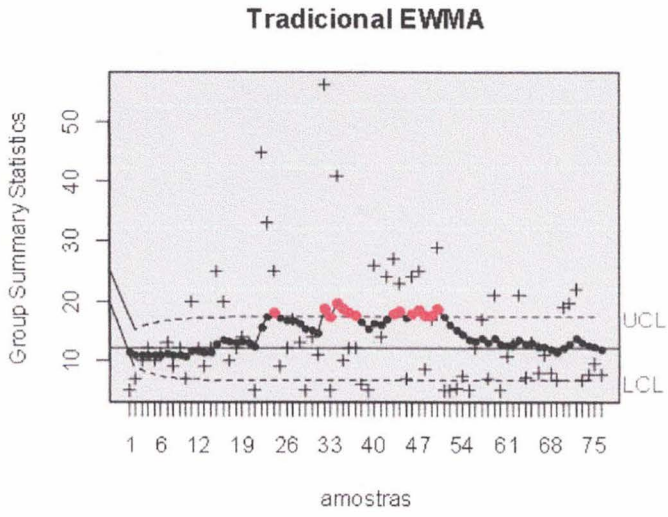


Figura 3 - Gráfico de controle tradicional de EWMA para a Demanda química de Oxigênio.

Para a construção do gráfico de controle *NPEWMA-SN,* adotou-se a mediana com o valor nominal ($\theta_0 = 12$), os limites assintóticos de acordo com a equação (7) (± 0.593), conforme a Figura 2, a rotina utilizada na construção do gráfico está em anexo em linguagem R.

Os valores obtidos de SN_i e Z_i, foram calculados das respectivas equações (4) e (5), como informa a Tabela 2. E o parâmetro de suavização adotado $\lambda = 0.10$ e $L = 2.585$, para detectar mudanças moderadas.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Tabela 2 - Observações, SN_i Estatísticas e *NPEWMA-SN* para plotagem (Z_i)

nº	X_i	SN_i	Z_i	nº	X_i	SN_i	Z_i
1	5	-1	-0,19	40	5	-1	-0,15079
2	7	-1	-0,271	41	26	1	-0,03571
3	10	-1	-0,3439	42	14	1	0,067857
4	12	0	-0,30951	43	24	1	0,161071
5	10	-1	-0,37856	44	27	1	0,244964
7	11	-1	-0,4407	45	23	1	0,320468
8	13	1	-0,29663	46	7	-1	0,188421
9	9	-1	-0,36697	47	24	1	0,269579
10	12	0	-0,33027	48	25	1	0,342621
11	7	-1	-0,39725	49	8,5	-1	0,208359
12	20	1	-0,25752	50	17	1	0,287523
13	12	0	-0,23177	51	29	1	0,358771
14	9	-1	-0,30859	52	5	-1	0,222894
15	12	0	-0,27773	53	5	-1	0,100604
16	25	1	-0,14996	54	5,3	-1	-0,00946
17	20	1	-0,03496	55	7,4	-1	-0,10851
18	10	-1	-0,13147	56	5	-1	-0,19766
19	12	0	-0,11832	57	12	0	-0,17789
20	14	1	-0,00649	58	17	1	-0,0601
21	13	1	0,09416	59	6,9	-1	-0,15409
22	5	-1	-0,01526	60	21	1	-0,03868
23	45	1	0,08627	61	5	-1	-0,13482
24	33	1	0,177643	62	10,6	-1	-0,22133
25	25	1	0,259879	63	12,8	1	-0,0992
26	9	-1	0,133891	64	21	1	0,010719
27	12	0	0,120502	65	7,2	-1	-0,09035
28	17	1	0,208452	66	13	1	0,018683
29	13	1	0,287606	67	8	-1	-0,08319
30	5	-1	0,158846	68	11	-1	-0,17487
31	14	1	0,242961	69	7,9	-1	-0,25738
32	11	-1	0,118665	70	6,8	-1	-0,33164
33	56	1	0,206799	71	19	1	-0,19848
34	5	-1	0,086119	72	19,7	1	-0,07863
35	41	1	0,177507	73	22	1	0,029233
36	10	-1	0,059756	74	6,7	-1	-0,07369
37	12	0	0,053781	75	7,7	-1	-0,16632
38	12	0	0,048402	76	9,4	-1	-0,24969
39	6	-1	-0,05644	77	7,7	-1	-0,32472

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Conclusões

Os tradicionais gráficos de controle paramétricos Shewhart, Cusum e EWMA, se fundamentam no pressuposto da normalidade ou que se tenha uma distribuição conhecida, motivo que restringe seu uso, em casos que se trabalha com variáveis assim como o monitoramento de variáveis ambientais, pois não atendem o pressuposto de normalidade.

Como visto o gráfico não paramétrico *NPEWMA-SN,* objeto de estudo desse trabalho é aplicável a qualquer processo que tenha uma distribuição contínua é capaz de monitorar qualquer percentil da distribuição. No entanto esses gráficos tradicionais em um processo que não atende a essa exigência levarão a um aumento na taxa de falsos alarmes, e especificações erradas dos limites de controle.

Todavia a eficiência dos gráficos de controle está sujeita a escolha adequada, do tipo de gráfico paramétrico ou não paramétrico. O gráfico de controle não paramétrico baseado no teste dos sinais para medidas individuais *NPEWMA-SN* é aplicado a um conjunto de dados provenientes do monitoramento na foz do Rio Pará cujos dados indicam a qualidade da água e a degradação ambiental, situação essa, em que a distribuição implícita de tais dados é desconhecida. Conclui-se que o gráfico de *NPEWMA-SN* é uma alternativa viável para esse tipo de caso em especifico, pois é capaz de monitorar o processo, evitando falsos alarmes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio e aos revisores e editores pelos comentários e sugestões.

CRUZ, D. V. M.; CUNHA FILHO, M.; PISCOYA, V. C.; CUNHA, A. L. X. Monitoring of oxygen chemical demand based on npewma-sn non-parametric control graphic. *Rev. Bras. Biom.* Lavras, v.37, n.2, p.178-190, 2019.

- *ABSTRACT: Control charts of variables that indicate water quality and environmental degradation are important tools in environmental monitoring. However, not all of these variables meet the assumptions of the control charts, especially, regarding to normal distribution. An alternative approach is the non-parametric controls charts that do not require distribution knowledge and are effective in monitoring any continuous distribution. The objective of this work is to present a non-parametric control chart, based on signal testing (NPEWMA-SN) and, its advantages. This control chart is applied to non-normal variables related to the Chemical Oxygen Demand (COD), at a point on the São Francisco River, at the geographical coordinates of Latitude: -19 ° 49'54 "and Longitude: -45 ° 17'28 ". The results show that the NPEWMA-SN chart is the best alternative for the statistical control of non-normal processes, avoiding, even, the increase of the rate of false alarms.*
- *KEYWORDS: Non-parametric; control graphics; chemical oxygen demand; signal testing.*

Confere com o original

Nadacyr Cunha Filho
Siape

Referências

CRUZ, D. V. et al. Monitoring pH with quality control based on Geostatistics Methodology. *IEEE Latin America Transactions*, v.14, n.12, p.4787-4791, 2016.

CRUZ, D. V.; CUNHA FILHO, M.; FALCÃO, A. P. S. T. Controle Estatístico de processos aplicado ao monitoramento do pH e turbidez das águas no abastecimento de Campina Grande- PB. *Rev. Bras. Biom*, v.32, n.4, p.459-477, 2014.

GRAHAM, M. A.; CHAKRABORTI, S.; HUMAN, S. W. A nonparametric EWMA sign chart for location based on individual measurements. *Quality Engineering*, v.23, n.3, p.227-241, 2011.

GRAHAM, M. A.; CHAKRABORTI, S.; HUMAN, S. W. A nonparametric exponentially weighted moving average signed-rank chart for monitoring location. *Computational Statistics & Data Analysis*, v.55, n.8, p.2490-2503, 2011.

GRAHAM, M. A.; HUMAN, S. W.; CHAKRABORTI, S. *A nonparametric EWMA control chart based on the sign statistic*. University of Pretoria, Faculty of Agricultural Sciences, Department of Statistics, 2009.

HENNING, E. *et al*. Um estudo para a aplicação de gráficos de controle estatístico de processo em indicadores de qualidade da água potável. *Sistemas & Gestão*, v.9, n.1, p.2-13, 2014.

HENNING, E. *et al*. Gráfico de controle NPEWMA-SR: Uma aplicação no setor industrial. *Revista Ciência e Tecnologia,* v.18, n.33, 2015.

LUCAS J. M.; SACCUCCI, M. S. Exponentially Weighted Moving Average Control Schemes: Properties and Enhancements. *Technometrics*, v.32, n.1, 1990.

LU JR, C. W. et al. Cusum charts for monitoring an autocorrelated process. *Journal of Quality Technology*, v.33, n.3, p.360, 2001.

MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. Grupo Gen-LTC, 2016. 572p.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/, 2018.

ROBINSON, P. B.; HO, T. Y. Average Run Lengths of Geometric Moving Average Charts by Numerical Methods, *Technometrics*, v.20, n.1, 1978.

Recebido em 12.04.2018

Aprovado após revisão em 19.07.2018

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

ANEXO-ROTINA R

```
NPEWMA-SN<-function(dados,lambda,L,theta){
sn=0
for (i in 1:length(dados)){
sn[i]=(sign(dados[i]-theta))}
z=0
z[1]<-lambda*sn[1]+(1-lambda)*z[1]
for (i in 1:length(dados)){
z[i+1]=lambda*sn[i+1]+(1-lambda)*z[i]}
ucl=round(L*sqrt(lambda/(2-lambda)),digits=3)
lcl=round(-L*sqrt(lambda/(2-lambda)),digits=3)
plot(z,type='n',ylim=c(lcl0.08,ucl+0.08),xlab="Observações",ylab=expression(Z[i]),main
="NPEWMASN",
axes=F,cex.main=0.8)
axis(1, at = seq(1, length(dados), 1))
axis(2)
args <- append(as.list(par('usr')), 'grey90')
names(args) <- c('xleft', 'xright', 'ybottom', 'ytop', 'col')
do.call(rect, args)
grid(col = "white")
points(z,type="b",bg=ifelse(z>ucl|z<lcl,2,1),pch=21)
abline(h=0)
abline(h=ucl,lwd=2,col="red")
abline(h=lcl,lwd=2,col="red")
text(6,ucl*1.04,paste("UCL =",ucl),cex=0.7)
text(6,lcl*1.04,paste("LCL =",lcl),cex=0.7)}
```

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

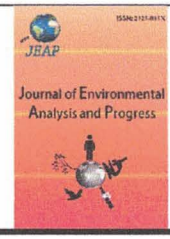
JEAP

ISSN: 2525-815X

Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: www.jeap.ufrpe.br/

10.24221/jeap.4.4.2019.2633.297-303



Effect of indolebutyric acid on rooting and budding of cuttings of *Glyicidium sepium*

Renisson Neponuceno de Araújo Filho[a], Dário Costa Primo[b], João Lucas Aires Dias[a], Josué Luiz Marinho Junior[a], Victor Casimiro Piscoya[c], Moacyr Cunha Filho[d], Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel[e], Milton Marques Fernandes[f], Alceu Pedrotti[g], Francisco Sandro Rodrigues Holanda[g], Raimundo Rodrigues Gomes Filho[h]

[a] Universidade Federal do Tocantins-UFT, Curso de Engenharia Florestal, Rua Badejos, Lote 7 s/n, Chácara 69-72, Jardim Sevilha, Gurupi-TO, Brasil. CEP: 77404-970. Corresponding author: renisson@uft.edu.br.

[b] Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Departamento de Energia Nuclear-DEN, Av. Professor Moraes Rego, s/n, Recife-PE, Brasil. CEP: 50740-540.

[c] Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Departamento de Tecnologia Rural, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil. CEP: 52.171-900.

[d] UFRPE, Departamento de Estatística e Informática, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil. CEP: 52.171-900.

[e] UFRPE, Departamento de Biologia, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil. CEP: 52.171-900.

[f] Universidade Federal de Sergipe-UFS, Departamento de Ciências Florestais, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão-SE, Brasil. CEP:49100-000.

[g] UFS, Departamento de Engenharia Agronômica, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão-SE, Brasil. CEP:49100-000.

[h] UFS, Departamento de Engenharia Agrícola.

ARTICLE INFO

Received 25 Jul 2019
Accepted 22 Out 2019
Published 31 Out 2019

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

ABSTRACT

Studies carried out with the use of gliricidia biomass found that green manure contributes to increasing the productivity of forest crops when compared to the incorporation of other legumes. This study aimed to evaluate the viability of vegetative propagation by cuttings in the development of rooting and budding of *Glyicidium sepium* in different concentrations of indolebutyric acid (IBA). The experiment was carried out in a greenhouse with an entirely randomized block design and increasing concentrations of IBA 0, 625, 1250, and 3000 mg.L^{-1} with six replicates. The cuttings were standardized in length and diameter, then treated with sodium hypochlorite and immersed in different concentrations of IBA. The parameters plant evaluated were the sprouts number, sprouts length, sprouts diameter, sprouts dry weight, and roots dry weight. The concentration of IBA was shown to be effective in increasing all parameters studied at the IBA concentration of 2100 mg.L^{-1} and the higher concentrations did not offer any cost-benefit advantages for the production of gliricidia by cutting.

Keywords: Auxins, aerial biomass, root system, vegetative propagation.

Introduction

Gliricidia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) is a tree legume fast-growing, drought-tolerant used as green manuring and forage, reforestation, hedgerow, among others (Kaba et al., 2019). For these purposes, the species has been cultivated in the cacao region of Bahia for several years and was introduced in the 1990s in the states of Sergipe, Pernambuco, and Ceará. It is currently being cultivated throughout tropical Brazil (Primo et al., 2018). Studies in other regions of the world have found that the use of gliricidia biomass as green manure contributes to increasing the productivity of forest crops when compared to the incorporation of other legumes due to its high rate of nitrogen mineralization (Silva et al., 2013).

Vegetative propagation through cuttings is one of the most important methods of macropropagation (Giraldo et al., 2015). In this sense, the cutting has some advantages such as obtaining, in a short time, a large number of seedlings from a single matrix plant, an efficiently

executed technique, does not present problems common to other vegetative propagation processes such as the incompatibility between grafting and rootstock (Araujo-Filho et al., 2013).

Some substances contribute to a higher rate of root growth on cuttings of species with a low level of rooting. The complementation of the endogenous auxin levels is often necessary with a phytoregulator, with IBA being the most used for this purpose (Veras et al., 2018). The application of auxin also contributes to a higher rate of formation, quality, and uniformity of the root system (Oliveira et al., 2018).

In order to overcome the difficulties in rooting of some plant species, it is necessary, in many cases, the application of phytorelevators for the acceleration of rooting. Among these, auxins, especially IBA, are indicated, and however, there are still difficulties for its recommendation, and several studies are necessary to indicate the need and concentrations of the hormone. This study aimed to evaluate the viability of vegetative propagation by cuttings in the development of rooting and budding of *Glyicidium sepium* in different concentrations of IBA.

Material and Methods

The experiment was conducted in a greenhouse for 150 days at the Departmento de Energia Nuclear of the Universidade Federal de Pernambuco, in Recife, Pernambuco state. Three concentrations of the IBA diluted in deionized water were used, constituting the following treatments: T1 - witness without indolebutyric concentration, T2 - 625 $mg.L^{-1}$, T3 - 1250 $mg.L^{-1}$, and T4 - 3000 $mg.L^{-1}$ in a completely randomized design with six replicates in polyethylene plastic bags containing three kilograms of soil classified as Neossolo regolítico (Embrapa, 2018) and increasing concentration of IBA. The soil was collected at a depth of 20 cm, air-dried at room temperature, and then sieved in a 2 mm mesh. Chemical analyses were performed for the characterization (Table 1), according to the method described by Embrapa (2017).

Table 1. Chemical characterization of soil classified as Neossolo regolítico,

pH	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	OC[(1)]
Water	$mg.dm^{-3}$	----------	----------	$cmol_c.dm^{-3}$	----------	----------	----------	$g.kg^{-1}$
2,5	20	0.05	0.25	1.5	1.4	0.1	3.5	11

[(1)] Organic carbon soil.

The gliricidia cuttings 40 cm used in the treatments were collected in the municipality of Itambé PB, at the IPA Experimental Station (Pernambuco Institute of Agronomic Research). In choosing the trees for the collection of the cuttings, we will try to identify those more vigorous, avoiding trees that are not well developed or that present occurrence of diseases.

The cuttings were collected in the region of the base, which is baseless cuttings without leaves of individuals with lengths of 15 and 20 cm, and a diameter between 0.5 and 1.5 cm. After collection, they were placed in containers with water so that no loss of moisture occurred, being carried out in all cuttings cutting straight at the apex and beveled at the base and at the time of planting treated with 1.0% sodium hypochlorite for one minute and then immersed in the concentrations with different concentrations of IBA for 15 seconds.

The treatments were irrigated with 50 ml of water every two days based on soil field capacity, and the evaluations of the effect of the different concentrations were performed at one hundred and twenty days after the experiment was set up. The parameters plant evaluated were the sprouts number, sprouts length, sprouts diameter, sprouts dry weight, and roots dry weight. The dry matter of sprout and sprout roots was obtained after drying in a forced circulation oven at 65°C for 72 hours and weighing on an electronic scale with an accuracy of 0.0001 g.

The experimental design was a completely randomized design with six replicates and four IBA concentrations totaling twenty-four plots. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and, depending on the level of significance of the test F. A polynomial regression study was performed, choosing the model that best suits the concentrations used. The data were statistically analyzed using the statistical program Sisvar (Ferreira, 2019).

Results

The parameter analyzed for sprouts number presented the best fit for the quadratic regression model. The sprout number at the maximum concentration obtained in the equation of 1875 $mg.L^{-1}$ showed an increase in the sprout number corresponding to 5.44 units in the gliricidia cuttings (Figure 1).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

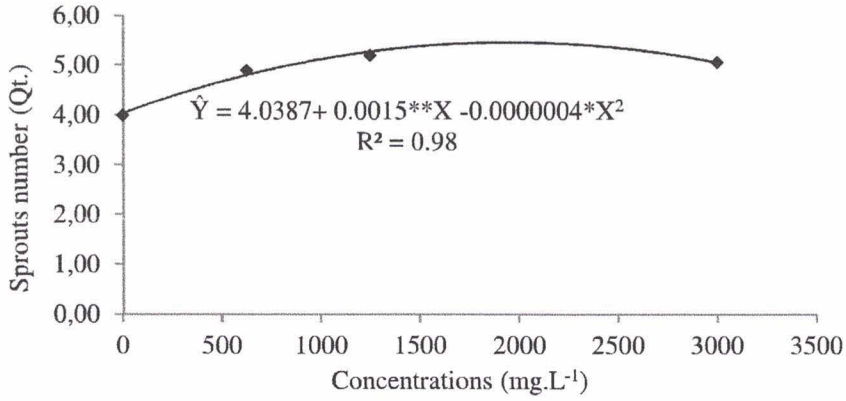


Figure 1. Number of sprouts of gliricidia cuttings in the function of hormone concentrations. Significant at *P < 0.05, **P < 0.01.

The values of the variables sprouts length and diameter were adjusted to the quadratic model. These variables had a maximum concentration of 1662.5 and 1571.4 mg.L^{-1}, respectively, yielding a sprout length of 21.01 cm and sprout diameter 4.5 cm (Figures 2 and 3).

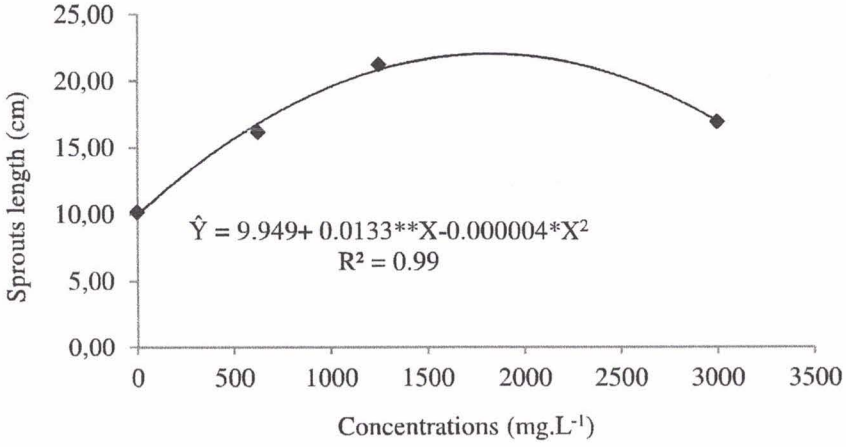
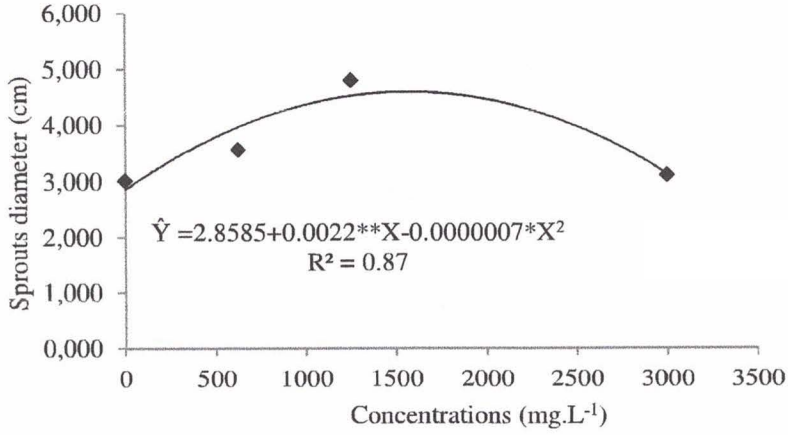


Figure 2. Sprouts length of gliricidia cuttings in the function of hormone concentrations. Significant at *P <0.05, **P <0.01.



Confere com o original
Siape

Figure 3. Sprouts diameter of gliricidia cuttings related to hormone concentrations. Significant at *P < 0.05, **P < 0.01.

It was observed a small tendency to occur a higher sprouting percentage in cuttings 20 cm long and 4 cm in diameter. The increase in concentrations showed a significant increase in the length and diameter of sprouts and concentrations from 3000 mg.L^{-1} showed phytotoxicity

characteristics.

The most expressive result was found in the quadratic model of this parameter and was identified in the 1725 mg.L^{-1} concentration in the gliricidia cuttings, showing that the application of IBA provided a positive effect on sprout dry matter production in 11.68 g (Figure 4).

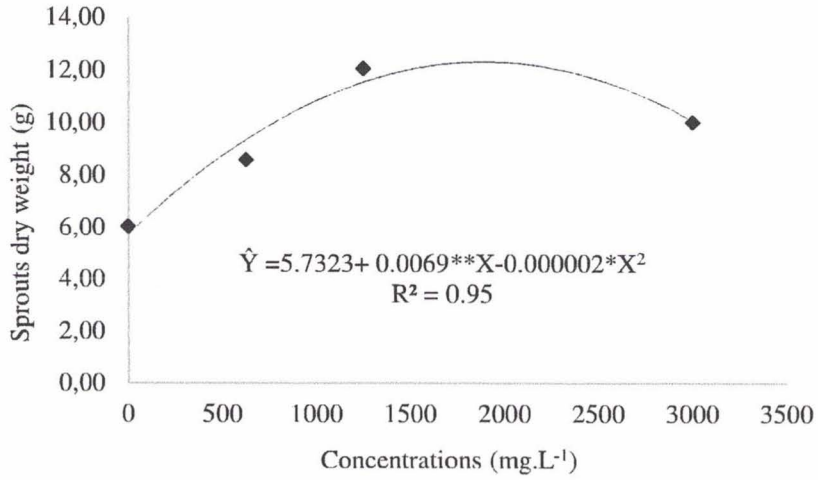
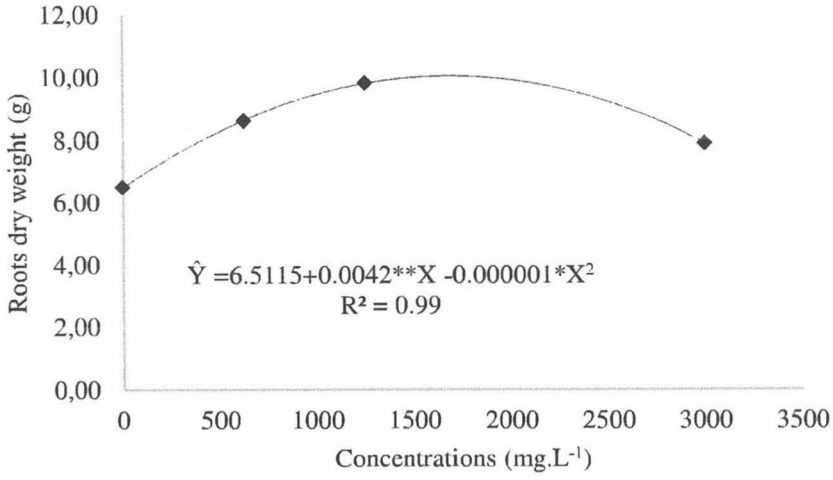


Figure 4. Sprout dry matter of gliricidia cuttings in the function of hormone concentrations. Significant at *P < 0.05, **P < 0.01.

Therefore, the results showed that the dry matter production of the roots of gliricidia had a significant effect over hormone concentrations. As shown in Figure 5, the regression equation of the dry matter production with the concentrations presented adjustments to the quadratic model. Considering the regression equations, it was verified that with an increase of the concentrations decreased the dry matter production of the root. The maximum concentration of 2100 mg.L^{-1} of IBA was obtained, in this way it is denoted that the production of 10.92 g of the root mass. As the concentrations of the hormone increase, the dry mass of the roots of the cuttings decreases.



Confere com o original
Siape

Figure 5. Root dry matter of gliricidia cuttings in the function of hormone concentrations. Significant at *P < 0.05, **P < 0.01.

Discussion

In a high concentration of IBA, the cuttings of gliricidia presented a reduced percentage of sprouts, evidencing a probable phytotoxicity, which can also be observed in the work of Yamamoto et al. (2010), where very high concentrations of IBA were used, causing phytotoxic effects, such as inhibition of bud growth, and even death of cuttings. According to Fachinello et al. (2005) reported that the increase of the auxin concentration, applied on cuttings, stimulates sprouts up to a particular maximum

value and an increase in the concentration of the phytorregulator has an inhibitory effect.

Different results of Pereira-Junior et al. (2008) observed average values around 0.20 units using cuttings of 20 cm in length without application of IBA concentrations. Martins et al. (2012) obtained mean values of 0.17 units with cuttings of 25 cm in length. It is probably related by the amount of nutritional reserves of the cuttings and by the weak development of the root system of these seedlings. According to Rickli et al. (2017), the use of adequate concentrations of IBA can help in physiological reactions of the species, favoring better conditions for rooting and development of the plants, providing greater organ lengthening.

The IBA favors the growth of seedlings, due to the fact that the auxins promote better development, provide higher percentage, speed, and quality of the root system, varying according to the species (Botin & Carvalho, 2015). It occurs since the exogenous supply of auxin, in certain amounts, promote a hormonal alteration which favors the rooting of cuttings.

According to Sutili et al. (2018), auxins are the most used growth regulator, being essential in the rooting process, promoting the formation of roots. The rooting of *Eucalyptus* sp., Performed by Girijashankar (2012), determined that the application of IBA was the most indicated for vegetative propagation, being the dosage according to the species used. According to Amaro et al. (2013) part of the dry matter accumulated by the plants is the result of the absorption of nutrients, in this way, the increase of the dry matter is directly related to the rooting and the utilization of the reserves of the storage tissues.

Pizzatto et al. (2016), using three forest species, observed that cuttings of *Hibiscus rosa-sinensis* L. cv. Snow Queen, with IBA applications showed a higher number of dry mass in the root portion, and no significant effect of hormone application was observed. Oliveira et al. (2018) obtained results of the non-influence of the plant regulator to the detriment of the dry mass and may be due to the genetic material and all the management adopted in the production system.

The effect of IBA application on root dry matter production has been reported in numerous studies in different crops, providing beneficial effects on the weight and quality of the root system formed (Suzuki et al., 2015). According to Neumann et al. (2018), the relation between the increase of the dry mass and the live mass is due to the stimulation of the cellular division promoted by the hormonal balance, providing the increase in the number of cells, promoting the expansion of the organ.

The development of the root system of the cuttings is important for the establishment and survival of the species in the field since the unsatisfactory development presents characteristics of nutritional deficiencies and problems in periods of water deficits (Kettenhuber et al., 2019). It is also important to note that, when no exogenous concentrations of IBA were applied, percentages above 50% of budding and rooting could be obtained, and sprouting before rooting is detrimental to the formation of roots in the cuttings.

It is assumed, therefore, that the cuttings of gliricidia produce sufficient quantities of endogenous auxins, which allow these high percentages of budding and rooting, and the species can be classified as easy vegetative propagation. The increase in sprout length was probably influenced by the nutrient reserve, and the greater number of axillary buds favoring budding (Lima et al., 2015). According to Taiz & Zeiger (2013), it is important to emphasize the root growth in formation, which are sites of synthesis of cytokinins, which are translocated to the growth points in the area, thus stimulating cell multiplication, making it possible to explain the relationship between sprouts and development of the root system on cuttings.

Conclusion

The concentration of IBA showed to be effective in increasing all variables: sprout length, number of sprouts, stem diameter of sprouts, dry matter of sprouts, and roots.

Higher concentrations of IBA 2100 $mg.L^{-1}$ did not offer cost-effective advantages for the production of gliricidia by cutting.

References

Amaro, H. T.; Silveira, J. R.; David, A. M.; Resende, M. A.; Andrade, J. A. 2013. Tipo de estacas e substratos na propagação vegetativa da menta (*Mentha arvensis* L.). Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 15, (3), 313-318.

Araujo-Filho, R. N. De; Holanda, F. S. R.; Andrade, K. R. 2013. Implantação de técnicas de bioengenharia de solos no controle da erosão no baixo São Francisco, estado de Sergipe. Scientia Plena, 9, (7), 9p.

Botin, A. A.; Carvalho, A. D. 2015. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. Revista de Ciências Agroambientais, 13, (1), 83-96.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2017. Manual de métodos de análise do solo. Centro Nacional de

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho Siape

Pesquisas de Solos. 3 ed. Rio de Janeiro, 198p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2018. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 5ª ed. Rio de Janeiro, 353p.

Fachinello, J. C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J. C.; Kersten, E. 2015. Propagação vegetativa por estaquia. In: Fachinello, J. C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J. C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 221p.

Ferreira, D. F. S. 2019. SISVAR 4.3. 2003. Disponível em: http:://www.dex.ufla.br. Acesso em: 25 fevereiro de 2019.

Giraldo, L. A.; Ríos, H. F.; Polanco, M. F. 2015. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 1, (1), 41-47.

Girijashankar, V. 2012. In vitro regeneration of *Eucalyptus camaldulensis*. Physiology and Molecular Biology of Plants, 18, (1), 79-87.

Kaba, J. S.; Zerbe, S.; Agnolucci, M.; Scandellari, F.; Abunyewa, A. A.; Giovannetti, M.; Tagliavini, M. 2019. Atmospheric nitrogen fixation by gliricidia trees (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) intercropped with cocoa (*Theobroma cacao* L.). Plant and Soil, 435, (1-2), 323-336.

Kettenhuber, P. W.; Sousa, R.; Sutili, F. 2019. Vegetative Propagation of Brazilian Native Species for Restoration of Degraded Areas. Floresta e Ambiente, 26, (2), 01-10.

Lima, M. D.; Klein, W. A.; Salla, P. V.; Moura, C. P. A.; Danner, A. M. 2016. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de *Langerstroemia indica* em diferentes substratos. Pesquisa Florestal Brasileira, 36, (88), 549-554.

Martins, J. C. R.; Garrido, M. S.; Menezes, R. S. C.; Dutra, E. D.; Costa Primo, D.; Jesus, K. N. 2012. Desenvolvimento inicial de mudas de gliricídia e maniçoba preparadas com estacas de quatro comprimentos. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 7, (2), 322-327.

Neumann, E. R.; Resende, J. T. V.; Camargo, L. P.; Chagas, R. R.; Lima Filho, R. B. 2018. Produção de mudas de batata-doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. Horticultura Brasileira, 35, (4), 490-498.

Oliveira, J. A. A.; Bruckner, C. H.; Da Silva, D. F. P.; Dos Santos, C. E. M.; De Albuquerque Filho, F. T. R.; Amaro, H. T. R. 2018. Indolebutyric acid on rooting of peach hardwood cuttings. Semina, 39, (5), 2273-2280.

Pizzatto, M.; Wagner-Júnior, A.; Luckmann, D.; Pirola, K.; Cassol, D.A.; Mazaro, S.M. 2011. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. Revista Ceres, 58, (1), 487-492.

Pereira-Junior, L. R.; Gama, J. S.; Resende, IRA. 2008. Propagação vegetativa de *Gliricidia sepium* no Curimataú Paraibano. Revista Verde, 3, 17-20.

Primo, D. C.; Menezes, R. S.; Oliveira, F. F.; Dubeux Junior, J. C. B.; Sampaio, E. V. S. B. 2018. Timing and placement of cattle manure and/or gliricidia affects cotton and sunflower nutrient accumulation and biomass productivity. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 90, 1, 415-424.

Rickli, H. C.; Bona, C.; Wendling, I.; Koehler, H. S.; Zuffellato-Ribas, K. C. 2015. Origem de brotações epicórmicas e aplicação de ácido indolilbutírico no enraizamento de estacas de *Vochysia bifalcata* Warm. Ciência Florestal, 25, (2), 385-393.

Silva, V. M.; Ribeiro, P. H.; Teixeira, A. F. R.; Souza, J. L. 2013. Qualidade de compostos orgânicos preparados com diferentes proporções de ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium*). Revista Brasileira de Agroecologia, 8, (1), 187-198.

Sutili, F. J.; Silva Dorneles, R.; Vargas, C. O.; Kettenhuber, P. L. W. 2018. Avaliação da propagação vegetativa de espécies utilizadas na estabilização de obras de terra com técnicas de engenharia natural. Ciência Florestal, 28, (1), 1-12.

Suzuki, S. S.; Corrêa, L. S.; Boliani, A. C.; Suzuki, W. M. K.; Pereira, G. A. 2015. Tipos de estacas e concentrações de AIB no enraizamento de romãzeira sob nebulização intermitente. Cultura Agronômica, 24, (2), 215-224.

Taiz, L.; Zeiger, E. 2013. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 5 ed. 820p.

Veras, L. M.; Mendonca, R. M. N.; Silva, S. M.; Figueredo, L. F.; Araujo, V. L.; Pereira, W. E.; Melo Filho, J. S.; Andrade, R. 2018. Propagation of Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), a native plant to Brazilian semi-arid regions, using ethephon and indolebutyric acid (IBA). Australian Journal of Crop Science, 12, (4), 602-609.

Amamoto, L. Y.; Borges, R. S.; Sorace, M.; Rachid, B. F.; Ruas, J. M. F.; Sato, O.; Assis, A. M.; Roberto, S. R. 2010.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. Ciência Rural, 40, (5), 1037-1042.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

STATISTICAL ANALYSIS WITH A BAYESIAN APPROACH TO THE HARDY-WEINBERG EQUILIBRIUM

Moacyr Cunha FILHO[1]
José Nilton Maciel dos SANTOS[1]
David Venancio da CRUZ[1]
Victor Casimiro Piscoya[1]

- RESUMO: Em genética de populações é muito frequente usar a estruturação da análise estatística para testar, em uma dada população, o equilíbrio genético de Hardy-Weinberg. O método clássico de abordagem deste problema é feito através do teste do qui-quadrado, que muitas vezes leva à verificação do hipótese de equilíbrio. No presente trabalho, uma análise bayesiana foi desenvolvida envolvendo teste de hipótese, estimação e intervalos de credibilidade para testar o referido saldo. Dados no M, MN e N grupos sanguíneos do sistema MNS foram utilizados em amostras de duas populações, uma de brasileiros e outra de Norte-americanos, obtidos por Beiguelman (1977). O teste do Qui-Quadrado da adesão de equilíbrio de Hardy-Weinberg foi realizada, onde a aceitação do Hardy-Weinberg hipótese de equilíbrio foi confirmada. Pela análise bayesiana, a rejeição da hipótese de equilíbrio de Hardy-Weinberg foi confirmado, principalmente pelo fator de Bayes. Nossa preocupação fundamental foi desenvolver uma técnica bayesiana como alternativa para testar Equilíbrio de Hardy-Weinberg, utilizando assim os dados da amostra de sangue do sistema MNSs. O resultado obtido pode encorajar pesquisadores principalmente no campo das ciências biológicas para a prática Metodologia Bayesiana, como alternativa em testes estatísticos.

- PALAVRAS-CHAVE: Genética, teste qui-quadrado, intervalos de credibilidade, grupos sanguíneos.

1 Introdução

Em genética, de populações é muito frequente a utilização da estruturação da análise estatística para testar, em determinada população, o equilíbrio genético de Hardy-Weinberg. O método clássico de abordagem deste problema é realizado através

[1] Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, Dois Irmãos, CEP:52.171.900 , Recife, PE, Brasil. E-mail: davidvenacio@hotmail.com

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

do teste de aderência do qui-quadrado, o que frequentemente constata-se a hipótese do referido equilíbrio genético.

Os pesquisadores Hogen (1946), Levence (1949), Haldade (1954), Cannings (1969), Smith (1970), Emigh (1975), Elston (1977) e Beiquelman (1973) desenvolveram métodos para comprovar ou rejeitar a hipótese de equilíbrio de Hardy-Weinberg dada uma amostra populacional, utilizando para tal, o teste de aderência do qui-quadrado.

Logo Rogatko (1985), fez um estudo, através da metodologia bayesiana de análise de dados, para problemas de estimativa da penetrância a partir de genealogias, e da verificação do equilíbrio de Hardy-Weinberg, em populações mendelianas.

Já Giannoni (1989), estudam a genética quantitativa e de populações, onde demonstram e fazem aplicações do equilíbrio de Hardy-Weinberg, relacionadas a alelos múltiplos e a genes ligados ao sexo, em casos de codominância e dominância completa.

No presente trabalho, foi desenvolvida uma análise bayesiana envolvendo teste de hipóteses, estimador de Bayes e intervalos de credibilidade para testar o referido equilíbrio. Foram utilizados dados a respeito dos grupos sanguíneos M, MN e N do sistema MNSs em amostras de duas populações, uma de brasileiros e outra de norte-americanos obtidos por Beiguelman (1977). O teste χ^2 de aderência do equilíbrio de Hardy-Weinberg foi realizado, onde constata-se a aceitação da hipótese de equilíbrio de Hardy-Weinberg. Pela análise bayesiana desenvolvida, foi confirmada a rejeição da hipótese de equilíbrio de Hardy-Weinberg, estimada pelo fator de Bayes. Teve-se como objetivo fundamental desenvolver uma técnica de análise bayesiana, como alternativa para testar o equilíbrio de Hardy-Weinberg, utilizando-se, assim, dados amostrais de grupos sanguíneos do sistema MNSs. O resultado obtido poderá incentivar pesquisadores principalmente da área de ciências biológicas na prática da metodologia bayesiana, como alternativa em testes estatísticos.

Estimam-se as frequências dos alelos M e N, em cada população. Realiza-se o teste qui-quadrado de aderência do equilíbrio de Hardy-Weinberg e aplica-se a metodologia bayesiana para testar o referido equilíbrio genético, nas mesmas amostras utilizadas no teste qui-quadrado de aderência do equilíbrio de Hardy-Weinberg.

2 Materiais e Métodos

Utilizam-se os dados a respeito dos grupos sanguíneos **M, MN** e **N** do sistema MNSs obtidos em amostras de duas populações, uma de brasileiros e outra de norte-americanos, respectivamente, por [1], com as quais se determinam as probabilidades a posteriori, sob a hipótese $\boldsymbol{H_0}$ de equilíbrio de Hardy-Weinberg, conforme indicado na Tabela I adiante. Estimam-se as freqüências dos alelos M e N, em cada população, bem como se calcula o desvio padrão de q, usando $\boldsymbol{\sigma_q = \sqrt{pq/2n}}$ na qual n é o tamanho amostral.

Denotamos por: $\boldsymbol{n_1}$ a frequência absoluta do genótipo $\boldsymbol{A_1A_1}$,

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siap

n_2 a frequência absoluta do genótipo A_1A_2,
n_3 a freqüência absoluta do genótipo A_2A_2,.

Portanto, se chamarmos de p a frequência relativa do alelo A_1, e de q a do alelo A_2, e simbolizarmos as freqüências relativas dos indivíduos com os genótipos A_1A_1, A_1A_2 e A_2A_2 por D, H e R, respectivamente, pode-se escrever que as frequências p e q dos alelos A_1, e A_2 na geração em estudo serão:

$$p = \frac{2n_1 + n_2}{2(n_1 + n_2 + n_3)} = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + n_3} + \frac{1}{2}\left(\frac{n_2}{n_1 + n_2 + n_3}\right) \quad (1)$$

e

$$q = \frac{2n_3 + n_2}{2(n_1 + n_2 + n_3)} = \frac{n_3}{n_1 + n_2 + n_3} + \frac{1}{2}\left(\frac{n_2}{n_1 + n_2 + n_3}\right) \quad (2)$$

Tabela 1 - Comparação entre as frequências genotípicas esperadas em equilíbrio de Hardy-Weinberg e as observadas em amostras de duas populações Beiguelman (1977), classificadas segundo os grupos sanguíneos do sistema MNss com dois soros (anti-m e anti-n).

Amostras	Grupo Sanguíneo	Observados N	Observados %	Freqüências e σq	Esperados N	Esperados %	$\chi^2_{(1)}$
Brasileiros	M	30	30	$p = 0,55$	$np^2 = 30,25$	$p^2 = 30,25$	
	MN	50	50	$q = 0,45$	$n^2pq = 49,5$	$2pq = 49,5$	0,010
	N	20	20	$\sigma q = 0,035$	$nq^2 = 20,25$	$q^2 = 20,25$	$P < 0,95$
	Total	100	100		100	100	
Norte-Americanos	M	125	31,7	$p = 0,562$	$np^2 = 124,5$	$p^2 = 31,6$	
	MN	193	49	$q = 0,438$	$n^2pq = 193,8$	$2pq = 49,2$	0,008
	N	76	19,3	$\sigma q = 0,018$	$nq^2 = 75,8$	$q^2 = 19,2$	$P < 0,95$
	Total	394	100		394	100	

P é o valor da prova, e nas duas amostras consideradas temos que: $0,90 < P < 0,95$.

Sabe-se que:

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

$$D = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + n_3}, H = \frac{n_2}{n_1 + n_2 + n_3} \quad e \quad R = \frac{n_2}{n_1 + n_2 + n_3}$$

Pode-se escrever, também:

$$\boldsymbol{p = D + \frac{1}{2}H} \tag{3}$$

$$\boldsymbol{q = R + \frac{1}{2}H} \quad \boldsymbol{ou} \quad \boldsymbol{p = 1 - q} \tag{4}$$

Assim, na amostra de brasileiros: $p = 0{,}55$, então, $q = 0{,}45$ e na amostra de norte-americanos, $p = 0{,}562$, então, $q = 0{,}438$.

Para o cálculo das frequências nessas classes são necessárias duas informações, isto é, o tamanho amostral e a frequência de um dos alelos. Assim o número de graus de liberdade do χ^2 é igual ao número de classes esperadas menos o número de informações necessárias para o cálculo das frequências nessas classes, tendo assim, no presente caso, que $G.\ L. = 1$.

Distribuições a posteriori

A escolha da distribuição a priori está restrita, à classe de distribuições beta, dada por:

$$B(x|a;b) = \int_a^b x^{a-1}(1-x)^{b-1}dx, \qquad a > 0 \ e \ b > 0 \tag{5}$$

Deduz-se que esta distribuição, com parâmetros: $a = 1$ e $b = 5$, tem uma considerável aproximação com a distribuição de genótipos homozigotos $\boldsymbol{A_2A_2}$, em populações com freqüências alélicas diferentes e em equilíbrio de Hardy- Weinberg.

Então, a priori para R será:

$$B(R|1;5) = \int_0^1 (1-R)^4 dR \tag{6}$$

Onde, $0 \leq R \leq 1$ é o intervalo de variação da frequência relativa genotípica de $\boldsymbol{A_2A_2}$. Uma população está em equilíbrio de Hardy-Weinberg se, e somente se, existir um número $p, (0 \leq p \leq 1)$ tal que $D = p^2, H = 2p(1-p)$ e $R = (1 - p)^2$,

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

onde $D + H + R = 1$. Portanto, na situação de equilíbrio de Hardy-Weinberg a função de verossimilhança é dada:

$$L(Y|H_0) = \frac{n!}{n_1!\,n_2!\,n_3!} 2^{n2} p^{n_1+n_2} (1-p)^{2n_3+n_2} \tag{7}$$

Com as implicações,

$$D = p^2 \rightarrow p = \sqrt{D} \; e \; R = (1-p)^2 \rightarrow 1 - p = \sqrt{R}.$$

Que substituídas na igualdade $H=2p(1-p)$, tem-se, $\frac{H^2}{DR} = 4$, ou seja, $D=(1-\sqrt{R})^2$, que é equivalente a $R=(1-\sqrt{D})^2$.

Seja o parâmetro $\theta = \frac{H^2}{DR}$, vimos acima que, se $\theta = 4$ temos que o equilíbrio de Hardy-Weinberg é satisfeito.

Combinando a distribuição a priori $B(R|1; 5)$ com a função de verossimilhança $L(Y|H0)$, a função de probabilidade marginal dos dados, sob a hipótese de equilíbrio de Hardy- Weinberg, é dada por:

$$F(H_0|Y) = \frac{n!}{n_1!\,n_2!\,n_3!} 2^{n2} p^{n_1+n_2} (1-p)^{2n_3+n_2} \int_0^1 (1-R)^2 dR$$

Sob a hipótese H_1: $\theta \neq 4$, (de não-equilíbrio de Hardy- Weinberg) a verossimilhança pode ser expressa como:

$$L(Y|H_1) = \frac{n!}{n_1!\,n_2!\,n_3!} D^{n_1} H^{n_2} R^{n_3} \tag{8}$$

Como particularizamos a priori em relação à hipótese de equilíbrio genético, por uma distribuição beta com parâmetros $a = 1$ e $b = 5$, imposto pelas condições do equilíbrio de Hardy-Weinberg, tomamos agora como priori, em relação a hipótese de não equilíbrio de Hardy-Weinberg, uma função de densidade de probabilidade beta generalizada pertencente à classe de distribuições de Dirichlet.

Visto que $(D, R) \sim D(n_1, n_2, n_3)$, ou seja, (D, R) tem distribuição de Dirichlet com parâmetros (n_1, n_2, n_3). Sua densidade é dada por:

$$P(H_1) = \frac{\Gamma(n)}{\Gamma(n_1, n_2, n_3)} D^{n_1-1} H^{n_2-1} R^{n_3-1} \tag{9}$$

onde, $n = n1 + n2 + n3$ e $\Gamma(x)$ representa a função gama.

Subseção função de probabilidade preditiva sob H_1, obtida ao combinarmos $L(Y|H_1)$ com a priori $P(H_1)$, é dada por:

Confere com o original

Moacyr Ginna Filho
Siape

$$F(H_1|Y) = \frac{n!}{n_1!\,n_2!\,n_3!} D^{n_1} H^{n_2} R^{n_3} \frac{\Gamma(n)}{\Gamma(n_1)\Gamma(n_2)\Gamma(n_3)} D \qquad (10)$$

Determinam-se as probabilidades (a posteriori) marginais dos dados, sob a hipótese de equilíbrio $F(H_0|Y)$ descrito pela Tabela 2 a seguir e as probabilidades (a posteriori) marginais dos dados, sob a hipótese de não equilíbrio H_1 descritos na Tabela 3 adiante.

Tabela 2 - Probabilidades marginais dos dados, sob a hipótese h_0 de equilíbrio de Hardy-Weinberg, em amostras obtidas de Beiguelman (1977) de duas populações, uma de brasileiros e outra de norte-americanos, respectivamente.

Amostras	n_1	n_2	n_3	p	R	$F(H_0\|Y)^*$
Brasileiros	30	50	20	0,55	0,202	0,0018
Norte-Americanos	125	193	76	0,562	0,192	0,0005

$F(H0|Y)^*$é proporcional a 0,0018, como também, é proporcional a 0,0005, nas amostras respectivas.

Tabela 3 - Probabilidades marginais dos dados, sob a hipótese de não equilíbrio de Hardy-Weinberg, $F(H_1|Y)$ em amostras obtidas por Beiguelman (1977) de duas populações, uma de brasileiros e outra de norte-americanos, respectivamente.

Amostras	n_1	n_2	n_3	p	R	$F(H_1\|Y)^*$
Brasileiros	30	50	20	0,55	0,202	0,8141
Norte-Americanos	125	193	76	0,562	0,192	0,7741

$F(H_1|Y)^*$ é proporcional a 0,8141, como também, é proporcional a 0,7741, nas amostras respectivas.

Estimador de Bayes

Vimos que uma situação caracterizadora do equilíbrio de Hardy-Weinberg é dada pela expressão $\theta = \frac{H^2}{DR}$, quando θ for igual a 4, onde θ é um parâmetro de interesse.

O estimador de Bayes, para o parâmetro θ, é simplificado por dois fatos:

I. Se (D,R) tem distribuição a priori $D(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$, ou seja, distribuição de Dirichlet com parâmetros $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$, então sua distribuição a posteriori é $D(\alpha_1 + n_1, \alpha_2 + n_2, \alpha_3 + n_3)$.

II. Se X_1, X_2 e X_3 são variáveis gama independentes, com parâmetros $(a_1 + n_1; \beta)$, $(a_2 + 2; \beta)$ e $(a_3 + n_3; \beta)$ respectivamente, então $\left(\frac{X_1}{X}, \frac{X_2}{X}, \frac{X_3}{X}\right)$, onde $X = X_1 +$

Confere com o original

Siape

$X_2 + X_3$, tem distribuição $D(\alpha_1 + n_1, \alpha_2 + n_2, \alpha_3 + n_3)$, em que β é o parâmetro de escala.

Estes dois resultados implicam que θ tem distribuição $\frac{X_2^2}{X_1 X_3}$.

Proposição: Se $\alpha_1 + n_1 > 1$ e $\alpha_3 + n_3 > 1$, então o estimador de Bayes, da média a posteriori de θ, ou seja, $\hat{\theta} = E\left(\frac{X_2^2}{X_1 X_3}\right)$ é dado por:

$$\hat{\theta} = \frac{(\alpha_2 + n_2)(\alpha_2 + n_2 + 1)}{(\alpha_1 + n_1 - 1)(\alpha_3 + n_3 - 1)} \quad (11)$$

Além disso, se $(\alpha_2 + n_2) > 2$ e $(\alpha_2 + n_2) > 2$, então a variância a posteriori de θ é dada por:

$$Var[\theta|(n_1, n_2, n_3)] = \hat{\theta}\left[\frac{(\alpha_2 + n_2 + 2)(\alpha_2 + n_2 + 3)}{(\alpha_1 + n_1 - 2)(\alpha_3 + n_3 - 2)} - \hat{\theta}\right] \quad (12)$$

Esta proposição está demonstrada em Rogatko (1985).

Tomando-se os dados com relação aos grupos sanguíneos M, MN e N do sistema MNSs, obtidos em amostras de duas populações, uma de brasileiros e outra de norte- americanos, por Beiguelman (1977), passamos a dispor dos resultados indicados na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4 - Estimadores bayesianos relativos ao parâmetro θ de equilíbrio de hardy-weinberg e suas variâncias a posteriori, em amostras obtidas de Beiguelman (1977), de duas populações, uma de brasileiros e outra de norte- americanos, respectivamente.

Amostras	n_1	n_2	n_3	$\hat{\theta}$	$Var[\theta\|(n_1, n_2, n_3)]$
Brasileiros	30	50	20	4,39	1,654
Norte- Americanos	125	193	76	3,97	0,346

$\hat{\theta}$ é a média estimada a posteriori de θ.

Intervalos de credibilidade

Um intervalo bayesiano com 95% de credibilidade de conter θ, considerando θ normalmente distribuído, é dado por:

$$IC(\theta)_{(0.95)} = \hat{\theta} \pm 1{,}96\sqrt{Var[\theta|(n_1, n_2, n_3)]} \quad (13)$$

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Com base na distribuição a posteriori, pode-se calcular um intervalo de credibilidade que tem 95% de chance de conter θ. Então tem-se, para a amostra de brasileiros, conforme os resultados extraídos da Tabela 4, um intervalo de credibilidade dado por:

$$IC(\theta)_{(0.95)} = 4{,}39 \pm 2{,}56 \text{ ou seja, } 1{,}86 \leq \theta \leq 6{,}91.$$

Para a amostra de norte-americanos, conforme os resultados extraídos da Tabela 4, o intervalo de credibilidade é dado por:

$$IC(\theta)_{(0.95)} = 3{,}97 \pm 1{,}15 \text{ ou seja, } 2{,}82 \leq \theta \leq 5{,}12.$$

Observa-se que, na condição de equilíbrio o parâmetro θ realmente está enquadrado nos dois intervalos de credibilidade calculados acima, sendo que o segundo intervalo é mais estreito, ou mais preciso, pois este se refere a uma amostra que possui, além da média a posteriori menor, também a variância a posteriori muito menor que a variância a posteriori da primeira amostra.

3 Resultados e Discussão

Os métodos da estatística clássica exigem que se conheça totalmente o espaço amostral do experimento a ser realizado. Essa exigência vem do fato de estes métodos se basearem na distribuição de probabilidades dos dados, para cada valor do parâmetro (que é desconhecido). Acontece que, em Genética de Populações, não se determina com precisão a distribuição de probabilidade para frequências alélicas e genotípicas, de uma população que obedeça às condições do equilíbrio de Hardy-Weinberg.

Na inferência bayesiana, em vez de levar em conta todas as infinitas observações possíveis que poderiam ter ocorrido, mas não ocorreram, consideramos os resultados efetivamente observados. Além disso, o tamanho da amostra não limita sua aplicação (CANNING, 1969).

Concorda-se com Gelman (1977), ao afirmar que todos os métodos estatísticos que usam probabilidades são subjetivos, no sentido de que se baseiam em idealizações matemáticas do mundo.

De acordo com Reis (2011), admiti-se que o melhor modelo bayesiano para estudar o equilíbrio de Hardy-Weinberg através do coeficiente de endogamia é aquele que utiliza distribuições a priori de Dirichlet.

O pesquisador Shoemaker (2018) compara as prioris Dirichlet, beta, degrau uniforme e uniforme, onde confirma-se a priori Dirichlet, como melhor opção para estudo do desequilíbrio de Hardy-Weinberg.

Embora a escolha da distribuição a priori, para a hipótese de equilíbrio de Hardy-Weinberg, tenha sido baseada na distribuição de genótipos homozigóticos $\boldsymbol{A_2A_2}$, em populações com frequências alélicas diferentes e dentro das proporções quadráticas, poderíamos também escolher uma distribuição a priori, baseada na distribuição de genótipos heterozigóticos $\boldsymbol{A_1A_2}$, ou mesmo de genótipos homozigóticos $\boldsymbol{A_1A_1}$, pois, dado

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

o valor de p obtemos o valor de q, e pelas condições do citado equilíbrio D,H e R estão relacionados por $D = p2$, $H = 2pq$ e $R = q2$.

A maior relevância pela rejeição da hipótese de equilíbrio de Hardy-Weinberg é o fato de que as distribuições a posteriori para a hipótese de não-equilíbrio são maiores que as distribuições a posteriori, para a hipótese de equilíbrio, ou seja, $\boldsymbol{F(H_0|Y) < F(H_1|Y)}$.

No teste qui-quadrado de aderência do equilíbrio de HardyWeinberg, a hipótese de equilíbrio, em relação às mesmas amostras anteriores, foi aceita. Ocorre, no entanto, o oposto, isto é, a rejeição da hipótese de equilíbrio, quando faz-se uso da metodologia bayesiana, fato esse que entra em concordância, dessa forma, com a injunção dos fatores evolutivos, isto é, daquelas grandezas capazes de alterar as freqüências alélicas (mutação, seleção natural, fluxo gênico e deriva genética). Os fatores de Bayes em relação à amostra de brasileiros e na amostra de norte-americanos, respectivamente, foram:

$$\boldsymbol{FB(H_0; H_1) = \frac{L(Y|H_0)}{L(Y|H_1)} = 1 \quad e \quad FB(H_0; H_1) = \frac{L(Y|H_0)}{L(Y|H_1)} = 1,040}$$

Esse fato confirma a rejeição de $\boldsymbol{H_0}$ pois um fator de Bayes igual a 1, ou tendendo a 1, indica menor predisposição de aceitar $\boldsymbol{H_0}$, em vez de $\boldsymbol{H_1}$.

4 Conclusão

Encontrou-se a rejeição da hipótese do equilíbrio de HardyWeinberg, quando este, é testado pela metodologia bayesiana, o que nos leva a refletir que pela análise bayesiana obtiveram-se, resultados relativamente, mais próximos da realidade dos fatos concretos.

Os métodos de análise bayesiana desenvolvidos neste trabalho, para verificar a hipótese de equilíbrio de HardyWeinberg, têm a vantagem de serem aplicáveis a amostras de qualquer tamanho.

As técnicas bayesianas estudadas permitiram visualizar diferenças significativas, em relação ao teste de aderência do qui-quadrado, comumente empregado para testar a hipótese do equilíbrio de Hardy-Weinberg.

Os métodos bayesianos apresentados, foram eficientes para testar o equilíbrio de Hardy-Weinberg. A aplicação destes poderá servir de subsídio para que uma tomada de decisão pelo pesquisador seja a mais próxima da realidade.

Agradecimentos

Agradecemos ao colega Dr. Moacyr Cunha Filho, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, campus Recife, pelos conhecimentos e competências que facilitaram a pesquisa.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

▪ *ABSTRACT: In genetics of populations it is very frequent to use the structuring of statistical analysis to test, in a given population, the genetic balance of Hardy-Weinberg. The classical method of approaching this problem is done through the chi- square test, which often leads to the verification of the genetic equilibrium hypothesis. In the present work, a Bayesian analysis was developed involving test of hypothesis, estimation and intervals of credibility to test said balance. Data on the M, MN and N blood groups of the MNSs system were used in samples from two populations, one from Brazilians and the other from North Americans, obtained by Beiguelman (1977). The Chi- square test of the Hardy-Weinberg equilibrium adhesion was performed, where the acceptance of the Hardy-Weinberg equilibrium hypothesis was confirmed. By the Bayesian analysis, the rejection of the Hardy-Weinberg equilibrium hypothesis was confirmed, mainly by Bayes' factor. Our fundamental concern was to develop a Bayesian technique as an alternative to test the Hardy-Weinberg equilibrium, thus using the blood sample data from the MNSs system. The result obtained may encourage researchers mainly in the field of biological sciences to practice Bayesian methodology, as an alternative in statistical tests.*

▪ *KEYWORDS: Genetics, chi-square test, credibility intervals, blood groups.*

Referências

Livros e outras monografias

Beiguelman, B. *Genética médica*. São Paulo: Edart, 1977. v.2. 420p.

Box, G. E. P.; Tiao, G. C. *Bayesian inference in statistical analysis*. New York: Addison Wesley, 1973. 588p

Cannings, C. and Edwards, A. W. F. *Expected genotypic frequencies in a small sample: Deviation from Hardy-Weinberg equilibrium*. American Journal of Human Genetics, Chicago, n.21, p.245-247, 1969.

Elston, R. C. and Forthofer, R. *Testing for Hardy-Weinberg equilibrium in small samples*. Biometrics, New York, n.33, p.536-542, 1977.

Emigh, T. H. and Kempthorne, *O. A note on goodness of fit of a population to Hardy-Weinberg structure*. American Journal of Human Genetics, Chicago, n.27, p.778-783, 1975.

Gelman, A. et al., *Bayesian data analysis*. London: Chapman & Hall, 1977. 526p. [7] Giannoni, M. A. and Giannoni, M. L. Genética e melhoramento de rebanhos nos trópicos. 2.ed., São Paulo: Nobel, 1989. 463p.

Haldane, J. B. S. *An exact test for randomness of mating*. Journal of Genetics, n. 52, p. 631-635, 1954.

Hogen, L. *An Introduction to mathematical genetics*. New York: Norton, 1946. 282p.

Levence, H. *On a matching problem arising in genetics*. Ann. Mathematic Statistics, New York, v.20, p. 91-94, 1949.

Reis, R.L. et al. *Comparação bayesiana de modelos com uma aplicação para o equilíbrio de Hardy-Weinberg usando o coeficiente de desequilíbrio*. Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.5, p.834-840, mai, 2011.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

Rogatko, A. Solução bayesiana para dois problemas clássicos em genética: penetrância e equilíbrio de Hardy-Weinberg. Tese (Doutorado em Ciências na área de Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985. 114p.

Shoemaker, J.S. et al. *A Bayesian characterization of Hardy-Weinberg disequilibrium. Genetics*,v.149,n.4,p.20792088,1998.Disponívelem:<http://www.genetics.org/cgi/content/full/149/4/2079>. Acesso em: 12 mar. 2018.

Smith, C. A. B. *A note on testing the Hardy-Weinberg law*. Ann. Human Genetics, London, n.33, p.277-283, 1970.

Recebido em 10.12.2019

Aprovado após revisão em 12.03.2020

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape



International Journal of Plant & Soil Science

31(6): 1-6, 2019; Article no.IJPSS.54457
ISSN: 2320-7035

Development of *Anadenanthera colubrina* Seedlings Subjected to Different Doses of Coconut Powder and Arbuscular Mycorrhizal for Rehabilitation of Mining Areas

Milton Marques Fernandes[1*], Ronaldo Fernandes Pereira[2], Fernanda Maria Matos da Silva[1], Renison Neponuceno de Araujo Filho[3], Dayane de Souza Lima[3], Victor Casimiro Piscoya[4] and Mocyr Cunha Filho[4]

[1]Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brazil.
[2]Cia Desenvolvimento do Vale do São Francisco E Parnaíba, Rua Beira Mar, 2150, Sementeira, CEP 49000-000, Aracaju, SE, Brazil.
[3]Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, s/n - Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, TO, Brazil.
[4]Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brazil.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. The authors FMMS and MMF conducted the study, collected the analyzes in the field, did the statistical analysis of the data, wrote the protocol and wrote the first draft of the manuscript. The author RFP designed, monitored and supervised all of this study. The authors DSL and RNAF assisted in literature searches, writing in the manuscript and discussing the data. The authors VCP and MCF helped in the search of the literature and in the translation of the same into English language. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/IJPSS/2019/v31i630225
Editor(s):
(1) Prof. Faruk Toklu, Vocational School of Kozan, University of Çukurova, Turkey.
Reviewers:
(1) Benjawan Chutichudet, Mahasarakham University, Thailand.
(2) ABA-Toumnou Lucie, University of Bangui, Central African Republic.
(3) Deepranjan Sarkar, Banaras Hindu University, India.
Complete Peer review History: http://www.sdiarticle4.com/review-history/54457

Original Research Article

Received 01 December 2019
Accepted 04 February 2020
Published 08 February 2020

Confere com o original

Mocyr Cunha Filho
Siape

**Corresponding author: E-mail: miltonmf@gmail.com;*

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the development of angico [*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan] seedlings produced with different doses of coconut powder and inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in nursery and mining degraded area in the state of Sergipe (Brazil). The experimental design was in randomized blocks, with the following proportions of mineral substrate and coconut powder, with and without AMF. Angico growth was evaluated in nursery after 150 days, and height and diameter were evaluated. Later the seedlings were planted in a degraded area by sand and gravel mining and after 120 days of planting the height, diameter and survival rate were measured. In the nursery phase, the addition of coconut powder promoted a reduction in height and diameter of angico seedlings. Inoculation with AMF significantly increased the height and diameter of *Anadenanthera colubrina* seedlings in the nursery. However, the field phase results show that the addition of coconut powder to the substrate promotes better development in height and diameter of *Anadenanthera colubrina* seedlings in the mining degraded area. The conjugation of a low proportion of coconut powder with the inoculation of AMF on *Anadenanthera colubrina* seedlings resulted in higher survival in the planting of degraded area by mining.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF); angico; survival rate; ecological restoration.

1. INTRODUCTION

Coconut cultivation stands out in Sergipe (Brazil) as a segment of agribusiness that generates more income, tax collection and play an important social role. In the Northeast highlight as the second largest producer, second only to the state of Bahia [1].

The increase in coconut water consumption generates about 6.7 million tons of bark.year^{-1}, becoming a serious environmental problem, especially for large cities. About 70% of the waste produced on the coast of Brazil's large urban centers is made up of coconut shells, a material that is difficult to degrade and which, in addition to focus and proliferation of diseases, has been shortening the life of landfills [1].

In much of the world, the plant substrate industry is seeking materials that are more elaborate and that meet the needs of plants and producers. Agro-industry residues such as coconut shell and decomposed organic materials appear as promising alternatives to mixtures [2].

Coconut shell has a large percentage of lignin (35-45%) and cellulose (23-43%) and a small amount of hemicellulose (3-12%), which is the fraction vulnerable to attack by microorganisms. These characteristics give the coconut shell substrate great durability and are therefore recommended for long cycle crops such as ornamental and forest species to recover degraded areas [3]. According to [4] the structure of coconut fiber associated with its physicochemical properties makes it particularly suitable for use as a substrate.

According to Klein et al. [5], the residue or powder of ripe coconut shell has been indicated as an agricultural substrate, mainly because it has an advantageous physical structure providing high porosity, high moisture retention potential and being biodegradable.

Edaphic microorganisms have key functions in terrestrial ecosystems, and among these, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) stand out [6]. AMF can be present in the most varied types of soils and are considered critical organisms for plant succession within a process of revegetation of degraded areas. Currently, its applicability as a biological input has still been challenging for scientific research [6].

Soils degraded by mining activity often have severe nutritional limitations such as N and P, as AMF increase the absorption of these nutrients, this symbiosis contributes to improving soil fertility and improving the edaphic environment for the establishment of new species on site [7]. If the effects of AMF on N uptake by plants are as widespread as those found for P, the role of AMF in the functionality of degraded environments will be greater than currently considered.

Early studies using fast-growing native leguminous species revealed that double inoculation with AMF and nitrogen-fixing bacteria is an important strategy for revegetation of

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

degraded areas, providing improvements in soil physical, chemical and biological attributes [7], favoring growth and anticipating the planting of seedlings in the field, promoting greater survival of seedlings in nurseries and after transplanting in the field and in dry periods [8].

Choosing correctly the plant community that will start the succession process in a degraded area is one of the most critical points of the ecological restoration process. The definition of key species, those that control the structure of the community due to its abundance, spatial distribution, biomass, size or cover and which influence the occurrence of other associated species, being of fundamental importance for the success of ecological restoration in degraded areas [9].

In this sense, this work aimed to evaluate the development of angico seedlings produced with different doses of coconut powder and inoculated with AMF in nursery and mining degraded area in the state of Sergipe (Brazil).

2. MATERIALS AND METHODS

In the nursery phase, the experiment was started in September 2018 in a greenhouse of the seedling biofactory of SERGIPETEC, São Cristovão, SE. Different dosages of coconut powder and with and without AMF were tested for seedlings production of angico Table 1.

The substrate used for seedling production was composed of black earth and washed sand, in a 3: 1 ratio. To produce the coconut powder, empty coconuts were collected from trades in the city of Aracaju and São Cristovão. Subsequently, the external fibers were removed and sun-dried, then minced in a chopper / forage harvester.

The different proportions of substrates were packed in 800 cm^3 polyethylene bags. In each plastic bag were placed 3 seeds and at this time in the treatments with AMF were inoculated with inoculants of Glomus clarum. After seedling emergence, thinning was performed leaving only one seedling per bag. The seedlings were kept under roof 50% until the emergency occurred and then transferred to an area in full sun.

The seedlings were measured in the nursery phase at 5 months with the following growth parameters for each treatment: the stem diameter (D) and shoot height (H). The diameter was measured with a digital caliper at 10 cm from the ground and the height was measured with a tape measure, taking as default the last pair of leaves, being H in cm and D in mm.

The treatments were arranged in a randomized block design in factorial 3 (coconut fiber doses) x 2 (with AMFand without AMF), with 50 seedlings per treatment. The results were submitted to analysis of variance by F test, 1% significance and Tukey's test for comparison between means, with the aid of the statistical program Sigma Plot.

After the nursery phase, the seedlings were planted in a mining degraded area, located on Fazenda Itália owned by the company CAL TREVO, located in the municipality of Itaporanga da A'juda, SE. The study area had a degradation process by removing the topsoil and subsequently removing the subsoil layers for gravel collection. This withdrawal took place in 2007 and was later abandoned.

In the degraded area were planted 50 individuals produced in the nursery phase, for each treatment in spacing of 3 x 3 m and the dimensions of the pit 40 x 40 cm, making a sample area per treatment (planting) of 450 m^2.

The seedlings were measured in the field at 4 months in the following growth parameters for each treatment: the stem diameter (D) and the shoot height (H). The diameter was measured with a digital caliper at 10 cm from the ground and the height measured with a tape measure, taking as default the last pair of leaves, being H in cm and D in mm. In the field, a randomized block design with the same treatments and repetitions as in the nursery phase was used. The results were submitted to analysis of variance by F test, 1% significance and Tukey's test for comparison between means, with the aid of the statistical program Sigma Plot.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Height and diameter measurements showed statistically higher in the treatments 4 and 5 in the nursery phase Table 2.

Regarding height and diameter, the treatment 5 seedlings presented the highest values Table 2. In this sense, it is observed that the addition of coconut powder to the mineral substrate in the nursery phase would not be recommended, and inoculation with AMF would be sufficient to produce *Anadenanthera colubrina* seedlings for revegetation of mining degraded areas. The authors [10,11] found that colonization by

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Table 1. Formulated substrates (v/v) for the different treatments

Treatments	Proportions	Mineral substrate	Coconut powder	AMF
1	1:1	1	1	With AMF
2	1:1	1	1	Without AMF
3	2:1	2	1	With AMF
4	2:1	2	1	Without AMF
5	1:0	1	0	With AMF
6	1:0	1	0	Without AMF

AMF = Mycorrhizal fungi

AMF can cause food in the allocation of carbon to the shoots than when not mycorrhized, which explains better seedling diameter and height developments found in this work.

The fact that height and diameter are not favorable for the addition of coconut powder to the mineral substrate in the nursery phase was explained by [12], who noted that coconut powder-based substrates reduce the height and diameter of forest seedlings, due to the high content of healthy tannins that when concentrated are phytotoxic. These tannins promote root tip inhibition by reducing nutrient uptake by forest seedlings, reducing growth in height and diameter of the stem [12].

According Delarmelina et al. [13], evaluating seedlings production of Sesbania virgata (Cav.) Pers. observed that the addition of coconut powder above 60% promoted a reduction in diameter. Another factor to influence height and diameter negatively, according to Santos et al. [14] is that the increase of coconut powder to the substrate for forest seedling production promotes a reduction of P, due to the low content of this nutrient in coconut powder Table 2.

Table 2. Height and diameter measurements of angico seedlings with different proportions of mineral substrate: Coconut powder and inoculated with AMF in the nursery phase after 150 days

Treatments	Height (cm)	Diameter (mm)
1	7,32b	1,45a
2	6,64c	0,74c
3	7,90b	1,40a
4	8,70a	1,44a
5	9,81a	1,48a
6	7,77b	1,24b

Averages followed by different lower case letters mean that the treatments differ from each other by the Tukey's test

Thus, treatment 2 with the highest percentage of coconut powder had the lowest diameter and height and treatment 2 was lower than treatment 1 which has the same proportion of coconut powder, but treatment 1 was inoculated with fungi. mycorrhizal plants which promotes a higher absorption of P. In an experiment for seedling production of *Moringa oleifera* [15], observed that the use of green coconut fiber in the substrate should be used in proportions less than 25%, as they reduce the growth of *Moringa oleifera* seedlings and promote nitrogen deficiency.

The highest values of height in the field phase were observed in treatments 1 and 4, differing statistically in relation to the other treatments Table 3. Regarding diameter, the highest values were observed in treatments 1, 3 and 4, differing significantly Table 3.

Table 3. Mean height and diameter of angico seedlings with different proportions of mineral substrate: Coconut powder and inoculated with AMF in the field phase

Treatments	Height (cm)	Diameter (mm)
1	22,25a	1,93a
2	10,45b	1,81b
3	10,76b	2,01a
4	17,62a	2,05a
5	9,61b	1,70b
6	3,00c	1,02c

Averages followed by different lower case letters mean that the treatments differ from each other by the Tukey's test

Thus, *Anadenanthera colubrina* seedlings from treatments 1 and 4 showed the best development when planted in the degraded area by mining Table 3. This shows that the addition of coconut powder to the substrate in treatments 1 and 4 promoted a better development of *Anadenanthera colubrina* seedlings in the field. The addition of other residues such as sewage sludge and tree pruning also demonstrated that *Anadenanthera colubrina* seedlings showed better growth in height and diameter compared to mineral substrates [16].

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

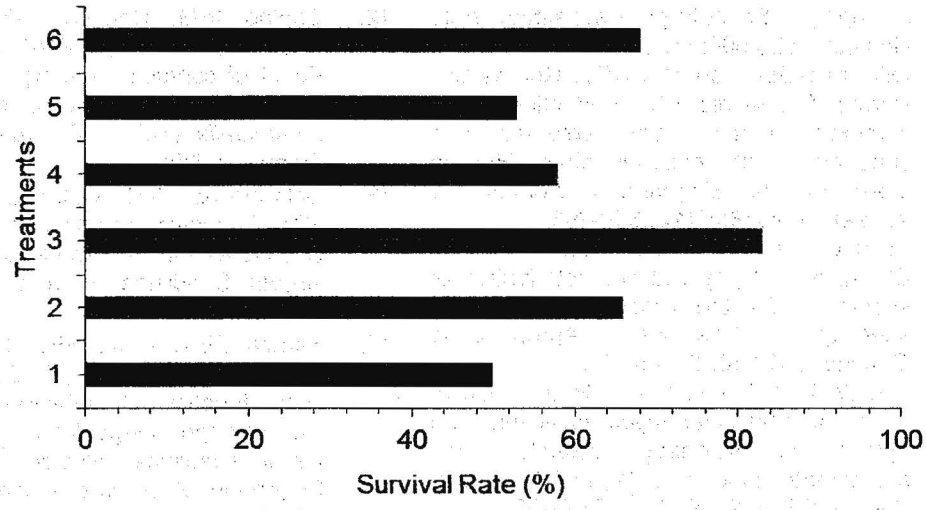


Fig. 1. Survival rate of angico with different proportions of mineral substrate: Coconut powder and inoculated with AMF in the field phase

The *Anadenanthera colubrina* seedlings were planted in an area degraded by sand and gravel mining, with the soil in the area being a sandy subsoil with low water retention capacity. In this sense, the seedlings produced in coconut powder substrate in its composition can retain larger amount of water, having a better development in the degraded area in the evaluated period. Thus, treatment 6 presented the smallest diameter and height, being the treatment in which no AMF were inoculated and no coconut powder was added, compromising the development in the degraded mining area.

In an experiment for seedling production of two eucalyptus species [17], observed that the seedlings produced in coconut fiber substrate presented better development in height and diameter, due to the large microporosity of coconut fiber, conferring greater water retention capacity.

Survival rates may be considered low because rate of 80% or less except treatment 3 (Fig. 1).

In reforestation projects in degraded areas, a survival rate above 80% can be considered a high plantation survival rate [18,19].

Treatment 3 presented the highest survival rate, that is, the conjugation of seedlings produced with coconut powder as a source of organic material in the substrate and the inoculation with AMF can increase the survival of *Anadenanthera colubrina* seedlings in areas degraded by mining.

The importance of the association of AMF in *Anadenanthera colubrina* seedlings for field survival was observed by [8], in which seedlings inoculated with AMF and without fertilization presented higher survival rate.

4. CONCLUSION

The results showed that the addition of coconut powder to the substrate promoted a better development in height and diameter of *Anadenanthera colubrina* seedlings in the mining degraded area. The treatment 4 with coconut powder and inoculation of AMF on *Anadenanthera colubrina* seedlings resulted in higher survival in the planting of degraded area by mining.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Sant'ana MCS, Vaz VHS, Carvalho JBR, Lopes DFC, Silva GF. Feasibility of a coconut and glycerin briquette plant in Sergipe. Scientia Plena. 2012;8(5):24-32.
2. Swarnam TP, Velmurugan, A, Pandey SK, Roy SD. Enhancing nutrient recovery and compost maturity of coconut husk by vermicomposting technology. Bioresource Technology. 2016;207:76-84.
3. Noguera P, Abad M, Noguera V, Maquieira A. Coconut coir waste, a new viable

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

ecologilly – Friendly peat substitute. Acta Horticultural. 2000;517:279-286.

4. Oliveira MSD, Carvalho DFD, Gomes DP, Pereira FA, Medici LO. Production of cut sunflower under water volumes and substrates with coconut fiber. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2018;22(12):859-865.
5. Klein C, Vanin J, Calvete EO, Klein VA. Chemical and physical characterization of substrates for the production of lettuce seedlings. Pesquisa Agropecuária Gaúcha. 2012;18(2):111-119.
6. Luo W, Li J, Ma X, Niu H, Hou S, Wu F. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on uptake of selenate, selenite, and selenomethionine by roots of winter wheat. Plant and Soil. 2019;438(1-2):71-83.
7. Liang Y, Pan F, He X, Chen X, Su Y. Effect of vegetation types on soil arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen-fixing bacterial communities in a karst region. Environmental Science and Pollution Research. 2016;23(18):18482-18491.
8. Vandresen J, Nishidate FR, Torezan JMD, Zangaro FW. Inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and fertilization in the formation and post-transplantation of seedlings of five tree species native to southern Brazil. Acta Botanica Brasilica. 2007;21:753-765.
9. Lorenzi H. Brazilian trees: Manual for the identification and cultivation of tree plants in Brazil. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002;1:368.
10. Comes LH, Eissenstat DM. Linking fine root traits to maximum potential growth rate among 11 mature temperate tree species. Functional Ecology. 2004;18:388-397.
11. Huante P, Rincon E, Allen EB. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on seedling growth of four tree species from the tropical deciduous forest in Mexico. Mycorrhiza. 1993;2:141-145.
12. Coelho IAM, Botelho AVF, Lopes IS, Coelho OAM, Serpa PRK, Passos MAA. Effect of container and type of substrates on the quality of seedlings *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz. Scientia Plena. 2013;9:1-5.
13. Delarmelina WM, Caldeira MVW, Faria JCT, Goncalves EO, Rocha RLF. Different Substrates for the Production of *Sesbania virgata* Seedlings. Floresta e Ambiente. 2014;21:224-233.
14. Santos FEV, Kunz SH, Caldeira MVW, Azevedo CHS, Rangel OJP. Chemical characteristics of substrates formulated with sewage sludge for the production of forest seedlings. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2014;18: 971-979.
15. Rodrigues LA, Muniz TA, Samarão SS, Cyrino AE. Quality of *Moringa oleifera* Lam seedlings grown on substrates with green coconut fiber and organic compounds. Revista Ceres. 2016;63:545-552.
16. Scheer MB, Carneiro C, Bressan AO, Santos KG. Sewage sludge compounds for the production of seedlings *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. CERNE. 2012;18: 613-622.
17. Simões D, Silva RBG, Silva MR. Substrate composition on the development, quality and cost of seedling production Hill ex Maiden × S. T. Blake. Ciência Florestal. 2012;22:91-100.
18. Salomão RP, Brienza Júnior S, Rosa NA. Reforestation dynamics in restoration areas after mining in a protected area in the Amazon. Revista Árvore. 2014;38:1-24.
19. Nogueira WLP, Ferreira MJ, Almeida NO. Initial establishment of forest species in plantation for the recovery of altered area in Amazonas. Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 2015;58(4):365-371.

© 2019 Fernandes et al.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:
The peer review history for this paper can be accessed here:
http://www.sdiarticle4.com/review-history/54457

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

Research, Society and Development, v. 9, n. 7, e526974427, 2020
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4427

Freitas, JR, Santiago, EJP, Freitas, JCR, Silva, ASA, Araujo Filho, RN, Piscoya, VC & Cunha Filho, M (2020). Space-temporal analysis trend of the numbers of dengue cases in Pernambuco-Brazil. ***Research, Society and Development***, 9(7): 1-17, e526974427.

Tendência espaço-temporal do número de casos de dengue em Pernambuco-Brasil

Space-temporal analysis trend of the numbers of dengue cases in Pernambuco-Brazil

Tendencia espacio-temporal em el número de casos de dengue en Pernambuco-Brasil

Recebido: 11/05/2020 | Revisado: 12/05/2020 | Aceito: 16/05/2020 | Publicado: 25/05/2020

Jucarlos Rufino de Freitas
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3497-4263
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: jucarlos123@hotmail.com
Edgo Jackson Pinto Santiago
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3981-7635
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: edgoj@hotmail.com
Juliano Carlo Rufino de Freitas
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4617-4084
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: julianocrufino@pq.cnpq.br
Antonio Samuel Alves da Silva
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8759-0036
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: samuelmathematical@gmail.com
Renisson Neponuceno de Araújo Filho
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9747-1276
Universidade Federal do Tocantins, Brasil
E-mail: renisson@uft.edu.br
Victor Casimiro Piscoya
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1875-9771
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: victor.piscoya@ufrpe.br
Moacyr Cunha Filho
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3466-8143

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: moacyr.cunhafo@ufrpe.br

Resumo

A dengue é uma doença infecciosa emergente, transmitida por mosquitos do gênero *Aedes*, particularmente *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. O clima tropical, vasta extensão territorial e grande fluxo de pessoas no Brasil são fatores que propicia expressivas epidemias do vírus dengue (DENV). Neste contexto, a pesquisa objetivou analisar a distribuição espaço-temporal da tendência dos números de casos de dengue no estado de Pernambuco. A base de dados foi composta pelos registros epidemiológicos semanais sobre os casos de dengue de 2000 a 2018, disponibilizado através da Secretaria de Informação e Comunicação (SIC). A distribuição espacial da tendência dos quadros clínicos de dengue demonstrou concentração elevada no litoral do estado, com maior frequência de casos na Mesorregião Metropolitana do Recife (100%), seguida pela Mata Pernambucana (71,42%), Agreste Pernambucano (60,56%), São Francisco Pernambucano (60,0%) e Sertão Pernambucano (36,58%). A espacialização da tendência permitiu delinear o cenário epidemiológico dos números de casos dengue, constituindo numa ferramenta capaz de nortear planejamentos estratégicos no controle epidêmico em Pernambuco a fim de reduzir o crescimento desenfreado da doença.

Palavras-chave: DENV; Epidemiologia; Testes; Geoprocessamento.

Abstract

Dengue is an emerging infectious disease, transmitted by mosquitoes of the genus Aedes, particularly Ae. aegypti and Ae. albopictus. The tropical climate, vast territory and large flow of people in Brazil are factors that provide expressive epidemics of dengue vírus (DENV). In this context, the research aimed to analyze the space-temporal distribution of the trend of the numbers of dengue cases in Pernambuco state. The database was composed by weeklys epidemiological records about the dengue cases from 2000 to 2018, made available through the Information and Communication Secretariat (SIC). Spatial distribution of dengue clinical pictures demonstrated a high concentration on the coast of the state, with a higher frequency of cases in the Metropolitan Region of Recife (100%), followed by Mata Pernambucana (71,42%), Agreste Pernambucano (60,56%), San Francisco Pernambucano (60,0%) e Sertao Pernambucano (36,58%). Spatialization of the permitted trend outlines the epidemiological scenario of the numbers of dengue cases, consisting a tool capable of guiding strategic

Confere com o original

planning for epidemic control in Pernambuco in order to reduce the growth rampant of the disease.

Keywords: DENV; Epidemiology; Tests; Geoprocessing.

Resumen

Dengue es una enfermedad infecciosa emergente, transmitida por mosquitos del género Aedes, particularmente Ae. aegypti y Ae. albopictus El clima tropical, el vasto territorio y el gran flujo de personas en Brasil son factores que proporcionan epidemias expresivo de virus dengue (DENV). En este contexto, esta investigación tuvo como objetivo analizar la distribución espacio-temporal de la tendencia en el número de casos de dengue en el estado de Pernambuco. La base de datos consistió en registros epidemiológicos semanales sobre los casos de dengue entre 2000 y 2018, disponibles a través de la Secretaría de Información y Comunicación (SIC). La distribución espacial de la tendencia de las condiciones clínicas del dengue mostró una alta concentración en la costa del estado, con una mayor frecuencia de casos en la Mesorregión Metropolitana de Recife (100%), seguido de la Mata Pernambucana (71,42%), del Agreste Pernambucano (60,56 %), del San Francisco Pernambucano (60,0%) y del Sertão Pernambucano (36,58%). La especialización de la tendencia permitió delinear el escenario epidemiológico del número de casos de dengue, constituyendo una herramienta capaz de guiar los planes estratégicos en el control de la epidemia en Pernambuco para reducir el crecimiento desenfrenado de la enfermedad.

Palabras clave: DENV; Epidemiología; Pruebas; Geoprocesamiento.

1. Introdução

Segundo Ferreira, Chiaravalloti Neto e Mondini, (2018), 390 milhões de pessoas são infectadas anualmente, acarretando cerca de 500 mil internações e 20 mil óbitos. No Brasil, especificamente no estado de Pernambuco, foram notificados, em 2015, o maior número de casos de dengue na história, ou seja cerca de 102.721 casos, 26 casos graves, 74 casos com sinal de alarme, resultando em 23 óbitos.

Estudo extensivo realizado por Teixeira et al. (2013), demonstram um aumento geral na distribuição e gravidade da dengue no Brasil, no período de 2000 a 2010, em relação a década passada, em que a co-circulação de vários sorotipos de DENV e alta endemicidade da dengue podem ser responsáveis pela aumento da ocorrência de formas graves de dengue e aumento do número de hospitalizações relacionadas à dengue. Diante deste cenário, faz-se

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

necessário desenvolver pesquisas capazes de averiguar a tendência espaço temporal do crescimento/decrescimento de epidemias em um país, região ou estado, a fim de fornecer subsídios para as agências reguladoras de saúde estruturar suas estratégias de ação.

O mosquito do ***Aedes aegypti*** desenvolve-se melhor em países tropicais e subtropicais, além disso, encontra-se ativo durante o dia, e seus ovos são resistentes e sobrevivem por vários meses na ausência de água (Farnesi et al., 2019). Embora, vacinas sejam comercializadas no tratamento dos quatro sorotipos antigenicamente distintos (DENV-1 a 4) (Campos et al., 2018), isto não soluciona o problema da proliferação deste vetor e estudos descrevem um novo sorotipo, o DENV-5 (de Sousa et al., 2020), sendo, portanto, mais eficiente promover campanhas de conscientização pública através de dados parametrizados e que norteiem as ações governamentais, além de investir no desenvolvimento de compostos que atuem como larvicidas para erradicação deste vetor (Menezess et al., 2015).

O processo de urbanização, sem planejamento, implicou no surgimento de diversos problemas relacionados às epidemias promovidas por arboviroses (Wilke; Wilk-da-Silva; Marrelli, 2017). No geral, essas arboviroses são transmitidas por diferentes espécies de mosquitos, destacando-se o *Aedes aegypti*, principal vetor de doenças graves, a citar: dengue, febre amarela, Zika Vírus e Chikungunya (Kraemer et al., 2019).

Vale ressaltar que a proliferação do ***Aedes aegypti*** está intrinsecamente ligada as condições sócio demográficas, aspectos biológicos, descarte inapropriado do lixo e acúmulo de água em recipientes inadequados. Além disso, as variáveis climatológicas contribuem para o aparecimento de novas doenças, possibilitando o surgimento de doenças reemergentes (Barcellos et al., 2009; Valle; Pimenta; Cunha, 2015; Marques; Siqueira; Portugal, 2020).

O trabalho visa, através de técnicas estatísticas não paramétricas, identificar tendências de aumento/diminuição bem como mudanças bruscas nas médias anuais de casos de dengue no estado de Pernambuco. Os resultados obtidos podem ser utilizados pelo governo do estado para elaborar estratégias e mitigar o número de casos e mortes para região em estudo.

2. Metodologia

O conjunto de informações utilizadas para o desenvolvimento do trabalho remetem ao número de casos de dengue semanais no estado de Pernambuco, disponibilizados pela Secretaria de Informação e Comunicação (SIC), no período de janeiro 2000 a dezembro de 2018, compreendendo os 185 municípios do estado.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

A tendência na Série Temporal (ST) representa o comportamento da série ao longo do tempo, refletindo na evolução global no sentido do crescimento ou decrescimento do nível da série. No estudo foi utilizado pelo teste sequencial de Mann-Kendall (SMK), proposto por Sneyres (1990).

O teste SMK é um teste não paramétrico, deriva-se de um teste de correlação de classificação para dois grupos de observações, proposto por Kendall (1995), no qual, verifica se as observações são independentes e identicamente distribuídas, cuja as hipóteses são definidas por:

H_0: As observações da série não possuem tendências

H_1: As observações da série possuem tendência monotônica no tempo

Seja $Z_t = \{z_t \in R | t = 1,2,..,N\}$ as observações de uma série temporal, em que t é um índice cronológico e N é a quantidade de observações, o procedimento consiste em realizar a soma de $t_n = \sum_{i=1}^{N} m_i$ do número de termos m_i da série, relativo ao valor Z_t cujos termos precedentes ($j < i$) são inferiores ao mesmo ($Z_i < Z_j$) (Pinheiro; Graciano; Severo, 2013). À medida que o tamanho N da amostra aumenta, sob a hipótese nula de não existência de tendência, t_n apresentará uma distribuição normal com média e variância, respectivamente, por:

$$E(t_n) = \frac{N(N-1)}{4} \quad (1)$$

$$Var(t_n) = \frac{N(N-1)(2N+5)}{72} \quad (2)$$

Sendo assim, sob H_0, utilizando o teste bilateral, a estatística do teste $U(t_n)$ é definida por:

$$U(t_n) = \frac{t_n - E(t_n)}{\sqrt{Var(t_n)}} \quad (3)$$

em que rejeita-se H_0 para grandes valores de $U(t_n)$. Outra alternativa consiste em calcular o valor de α^* por meio de uma tabela de distribuição normal padronizada, tal que: rejeita H_0 se $\alpha^* = P(|U| > |U(t_n)|) < \alpha$, sendo α o nível de significância ($\alpha = 0.05$). Caso H_0 seja rejeitada, o sinal da estatística do teste $U(t_n)$ indicará tendência positiva $U(t_n) > 0$ ou negativa $U(t_n) < 0$.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Assim, a estatística do teste $U(t_n)$ é calculada no sentido direito da série, isto é, partido de $1 \leq t \leq N$. De modo análogo, aplica-se o mesmo princípio no sentido esquerdo da série, ou seja, $N \leq t \leq 1$, definindo assim, a estatística inversa $U^*(t_n)$. Se houver ponto de intersecção entre as curvas $U(t_n)$ e $U^*(t_n)$, detecta-se uma possível mudança de tendência na série analisada. No entanto, o ponto de mudança só é significativo se as intersecções das curvas ocorrem dentro dos valores críticos $-1{,}96 < U(t_n) < 1{,}96$.

Em seguida, aplica-se o teste de homogeneidade de Pettitt (PETT) para determinar o ponto (ou ano) aproximado que inicia a quebra da tendência (Pettit, 1979; Yu; Yang; Kuo, 2006). O teste PETT trata-se de um teste não paramétrico baseado no teste Mann-Whitney que verifica se duas amostras $Z_1, Z_2, \ldots, Z_t$ e $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \ldots, Z_T$ provêm da mesma população (Nachar, 2008).

Na etapa inicial do teste, calcula-se a contagem do número de vezes que um membro da primeira amostra é maior que um membro da segunda amostra. Desse modo, a estatística do teste $U_{t,T}$ é definida por:

$$U_{t,T} = U_{t-1,T} + \sum_{i=1}^{T} sgn(Z_i - Z_j), para\ i = 2, \ldots, T \quad (4)$$

em que $sgn(z)$ representa a função sinal e assume valores:

$$sgn(Z_i - Z_j) = \begin{cases} 1, Z_i > Z_j \\ 0, Z_i = Z_j \\ -1, Z_i < Z_j \end{cases}$$

Posteriormente, obtêm-se a estatística $K(t) = max_{1 \leq t \leq T} |U_{t,T}|$ pelo teste PETT, onde localiza o ponto de mudança brusca na série temporal cuja a significância pode ser avaliada, de acordo com a equação (5):

$$p \cong 2 . \exp\left(\frac{-6 . K(t)^2)}{T^3 - T^2}\right) \quad (5)$$

em que $K(t)$ representa o valor máximo absoluto de $U_{t,T}$ e T o tamanho da série. O ponto de mudança (ou descontinuidade) da série é verificado quando o valor de t ocorre para o valor máximo de $K_{crit.}$

$$K_{crit.} = \pm\sqrt{\frac{ln\left(\frac{p}{2}\right)(T^3 - T^2)}{6}} \quad (6)$$

Confere com o original

Siape

3. Resultados e Discussão

O estado de Pernambuco é composto por 185 municípios com uma população de 9.557.071 milhões de pessoas, segundo os dados de 2019 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os testes de SMK e de PETT foram empregados para todos os municípios do estado. Inicialmente, o estudo foi realizado para os cinco municípios mais populosos das cinco mesorregiões do estado de Pernambuco: Serra Talhada (Sertão Pernambucano, população de 86.350 habitantes), Petrolina (São Francisco Pernambucano, população de 349.145 habitantes), Caruaru (Agreste Pernambucano, população de 361.118 habitantes), Vitória do Santo Antão (Mata Pernambucana, população de 138.757 habitantes) e Recife (Metropolitana do Recife, população de 1.645.727 habitantes), em seguida, para a totalidade do estado, em forma de gráfico, com o intuito de interpretar as tendências das ST, utilizando-se os testes SMK e PETT.

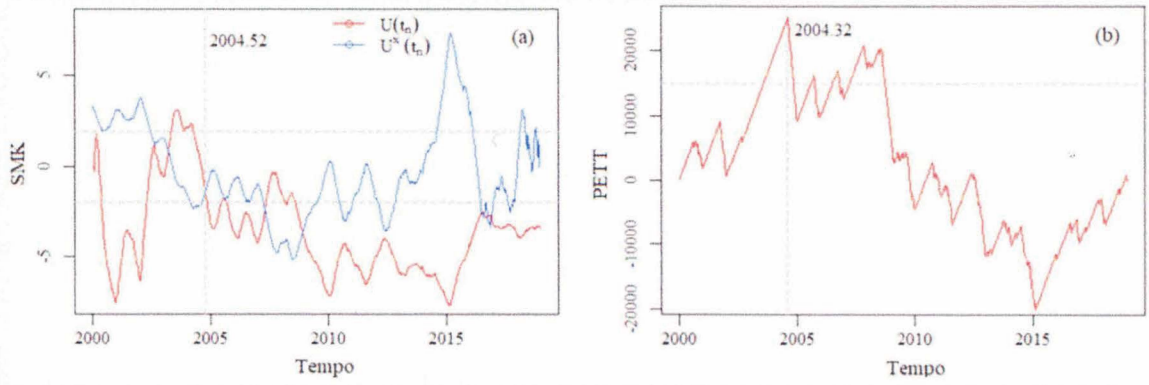
Com a finalidade de estabelecer um critério que expresse os resultados dos testes SMK e PETT, utilizou-se a seguinte convenção: os sinais (+ +) e (- -), para tendência positiva e negativa, cujo primeiro sinal correspondente ao teste SMK e o segundo ao teste PETT respectivamente, tornando significativos se o p-valor for abaixo de 5%. Os sinais (? -), (? +) e (? ?) foram adotados para indicar ausência de tendência na série avaliada, independente do segundo teste (? -) e (? +).

A Figura 1 apresenta os testes de SMK e de PETT aplicados para o número de casos semanais de dengue no município de Caruaru/PE. Nos gráficos dessas figuras as linhas pontilhadas horizontais indicam os intervalos de confiança para o teste de Mann-Kendall ao nível de significância de 5%, observa-se uma tendência decrescente (- -) do número de casos. Esse resultado está relacionado ao teste SMK (Figura 1a), em que houve cruzamentos das curvas $U(t_n)$ e $U^*(t_n)$ entre os intervalos de confiança estabelecido, tornando-se significativo na 52ª semana epidemiológica (SE) de 2004 e o ponto de mudança brusca de $K(t)$ pelo teste de PETT (Figura 1b), ocorreu ao cruzar o limite de 5% com máximo inferido em 2004. Confirmando assim, o registro de tendência negativa (- -) para ambos os testes a partir de 52ª SE de 2004 nessa localidade.

Confere com o original

Siape

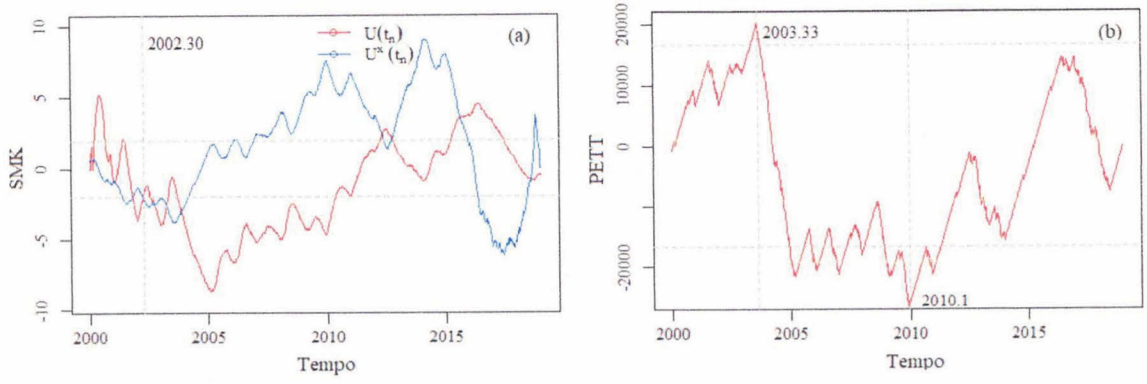
Figura 1. Testes não paramétricos (a) SMK e (b) PETT para o número de casos semanais de dengue no município de Caruaru/PE, no período de janeiro de 2000 a dezembro 2018.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

Ao analisar o número de casos de dengue no município de Petrolina/PE, verifica-se o registro de tendência positiva (+ +) a partir da 30ª SE de 2002 (Figura 2a) e o ponto de mudança brusca de $K(t)$, ocorreu ao cruzar o limite crítico estabelecido de 5% na primeira SE de 2010 (Figura 2b). Segundo Rei, Abrahão e Moura (2018), a proliferação de doenças nessa região está associada aos impactos ambientais provocados no Rio São Francisco, em decorrência do desenvolvimento acelerado das cidades de Petrolina e Juazeiro.

Figura 2. Testes não paramétricos (a) SMK e (b) PETT para o número de casos semanais de dengue no município de Petrolina/PE, no período de janeiro de 2000 a dezembro 2018.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

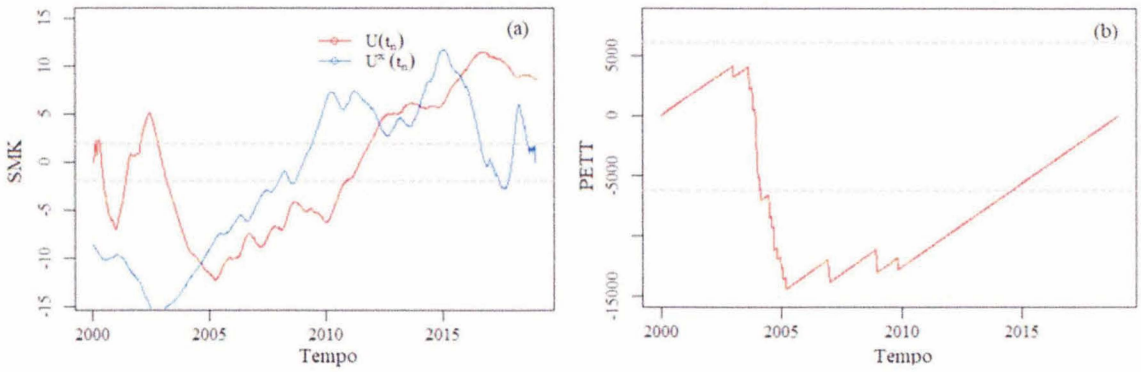
Para o número de casos de dengue no município de Recife, nenhuma tendência foi confirmada, visto que o cruzamento das curvas estatísticas no teste SMK ocorreu fora dos intervalos de confiança de 5% (Figura 3a), e a curva estatística do teste PETT (Figura 3b) ter

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

cruzado o nível de significância e registrado valor mínimo em 2005. A ausência de tendência é notória, pois o município registra casos de dengue recorrente com índices que demonstram situação constante de risco para a ocorrência de surto ou encontra-se em situação de alerta.

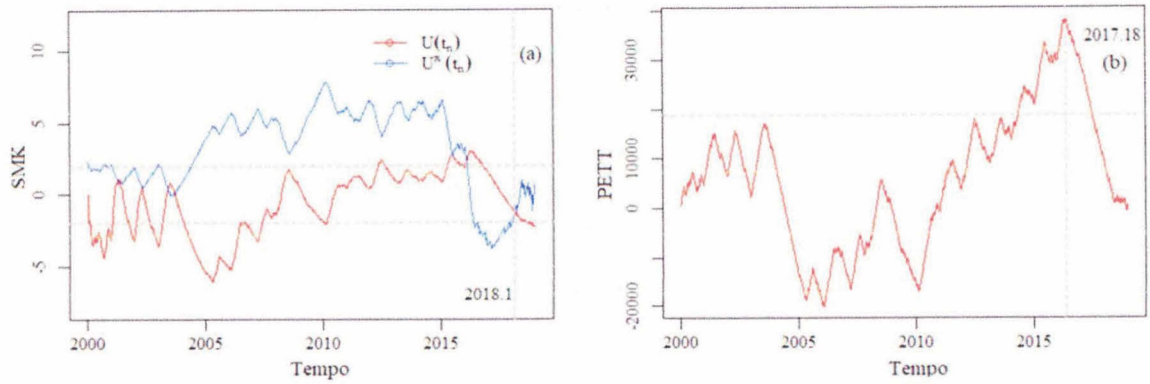
Figura 3. Testes não paramétricos (a) SMK e (b) PETT para o número de casos semanais de dengue no município de Recife/PE, no período de janeiro de 2000 a dezembro 2018.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

Entretanto, para o município de Serra Talhada/PE foi inferida tendência negativa (- -) no número de casos de dengue a partir da primeira SE de 2018, pois o cruzamento registrado pelas curvas estatísticas no teste SMK (Figura 4a), representando o indício de tendência na ST. Visando confirmar essa tendência, aplicou-se o teste PETT (Figura 4b) e verificou-se que a curva ultrapassou o nível de significância de 5%, com máximo registrado em 17ª SE de 2017, conferindo um elevado grau de significância para essa tendência para essa data.

Figura 4. Testes não paramétricos (a) SMK e (b) PETT para o número de casos semanais de dengue no município de Serra Talhada/PE, no período de janeiro de 2000 a dezembro 2018.

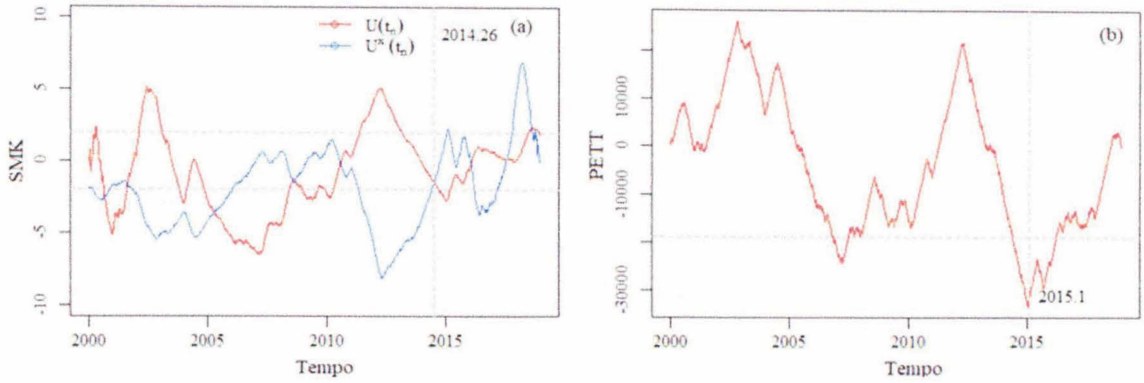


Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

Confere com o original

Para o município de Vitória de Santo Antão/PE foi possível verificar que o teste SMK (Figura 5a) acusou vários cruzamentos das curvas estatísticas $U(t_n)$ e $U^*(t_n)$ entre os intervalos de confiança, dando indícios de haver tendência nessa variável, porém numa data indefinida, tornando necessário o uso do teste PETT. Observa-se, na Figura 5b, que o ponto de mudança brusca de $K(t)$, ocorreu ao cruzar o limite crítico estabelecido de 5% na primeira SE de 2015, confirmando, desta maneira, tendência de crescimento (+ +) para o número de casos de dengue no período estudado.

Figura 5. Testes não paramétricos (a) SMK e (b) PETT para o número de casos semanais de dengue no município de Vitória de Santo Antão/PE, no período de janeiro de 2000 a dezembro 2018.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

Por meio da análise gráfica dos testes não paramétrico, SMK e PETT, para os cinco municípios do estado de Pernambuco, constatou-se que Caruaru, Petrolina, Serra Talhada e Vitória do Santo Antão apresentou existência da tendência nas STs, enquanto que Recife não apresentou existência de tendência nas STs. Para os demais municípios foram realizados os testes SMK e PETT e o resultados apresentados em escala espacial. A Figura 6 apresenta o resumo destes resultados obtidos pelos testes do número de casos semanais de dengue, para o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2018. Verifica-se pelos testes que os municípios do estado de Pernambuco apresentaram uma tendência estatisticamente significativa (p-valor<0.05) de crescimento (verde), decrescimento (vermelho) ou ausência de tendência (amarelo).

Analisando a espacialização, nota-se que os municípios próximos ao litoral (Região Metropolitana do Recife) apresentaram uma tendência positiva para 100% de seus municípios, entre eles 46,67% apresentou ausência pelo teste SMK (? +), mas com indícios de

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

aumento para o teste de PETT, conforme a Tabela 1. Este aumento possivelmente estar associado a fatores climatológicos, pois os municípios da Mesorregião Metropolitana do Recife sofrem influências da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), El Ninõ, La Niña e eventos extremos que influenciam na alteração do ecossistema e de ciclo biogeoquímico, que podem acelerar a propagação de doenças infecciosas (Collischonn; Dubreuil; Mendonça, 2018). Resultado corroborado por Ribeiro et al. (2016) e Monteiro et al. (2009), demonstram que períodos chuvosos aumentam o número de casos de dengue, além da precipitação, a temperatura elevada apresenta uma correlação positiva na transmissão de dengue.

Tabela 1. Resultados dos percentuais de tendências significativas para cada mesorregião do estado de Pernambuco, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2018, por meio da aplicação dos testes não paramétricos SMK e PETT.

Mesorregião	**Tendência**				
	(++)	(? +)	(- -)	(? -)	(? ?)
Metropolitana do Recife	53,33 %	46,67%	0,0%	0,0%	0,0%
Mata Pernambucana	30,95%	40,47%	16,67	9,52%	2,38%
Agreste Pernambucano	33,80%	26,76%	25,35%	14,08%	0,0%
São Francisco Pernambucano	33,33%	26,67%	26,67%	13,33%	0,0%
Sertão Pernambucano	21,95%	14,63%	46,34%	12,19%	4,87%

Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

Semelhantemente a Metropolitana do Recife, a Mata Pernambucana é endêmica para dengue e apresenta uma tendência positiva para 71,42% de seus municípios, entre eles 40,47% apresentou ausência pelo teste SMK (? +), mas com indícios de aumento para o teste de PETT, no período estudado. A Mata Pernambucana tem como principais características as altas temperaturas, em média 25°, e alto índice de pluviosidade no outono e inverno (Silva; Nóbrega, 2012) influenciada pela proximidade com o Oceano Atlântico, favorecendo a expansão de doenças infecciosa. De modo análogo, o Agreste Pernambucano apresentou a mesmas características que a Mata Pernambucana com tendência positiva para 60,56% de

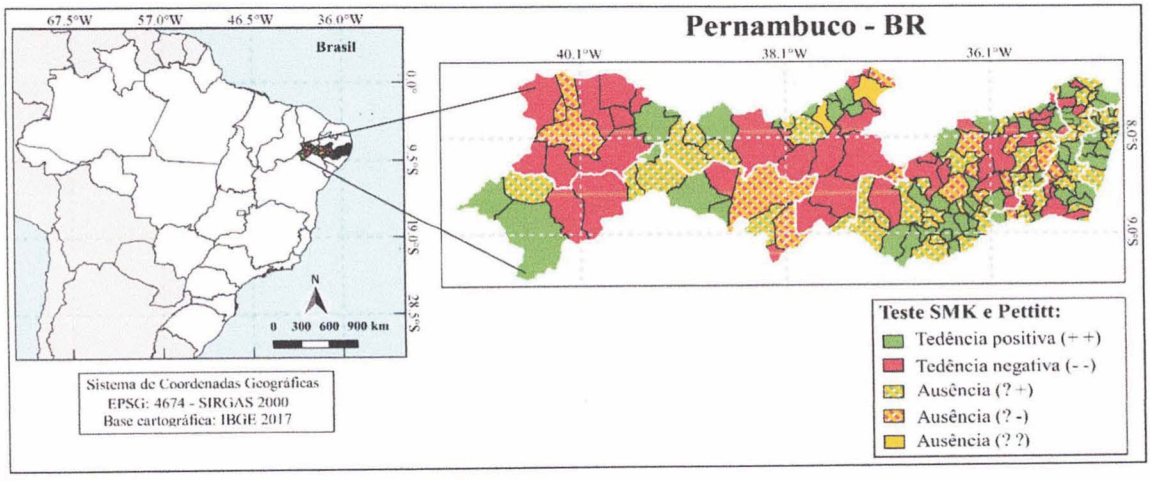
Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

seus municípios, entre eles 26,76% apresentou ausência pelo teste SMK (? +), mas com indícios de aumento para o teste de PETT.

Ressalta-se que, os municípios do Agreste, Mata e Metropolitana do Recife são compostos por vegetação litorânea e Mata Atlântica sendo capaz de influenciar negativamente o desenvolvimento do vetor (Lins; Candeias, 2018), contudo, o desmatamento na região contribuiu para a expansão dos mosquitos, já que há perda e fragmentação do seu habitat (Mayer; Tesh; Vasilakis, 2017). Um estudo extensivo realizado por Moura et al. (2014), demonstra que desmatamento da Mata Atlântica apresentou relação positiva estatisticamente significativa com a incidência da doença no Estado do Rio de Janeiro, nos anos de 2001 a 2008.

Figura 6. Espacialização da distribuição de tendências do número de casos semanais de dengue para o estado de Pernambuco, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2018, por meio da aplicação dos testes não paramétricos SMK e PETT.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

No entanto, contata-se que o número de casos de dengue diminui com o distanciamento do litoral, ou seja, os municípios localizados no Sertão Pernambucano apresentaram menores amplitudes em relação as demais Mesorregiões com tendência negativa para 58,53% de seus municípios, entre eles 12,19% apresentaram ausência pelo teste SMK (? -), mas com indícios de redução para o teste de PETT. Esta redução pode estar relacionada com clima semiárido da região, ocasionado assim, a falta de chuvas que propiciam a não eclosão dos ovos do mosquito (Baracho et al., 2014).

Já a Mesorregião do São Francisco Pernambucano apresentou comportamentos variados com tendências de crescimento e decrescimento para 33,33% e 26,67% de seus

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

municípios. Também, observa-se que os municípios que faz divisa com a Bahia apresentaram tendência positiva, com exceção de Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista e Jatobá, este aumento pode estar associado ao Rio São Francisco que atravessa o estado da Bahia, fazendo sua divisa ao norte com Pernambuco, sendo este um possível fator de disseminação na região. Além disso, analisando o mapa geográfico da região foi verificado que existem três Barragens: Sobradinho, Itaparica e Paulo Afonso próximas ao Norte de Pernambuco que podem influenciar a distribuição dos vetores e necessariamente dos vírus (Ebi; Nealson, 2016).

4. Considerações Finais

A análise espaço-temporal da tendência em Pernambuco apontam possíveis causas de mudanças observadas nas STs, tendo em vista a complexidade em associar essas alterações devido a eventos extremos, como o El Ninõ, La Niña, desmatamentos, queimadas, grande fluxo de pessoas, favorecimento do clima tropical e vasta extensão territorial, entre outros fatores que influenciam na alteração do ecossistema e de ciclo biogeoquímico, que podem acelerar a propagação de doenças infecciosas.

No mais, os resultados obtidos pelo geoprocessamento demonstram áreas com indícios de tendência e mudanças bruscas nas médias anuais fornecendo subsídios para as agências reguladoras de endemias e epidemias do estado de PE montarem suas estratégias de ação.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); ao Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) e a Secretaria de Informação e Comunicação (SIC).

Referências

Baracho, R. C. M., Ismael Filho, A., Gonçalves, A., Nunes, S. D. T. S., & Borges, P. D. F. (2014). A influência climática na proliferação da dengue na cidade de Areia, Paraíba. *Revista Gaia Scientia*, 8(1), 65-73.

Confere com o original

Siape

Barcellos, C., Monteiro, A. M. V., Corvalán, C., Gurgel, H. C., Carvalho, M. S., Artaxo, P., Hacon, S., & Ragoni, V. (2009). Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 18(3), 285-304. http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742009000300011.

Campos, J. M., Oliveira, D. M. D., Freitas, E. J. D. A., & Neto, A. C. (2018). Arboviroses de importância epidemiológica no Brasil. *Revista de Ciências da Saúde Básica e Aplicada*, 1(1), 36-48.

Collischonn, E., Dubreuil, V., & Mendonça, F. D. A. (2018). Relações entre o clima e saúde: o caso da dengue no Rio Grande do Sul no período de 2007 a 2017. *Confins. Revista Franco-brasilera de Geografia*, (37), 1-57. https://doi.org/10.4000/confins.15431.

De Sousa, M. M. F., De Melo, B. D. O., Costa, A. K. S., Nunes, J. P. P., Monteiro, S. G., De Carvalho, A. C. P., Pinto, C. M. F. S., Cosme, L. M. S. S., TurRI, R. J. G., Texeira, M. M., & Bomfim, M. R. Q. (2020). Detection and differentiation of dengue virus serotypes by one-step multiplex reverse transcription PCR assays. *Brazilian Journal of Development*, *6*(1), 227-246. https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-016.

Ebi, K. L., & Nealon, J. (2016). *Dengue in a changing climate. Environmental Research*, 151, 115-123. https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.026.

Farnesi, L. C., Belinato, T. A., Gesto, J. S. M., Martins, A. J., Bruno, R. V., & Moreira, L. A. (2019). Embryonic development and egg viability of w Mel-infected Aedes aegypti. *Parasites & Vectors*, *12*(1), 211. https://doi.org/10.1186/s13071-019-3474-z.

Ferreira, A. C., Chiaravalloti Neto, F., & Mondini, A. (2018). Dengue in Araraquara, state of São Paulo: epidemiology, climate and Aedes aegypti infestation. *Revista de Saúde Pública*, *52*, 18. https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052000414.

Kendall, M. G. (1955). Rank correlation methods. Griffin, London.

Kraemer, M. U., Reiner, R. C., Brady, O. J., Messina, J. P., Gilbert, M., Pigott, D. M., YI, D., Johnson, K., Earl, L., Marczak, L. B., Shirude, S., Weaver, N. D., Bisanzio, D., Perkins, T.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

A., Lai, S., Lu, X., Jones, P., Coelho, G. E., Carvalho, R. G., Bortel, W. V., Marsboom, C., Hendrickx, G., Schaffner, F., Moore, C. G., Nax, H. H., Bengtsson, L., Wetter, E., Tatem, A. J., Brownstein, J. S., Smith, D. L., Lambrechts, L., Cauchemez, S., Linard, C., Faria, N. R., Pybus, O.G., Scott, T. W., Liu, Q., Yu, H., Wint, G. R. W., Hay, S. I., & Golding, N. (2019). Past and future spread of the arbovirus vectors Aedes aegypti and Aedes albopictus. *Nature Microbiology*, *4*(5), 854-863. https://doi.org/10.1038/s41564-019-0376-y.

Lins, T. M., & Candeias, A. L. B. (2018). Estudo da influência de variáveis socioeconômicas em casos confirmados de Zika em Recife, Pernambuco. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 4(1).

Marques, C. A., Siqueira, M. M. D., & Portugal, F. B. (2020). Avaliação da não completude das notificações compulsórias de dengue registradas por município de pequeno porte no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, *25*, 891-900. https://doi.org/10.1590/1413-81232020253.16162018.

Mayer, S. V., Tesh, R. B., & Vasilakis, N. (2017). *The emergence of arthropod-borne viral diseases: A global prospective on dengue, chikungunya and zika fevers. Acta Tropica*, 166, 155-163. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.11.020.

Monteiro, E. S. C., Coelho, M. E., Cunha, I. S. D., Cavalcante, M. D. A. S., & Carvalho, F. A. D. A. (2009). Aspectos epidemiológicos e vetoriais da dengue na cidade de Teresina, Piauí-Brasil, 2002 a 2006. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 18(4), 365-374. http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742009000400006.

Moura, P. M., Docile, T. N., Arnóbio, A., & Figueiró, R. (2014). O Desmatamento e o Crescimento urbano desordenado no estado do Rio de Janeiro: impactos na dinâmica do Dengue. *Cadernos UniFOA*, 9(24), 77-85.

Nachar, N. (2008). The Mann-Whitney U: A test for assessing whether two independent samples come from the same distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, *4*(1), 13-20.

Confere com o original
Siape

Pettitt, A. N. (1979). *A non-parametric approach to the change-point problem. Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 28(2), 126-135. Doi: https://doi.org/10.2307/2346729.

Pinheiro, A., Graciano, R. L. G., & Severo, D. L. (2013). Tendência das séries temporais de precipitação da região sul do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 28(3), 281-290. https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000300005.

Reis, J. L. B., De Lacerda Abrahão, B. O., & Moura, D. L. (2017). Os problemas do rio São Francisco na percepção de moradores de Petrolina e Juazeiro: a saúde em foco. *Saúde e Pesquisa*, 10(3), 473-484. https://doi.org/10.17765/2176-9206.2017v10n3p473-484.

Ribeiro, E. A. W. (2019). CHAPECÓ/SC: PARTIAL RESULTS. *Hygeia*, 15(33), 29-41. http://dx.doi.org/10.14393/Hygeia153351663

Silva, E. B., & DA Cunha Nóbrega, P. R. (2012). Dengue: reflexões sobre a incidência da doença no município de Palmares, Pernambuco no pós-enchente (2010, 2011). *Journal of Management & Primary Health CarE*, 3(2), 106-113. https://doi.org/10.14295/jmphc. v3i2.147.

Sneyres, R. (1990). Technical note no. 143 on the statistical Analysis of Time Series of Observation. *World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.*

Teixeira, M. G., Siqueira, J. B., Germano JR, L. C., Bricks, L., & Joint, G. (2013). Epidemiological trends of dengue disease in Brazil (2000–2010): a systematic literature search and analysis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(12). https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002520.

Valle, D., Pimenta, D. N., & Da Cunha, R. V. (Eds.). (2015). Dengue: teorias e práticas. SciELO-Editora FIOCRUZ.

Confere com o original

Moacyr Gurma Filho
Siape

Wilke, A. B. B., Wilk-da-Silva, R., & MarrellI, M. T. (2017). Microgeographic population structuring of Aedes aegypti (Diptera: Culicidae). *PloS One, 12*(9), e0185150. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185150.

Yu, P. S., Yang, T. C., & Kuo, C. C. (2006). *Evaluating long-term trends in annual and seasonal precipitation in Taiwan. Water Resources Management*, 20(6), 1007-1023. https://doi.org/10.1007/s11269-006-9020-8

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Jucarlos Rufino de Freitas – 40%

Edgo Jackson Pinto Santiago – 10%

Juliano Carlo Rufino de Freitas – 10%

Antonio Samuel Alves da Silva – 10%

Renisson Neponuceno de Araújo Filho – 10%

Victor Casimiro Piscoya – 10%

Moacyr Cunha Filho – 10%

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Chapter 9
Print ISBN: 978-81-934224-3-4, eBook ISBN: 978-93-89246-17-9

Riparian Buffer Strip Width Design in Semiarid Watershed Brazilian

Victor Casimiro Piscoya[1*], Vijay P. Singh[2], Jose Ramon Barros Cantalice[3], Sergio Monthezuma Santoianni Guerra[3], Moacyr Cunha Filho[4], Cristina dos Santos Ribeiro[3], Renisson Neponuceno de Araújo Filho[5] and Edja Lillian Pacheco da Luz[3]

DOI:10.9734/bpi/atias/v1

ABSTRACT

The use of riparian areas as water quality management tools, primarily derived from the studies of agricultural watersheds, where low phosphorus and large nitrate reductions in the suspended sediment are observed. A riparian strip performs many key functions, such as nutrient uptake, trapping of sediment or pesticides. Therefore, a number of different forms of protection strips have been applied in the field according to relief, steepness and location for use. Studies assessing technologies to design riparian strips using plant covers, based on sediment yield in river basins, are required for environmental protection. The removal of semi-shrubby, native vegetation in the Brazilian semiarid region, has contributed to the degradation of semiarid basins. The aim of this study was to design a riparian strip for the Jacu River in the semiarid region of Pernambuco as a function of sediment yield. Experiments were conducted during the years 2008-2011 in the Jacu River basin at Serra Talhada, Pernambuco State, Brazil. The sediment yield in the Jacu River channel was obtained by measuring suspended and background solid discharge. The riparian strip width estimated in the riparian areas of the Jacu River basin was 15 m. It was concluded that for this study, the sediment yield time and observation of hydrological data were important factors for determining the riparian strip width with greater security.

Keywords: Riparian vegetation; degradation; erosion; soil conservation.

1. INTRODUCTION

Studies for assessing technologies to design riparian strips using plant covers, based on the sediment yield in river basins, are needed for environmental protection. Some forms of riparian strips are agricultural landscape features that have arisen as a result of an environmental law or are areas that are difficult to work [1]. Riparian buffers perform many key functions, such as the ability to trap nutrients, sediment, or pesticides transported from upslope areas. This evidence has contributed to a number of different forms of buffer strips being applied according to the localized landform, slope, and field use. In addition to their primary role of trapping nutrients and sediment, riparian buffers can provide multiple benefits in terms of biodiversity and water regulation [1]. Some authors reported that large permanent vegetation strips produce an effective reduction of pesticides carried by runoff, because of the ability of vegetation to slow runoff and promote water infiltration and adsorb

[1]*Department of Rural Technology-Environmental Engineering, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.*
[2]*Department of Biological and Agricultural Engineering and Zachry Department of Civil Engineering, Texas A&M University, College Station, Texas 77843-2117, USA.*
[3]*Department of Environmental Engineering, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.*
[4]*Department of Informatics and Statistics, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.*
[5]*Department of Forestry Engineering, Federal University of Tocantins (UFT), Tocantins, Brazil.*
**Corresponding author: E-mail: victor.piscoya@ufrpe.br;*

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

herbicides, these strips can improve the quality of water and produce additional environmental benefits when used with other soil management practices [2].

The use of riparian areas as water quality management tools, primarily derived from the studies of agricultural watersheds, where low phosphorus and large nitrate reductions in the suspended sediment are observed [3] and [4], in addition to influencing the processes of direct flow generation due to rain, peak flood attenuation, runoff power dissipation due to the roughness of banks, heat water balance, stability of banks and ravines, nutrient cycling, and sediment control [5]. Georgakakos et al. [6] observed the development of new runoff source areas and short-circuiting of the riparian buffer as well as repeated presence of cows in the fenced-out area, all of which may diminish the potential effectiveness of this practice.

Riparian buffer zone is an ecotone located between human-disturbed lands and wetlands, lakes, or rivers. The main functions of the riparian buffer zone is to protect wetland ecosystem through flooding control, water protection, soil conservation, habitat provision for wild species diversity, and the influence they have on ecosystem processes in wetlands [7]. A riparian strip performs many key functions, such as nutrient uptake, trapping of sediment or pesticides. Therefore, a number of different forms of protection strips have been applied in the field according to relief, steepness and location for use. In addition to capturing nutrients and sediments, riparian strips can provide multiple benefits in terms of biodiversity and water regulation. However, the current practice conceptualizes landscape components interacting with a range of goods and ecosystem services [8]. Vegetation strips or buffer strips represent a soil conservation technique of low potential for reducing the transport of pesticides by runoff from adjacent agricultural areas to water bodies [9].

Studies have shown that the buffer function of a riparian strip is complex because not all factors can be fully controlled and the final destination of chemicals is closely related not only to their chemical properties but also with the characteristics of events, such as rain, harvest and plant cover conditions [10]. Much has been currently discussed in riparian areas forming part of plant systems essential to environmental balance, representing, therefore, a central concern for sustainable rural development.

Despite their undeniable environmental importance, riparian forests have been eradicated in many parts of Brazil. There are a few major studies on a micro experimental watershed which provide limited information for the development of hydrological and sedimentological criteria that can be utilized to determine the minimum riparian strip width in a riparian zone in order to ensure the protection of waterways [11]. On the other hand, the Brazilian Forest Code of 1965 only presents strict limits of width for vegetation strips on watercourses and does not define scientific criteria for determining the width of riparian areas. In Brazil, the conversion of forests to pastures, agricultural land and/or urban areas is one of the main causes of impairment on water bodies. Protected areas are often created as a conservation strategy to halt the deforestation and start the recovery process in ecologically relevant areas. The limits of these Conservation Units are often defined following the patterns of terrestrial vegetation.

Accordingly, we must review our methodologies to design, understand and evaluate riparian buffer strips to maximize their potential benefits, which should be according to local needs, pressures and landscape. It is necessary to consider the vulnerability of a number of watershed areas to prioritize resources for the design of effective riparian strips. This may involve evaluating vulnerable ecological function areas and intensive farming areas [1].

Studies are needed, especially in areas with steep slopes and subjected to intensive land use that will help determine the width of vegetation strips for the restoration of riparian vegetation using dense vegetation cover of variable width that is able to retain soil losses [12]. There is a critical need for field assessment to validate models of erosion simulation and production of sediment in river watersheds with the objective of determining riparian strip widths [13]. The objective of this study, therefore, was to design a riparian buffer strip for the Jacu River in the semiarid region of Pernambuco, Brazil as a function of sediment yield and test it using field data.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Location and Characteristics of the Experimental Area

The study was conducted in the Jacu River basin located within the municipal boundary between cities of Serra Talhada and Floresta, forming part of the São Pedro River watershed and part of the Pajeú River watershed, both in the state of Pernambuco, with an area of 2.10 km^2. The watershed is limited by the coordinates latitude -8º07'55" S between -8º09'07" S and longitude -38º23'20" W between -38º24'14" W.

The characteristic climate is Bwh type - tropical climate called semiarid, warm and dry, with summer-autumn rains, according to the Köppen classification, with average annual rainfall of 484.06 mm yr^{-1} for the period from 1992 to 2007 and average annual temperature above 25°C with summer rains that delay to fall and extend to April [14].

In the study area, there is a predominance of Entisol Fluvent [15], with limitation regarding the water storage capacity due to the higher percentage of sand in these soils, especially in those the coarse sand predominates over thin sand.

2.2 Physical and Water Parameters of the Jacu River Watershed

The physical and water parameters of the watershed were obtained from the Shutlle Radar Topography Mission image processing, SC.24-X-A (1: 250,000), as shown in Table 1.

Table 1. Physical and water parameters of the Jacu River semiarid basin

Parameters	Value
Area	2.10 km^2
Perimeter	6.50 km
Basin length	2.00 km
Form factor	0.0497
Length of main channel	2.66 km
Vector distance from the main channel	1.85 km
Number of channels in the basin	34 channels
Basin order	Third order
Number of 1st order channels	26 channels
Number of 2nd order channels	7 channels
Number of 3rd order channels	1 channel
Total length of channels	11.06 km
Average length of channels	0.43 km
Drainage density	1.32 km/km^2
Hydrographic density	12.38 channels /km^2
Compactness coefficient	1.26
Highest basin altitude	638.9 m
Lowest basin altitude	422.4 m
Altimetry amplitude of the basin	216.5 m
Steepness of the main channel	17.26 m/km
Concentration time	0.984 hour

2.3 Vegetation and Use of the Jacu River Semiarid Watershed

For preparing the vegetation chart for the Jacu River basin, photo interpretation techniques were used over a GEOCOVER image [16], corresponds to a mosaic of Landsat images that were orthorectified and processed with a high quality standard (Geo Cover Technical Guide) adopted for the

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

georeferencing of other orbital products suggested by [17,18]. In the case of the Jacu River watershed, the chart was based on the individualization of vegetation type units (shrub semi-shrubby and upland agriculture) and used according to their tonal and textural characteristics with prior field verification to validate the results obtained in the initial stage. The values obtained as a result of quantification of the vegetation chart and use in the Jacu River watershed is shown in Table 2.

Table 2. Distribution of vegetation classes and use in the Jacu river semiarid basin

Interval	Area (m^2)	Soil use (%)
Shipht cultivation upland	364.611	17.24
Shrubby	258.248	12.21
Semi-shrubby	1.492.411	70.55
Total	2.115.270	100.00

Table 3. Soil physical characterization at depths of 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm in the Jacu River basin

Depth	D_s	D_p	Sand	Silt	Clay	Total porosity	Texture
	g cm^{-3}		---------- g kg^{-1} ----------			%	
0 -20	1,14	2,59	72,94	18,61	8,46	55,9	Sandy clay loam soil
20-40	1,20	2,50	66,48	23,65	9,87	52,0	Sandy clay loam soil
40-60	1,13	2,66	72,88	17,39	9,74	57,5	Sandy clay loam soil
60-80	1,17	2,63	75,33	15,76	8,91	55,5	Sandy clay loam soil

D_s = soil density; D_p = particle density

Table 4. Chemical characterization of soil in the Jacu river semiarid watershed collected at depths of 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm

Sorption complex	Depth (cm)			
	0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80
	Exchangeable cations			
Ca^{2+} ($cmol_c$ kg^{-1})	0.52	0.57	0.50	0.67
Mg^{2+} ($cmol_c$ kg^{-1})	0.35	0.31	0.35	0.35
Na^{+}($cmol_c$ kg^{-1})	0.27	0.25	0.58	0.38
K^{+}($cmol_c$ kg^{-1})	0.16	0.57	0.50	1.35
SB ($cmol_c$ kg^{-1})	1.30	1.70	1.93	2.75
PST (%)	13.09	10.63	21.89	14.97
CTC (%)	2.0	2.11	2.42	3.05
	Soluble cations			
pHes	7.30	7.20	7.05	7.02
CE(dS m^{-1})	1.41	2.07	4.28	6.70
Ca^{2+} ($mmol_c$ L^{-1})	0.85	1.02	1.71	1.72
Mg^{2+} ($mmol_c$ L^{-1})	0.35	0.45	0.90	0.99
Na^{+}($mmol_c$ L^{-1})	8.13	15.23	45.31	77.91
K_{+}($mmol_c$ L^{-1})	1.10	1.41	2.54	3.09
Cl^{-}($mmol_c$ L^{-1})	7.60	10.91	11.69	10.60
RAS ($mmol_c$ L^{-1})^{0,5}	10.19	16.18	32.45	54.84

2.4 Soil Physical and Chemical Characteristics

For characteristics physical Table 3 and chemical characteristics Table 4, samples were collected at depths of 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, and 60-80 cm; air dried; crushed; homogenized; and passed through a 2 mm mesh. The particle size distribution was determined using the test tube method, and the particle density was obtained using the volumetric flask method and volumetric moisture [19]. The

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

soil density was determined by the volumetric cylinder method [20]. The total porosity was obtained following the expression:

$$P_t = \left(1 - \frac{D_s}{D_p}\right) . 100 \quad (1)$$

where P_t = the total porosity expressed in percentage (%); D_s = the soil density (g cm^{-3}), and D_p = the particle density (g cm^{-3}).

For the chemical characteristics of soil samples were determined, soluble cations and exchangeable cations [21], as presented in Table 4.

2.5 Determination of the Jacu River Riparian Strip Width

The Jacu River riparian strip width was determined using the equation proposed by [22] and [12], which is appropriate for designing the width of vegetation strips in riparian areas to protect streams from high sediment and attached nutrient loss from hillslopes in areas of intensive land use on sloping ground. We argued that the filter strip should be a dense ground vegetation cover. The strip should be of variable width designed for the incoming discharges and sediment loads. The equation, which depends on the slope area and annual soil loss, can be expressed as:

$$w = Y + \frac{1}{\rho_g H_g}\left[\left(\frac{Aa}{l_s}\right) - \left(\frac{\rho_b H_b^2}{2\tan\theta}\right)\right] \quad (2)$$

where a = the riparian area (ha); A = the sediment yield of the basin (t ha^{-1}); B = the deposited sediment weight (t); G = the sediment storage capacity of the vegetation (t); w = the width of the permanent vegetation strip (m); I = the strip length (m), l_s = deposit width (m), Y = the additional width required for sediment accumulation (m), ρ_s = the mean deposit density (tm^{-3}), ρ_g = the height of sediment deposit across the strip (m), H_g =the plant height (m) H_b = height of the sediment deposit across the strip (m) or sediment deposited in front of the vegetable strip (m), tanθ = slope angle tangent, and w = the riparian strip width (m). The weight of sediment accumulated in the vegetation strip B is the deposit volume (m^3) multiplied by the average deposit density (tm^{-3}). The sediment storage capacity of the vegetation strip is G (t).

The extent of sediment deposition over the riparian strip is much smaller than the total length of riparian area (I), due to the convergence of flow in preferential flow paths which can be expressed as a flow convergence factor (C) defined as:

$$C = \frac{I}{l_s} \quad (3)$$

where I = the strip length (m), and Is = the deposit width (m).

Substituting equation (3) into equation (2), the result is

$$w = Y + \frac{1}{\rho_g H_g}\left[\left(\frac{cAa}{I}\right) - \left(\frac{\rho_s H_b^2}{2\tan\theta}\right)\right] \quad (4)$$

Equation (4) was used in the calculation [12] recommend y = the additional width of 2 m for moderately erodible soils and 5 m for very erodible soils.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 The Jacu River Basin Characteri-zation

The Jacu River semiarid basin has an area of 2.10 km^2, which covers the entire area drained by the river system [23]. The basin has a form factor of 0.0497 and a drainage density of 1.32 km / km^2

[which shows that the basin has an average drainage] (Table 3). The density can vary from 0.5 km / km^2 for basins with poor drainage to 3.5 km / km^2 or more for well-drained watersheds [24]. The roughness value obtained for the basin was 0.2 due to its sparse vegetation cover, with small areas of shrubby arboreal caatinga (moderately uncovered) with upland crops in the rest of the area and extensive breeding of small animals.

3.2 Design of the Jacu River Riparian Strips

The sediment yield (Y) was calculated by the solid discharge obtained in the exudate according to the procedure of [25], from the sum of the sample collections of suspended sediment with the use of one of the sediment samplers (US DH-48), with the collection of bottom sediment. For both the suspended sediment sampling and the bottom sediment sampling, the Equal Width (IIL) method was used.

The sediment yield (Y) ranged from 0.45 to 1.72 t y^{-1} and was considered to have low values for 4 years. The respective amounts of suspended sediment concentration (SSC) ranged from 874 to 376 mg L^{-1}, which was considered high for a small watershed and for low values of the discharged liquid [26]. The sediment concentration values of watercourses in semiarid regions exhibited different behaviors when compared with events in a humid climate. In these regions, vegetation is limited by the production of sediment, while in the dry regions vegetation does not promote an efficient coverage of soil, thus allowing the generation of large volumes of sediment being carried by runoff coming to waterways [27].

Table 5 shows the riparian strip widths designed, following the method of [22] and [12], for the Jacu River according to the sediment yield in the period from 2008 and 2011. For design, the sediment deposition area was 30 m for calculating the convergence factor (C), the soil density and density of particles were obtained from the flow depth of 0 to 20 cm (Table 3), the average plant height was 1 m. and the sediment deposit height was 0.1 m.

Table 5. Width dimension (ω) of riparian vegetation strips in the Jacu River as a function of sediment yield (Y) [according to Karssies & Prosser (1999; 2001)]

Year	Y	W – Riparian strip width
	(t ha^{-1})	(m)
2008	1.722	15.35
2009	1.568	14.40
2010	0.152	5.71
2011	0.451	7.54

Y = sediment yield in Jacu River basin in 2008 to 2011 (Piscoya, 2012)

It was observed that the dimensioning of riparian strip width for the Jacu River watershed was correlated to the sediment yield values that inherited the variability associated with the distribution pattern of precipitation and local runoff. However, this variation in riparian strip width values is not a disadvantage, since the values that should be considered for the Jacu River watershed are the highest.

Although the values of 15 meters for the riparian strip width were indicated, based on the sediment yield determined for the period 2008-2011 and the interaction of hydrological, physical, soil, climate and vegetation factors, these are not yet final. The 4-year period is possibly not enough to capture the whole range of variability of the semiarid region, requiring the observation of hydrological data and production of larger sediments in order to have a more conclusive riparian strip value for the Jacu River [12] presented widths of 26 m. for all erosion rates in the range 40 t ha^{-1}.

Inácio [28] also applied the methodology of [12] in experimental plots and obtained riparian strip widths ranging from 5 to 10 m, respectively, for slopes between 4 and 38% for watercourses in southern Bahia.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 1383609

Researches such as [29] speculated that the vegetation strips in riparian areas in the form of dense strips of grass or even of shrubby vegetation are considered effective in controlling sediment transport; however, many of these strips have been established in experimental plots, and rarely have been evaluated at the river basin scale, which is important in assessing the real impact of these strips on the control of siltation and water quality of rivers. Thus, [29] evaluated the effectiveness of these strips applied in isolation in river basins and suggested that for use in river basins, vegetation strips should be accompanied by other practices to reduce sediment loads in rivers and the gross erosion on slopes in order to maintain their efficiency.

4. CONCLUSION

The determination of the Jacu River riparian strip width using the Karssies Prosser method, based on sediment yield, seems to be promising for the conditions of a small river basin.

The value of riparian strip width considered in this study for the riparian areas of the Jacu River basin is 15 meters.

The sediment yield time and observation of hydrological data are important factors for the determination of riparian strip width with greater security.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Stutter MI, Chardon WJ, Kronvang B. Riparian buffer strips as a multifunctional management tool in agricultural landscapes: Journal of Environmental Quality. 2012;41:297-303.
2. Otto S, Vianello M, Infantino A, Zanin G, Di Guardo A. Effect of a full-grown vegetative filter strip on herbicide runoff: Maintaining of filter capacity over time. Chemosphere. 2008;71:74-82.
3. Likens GE, Bormann FH, Pierce RS, Eaton JS, Johnson NM. Biogeochemistry of a forested ecosystem, Ed. Springer-Verlag. New York; 1977.
4. Peterson BJ, Wollheim WM, Mulholland PJ, Webster JR, Meyer JL, Tank JL, et al. Control of nitrogen export from watersheds by headwater streams. Science. 2001;292:86-90.
5. Zakia MJB. Identification and characterization of the riparian zone in an experimental microwatershed: Implications for river watershed management and forest restoration. Brazil; 1988.
6. Georgakakos CB, Morris CK, Walter MT. Challenges and opportunities with on-farm research: Total and soluble reactive stream phosphorus before and after implementation of a cattle-exclusion, riparian buffer. Frontiers in Environmental Science. 2018;6:71.
7. Ma M. Riparian buffer zone for wetlands. The Wetland Book: I: Structure and Function, Management, and Methods. 2018;149-156.
8. Costanza R, Wilson MA, Troy A, Voinov A, Liu S. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. 1997;1:253–260.
9. Borin M, Bigon E, Zanin G, Fava L. Performance of a narrow buffer strip in abating agricultural pollutants in the shallow subsurface water flux. Environment Pollution. 2004;131:313–321.
10. Lacas JG, Voltz M, Gouy V, Carluer N, Gril JJ. Using grassed strips to limit pesticide transfer to surface water: A review. Agronomy for Sustainable Development. 2005;25:253-266.
11. Lima WP, Zakia MJB. Hydrology of riparian woods. Riparian woods matas in: Conservation and Recovery. Fapesp. Brazil; 2000.
12. Karssies L, Prosser I. Designing filter strips to trap sediment and attached nutrient, River and Riparian land management technical guideline, Number 1, Australia; 2001.
13. Flanagan DC, Foster GR, Neibling WH, Burt JP. Simplied equations for fillter strip design. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 1989;32:2001-2007.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

14. Mascarenhas JC, Beltrão B, Miranda J, Souza Junior LC, Galvão M, Pereira S. Design of sources underground water supply. Brazil; 2005.
15. Brazilian Agricultural Research Corporation. Brazilian. System of soil classification. Brazil; 2013.
16. Tavares JB, Santos DR, HayaKawa EH, Prado BR, Martins VA, Antunes MAH. Evaluation of geo cover data from field data collected with GPS receivers. 2009;14:1889-1896.
17. Lima MIC. Introduction to radargeological interpretation. Brazil; 1975.
18. Florenzano TG. Satellite images for environmental studies. Brazil; 2002.
19. Brazilian Agricultural Research Corporation. Manual of soil analysis methods. Brazil; 1997.
20. Klute A. Water retention: Laboratory methods, in: Klute A. (Ed.), Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Madison. 1985;635-62.
21. Brazilian Agricultural Research Corporation. Manual of chemical analyzes of soils, plants and fertilizers. Brazil; 2009.
22. Karssies L, Prosser I. Guidelines for riparian filter strips for Queensland irrigators. Canberra; 1999.
23. Alcântara EH, Amorim AJ. Morphometric analysis of a coastal hydrographic watershed: A case study. Brazil. 2005;14:70-77.
24. Villela SM, Mattos A. Applied hydrology. Brazil; 1975.
25. United States Geological Survey-USGS. Techniques of water resources investigations. EUA; 1973.
26. Piscoya VC. Management in the Jacu river watershed: Sediment production, ciliary vegetation sizing and water salinity in underground watershed. Brazil; 2012.
27. Vanoni VA. Sedimentation engineering: American society of civil engineers, manuals and reports on engineering practice. EUA; 1975.
28. Inácio ESB, Cantalice JRB, Araújo QR, Nacif PGF. Quantification of erosion in agroforestry system and pasture in Southern Bahia. Brazil. 2005;18:238-244.
29. Verstraeten G, Poesen J, Gillijns K, Govers G. The use of riparian vegetated filter strips to reduce river sediment loads: An overestimated control measure. Hydrological Processes. EUA. 2006;4259-4267.

Biography of author(s)



Mr. Victor Piscoya
Department of Rural Technology-Environmental Engineering, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.

He holds a PhD in Soil Science from the Federal Rural University of Pernambuco in Recife - Pernambuco, Brazil, where he is a professor of Agroforestry Systems. He is currently the author of the project "Riparian Buffer Strip Width Design in Brazilian Watershed" and develops projects related to soil fertility in agroecological plantations, quantification of carbon and nitrogen stocks in agroforestry systems, soil water infiltration in semi-arid environments. His experience in the areas of Agronomic Engineering, Environmental Engineering and Forestry Engineering, with emphasis on Soil and Water Management and Conservation, Agroforestry Systems, Soil and Water Conservation Engineering, Wood Harvest and Transport, Forest Technology, mainly acting in the following subjects: semi-arid watersheds, sediment production, and hydrology relations, Caatinga vegetation, irrigation water quality and agroforestry systems. The author holds a postdoctoral degree from TEXAS A & M UNIVERSITY in College Station, Texas (USA) with CAPES SUPPORT -and a MSc in Forestry Engineering from the Federal University of Paraná. and Graduation in Forestry Engineering from the National University of the Peruvian Amazon.

Confere com o original

Siape



Professor V. P. Singh
Department of Biological and Agricultural Engineering and Zachry Department of Civil Engineering, Texas A&M University, College Station, Texas 77843-2117, USA.

He is a Distinguished Professor, a Regents Professor, and Caroline and William N. Lehrer Distinguished Chair in Water Engineering at Texas A&M University. He received his B.S., M.S., Ph.D. and D.Sc. degrees in engineering. He is a registered professional engineer, a registered professional hydrologist, and an Honorary diplomate of ASCE-AAWRE. He has published extensively in the area of hydrology and water resources. For seminal contributions he has received more than 92 national and international awards, as well as three honorary doctorates. He is a member of 11 international science/engineering academies. He has served as President of the American Institute of Hydrology (AIH), Chair of Watershed Council of American Society of Civil Engineers, and is currently President-Elect of American Academy of Water Resources Engineers. He has served/serves as editor-in-chief of three journals and two book series and serves on editorial boards of more than 25 journals and three book series.

© Copyright 2019 The Author(s), Licensee Book Publisher International, This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

DISCLAIMER
This chapter is an extended version of the article published by the same authors in the following journal with CC BY license.
Journal of Experimental Agriculture International, 23(3): 1-7, 2018.

Reviewers' Information
(1) Shubha Mundodu, BMS College for Women, India.
(2) Rebecca Yegon, University of Embu, Kenya.
(3) R. K. Mathukia, Junagadh Agricultural University, India.
(4) Hesbon Otieno, South Eastern Kenya University, Kenya.

Confere com o original
Siape

Chapter 14
Print ISBN: 978-93-89562-14-9, eBook ISBN: 978-93-89562-15-6

Evaluating of Sediment Delivery Ratio on Spatial and Temporal Variabilities in Semiarid Watershed Brazil

Victor Casimiro Piscoya[1*], Vijay P. Singh[2], José Ramon Barros Cantalice[1], Moacyr Cunha Filho[3], Sergio Monthezuma Santoianni Guerra[1], Cristina dos Santos Ribeiro[4], Renisson Neponuceno de Araújo Filho[5] and Sandro Augusto Bezerra[6]

DOI: 10.9734/bpi/atias/v2

ABSTRACT

Evaluation of sediment delivery ratio is important for determining watershed sediment yield. Rates of both interrill and rill erosion were calculated under shrub and uncovered Inceptisols conditions and were not observed to the presence by ravines and gullies in the watershed of Jacu River, in a semiarid region, Brazil. Direct measurement campaigns of suspended sediment and bedload were also carried out by means of the US DH–48 for collection of suspended sediment samples and US BLH–84 used to collect samples bed load. The soil loss due to interril erosion under uncovered conditions was equal to 8.43 t ha^{-1} and was considered high, and the same was true for the values of rill erosion with erodibility equal to 0.0021142 kg N^{-1} s^{-1} and critical shear stress (τc) equal to 2.34 Pa. The mean value of sediment delivery ratio of Jacu watershed was equal to 0.165 and ranged from 0.29 in the year 2008 to 0.026 in 2010. This variation was associated with the natural variability of semiarid environment, indicating the necessity of assessment for a longer period to deepen our knowledge of sediment delivery ratio of the Jacu semiarid watershed.

Keywords: Watershed sediment yield; semiarid region; sediment delivery ratio; erosion.

1. INTRODUCTION

In semiarid climatic zones, hydrological processes are variable both in time and in space. Suspended sediment load is generally high and reaches a maximum value at the beginning of flood season and after dry periods [1]. Therefore, only some of the eroded soil is routed to the basin outlet.

The ratio between the watershed sediment yield at the basin outlet and soil erosion over the basin is called the sediment delivery ratio (SDR) [2]. The values of SDR for an area have been found to be affected by catchment sediment sources, transport system, texture of eroded material, urbanization, and land cover [3] and [4]. However, sediment yield is usually not available as a direct measurement for many watersheds but is estimated by using SDR, defined as the fraction of gross erosion that is transported from a given watershed in a given time interval.

Prediction of SDR is important for sediment control needed for sustainable development of natural resources and environmental protection [5]. Estimating the amount of soil loss from watersheds and

[1]*Department of Rural Technology, Environmental Engineering Pós- Graduate Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.*
[2]*Department of Biological and Agricultural Engineering and Zachry, Department of Civil Engineering, Texas A&M University, College Station, Texas 77843-2117, USA.*
[3]*Department of Informatics and Statistics, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.*
[4]*Environmental Engineering Pós- Graduate Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil*
[5]*Federal University of Tocantins (UFT), Tocantins, Brazil.*
[6]*Federal Institute of Pernambuco-Campus Vitória de Santo Antão (IFPE), Recife-PE, Brazil*
**Corresponding author: E-mail: victor.piscoya@ufrpe.br;*

Confere com o original
Siape

sediment yield for watershed is the first step [6] for computing SDR. High sediment yields are produced in semiarid environments because of the interaction between erosive energy and vegetation density, even if climatic seasonality, relief, watershed lithology and the extent of human activity combine to influence the erosion pattern.

Estimation of sediment transport during precipitation events is necessary for the calculation of long-term sediment yields from basins, as one single event may not represent the transport of several 'normal' years [7]. The equation due to Lane et al. [8] is used to descreve erosion in interrill. The Duboys channel scour equation [9] has been modified for rill erosion [10]. In the WEPP model [8] one considers the effect of runoff and water infiltration rate of breakdown. Sediment Delivery Ratio (SDR, equations [3]) have been used to estimate catchment-scale sediment yield.

The WEPP, used in the water erosion prediction Project, is one of the most promising models owing to its theoretical basis and mathematical formalization of the physical processes of soil erosion [11]. Sediment mobilized by interrill and rill erosion may be deposited by a variety of mechanisms prior to reaching stream channels [12] The objectives of this study, therefore, were to predict sediment delivery ratio and estimate sediment transport during the events of hydraulic erosion on the semiarid Jacu watershead located in Northeastern Pernambuco, Brazil.

2. MATERIALS AND METHODS

The study area is located in the Jacu watershed limited between the coordinates latitude - 8°07'55" S and -8°09'07" S and longitude - 38°23'20" Wand -38°24'14" W, Fig.1 in a semiarid environment between the cities of Serra Talhada and Floresta in the state of Pernambuco, Brazil. The climate is classified as hot and dry, BWh according to the Köppen type climate classification. The most common soil types found in the watershed include the Entisol Udorthent and Fluvent raised by [13] and Inceptisol Ochrept [14].

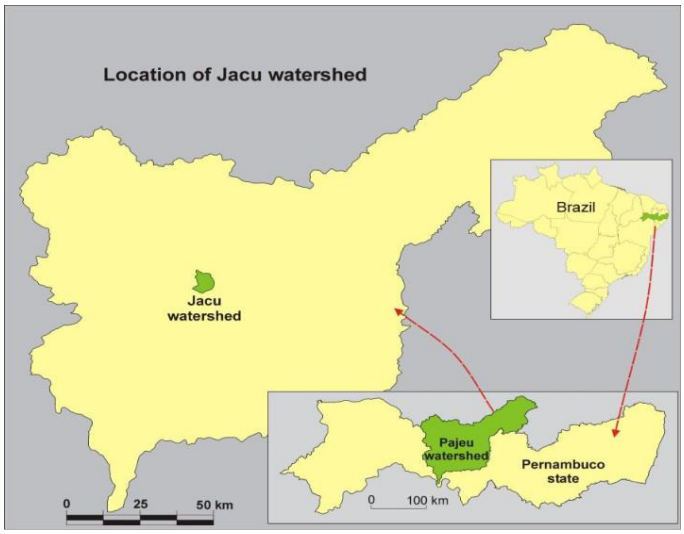


Fig. 1. Location of experimental area Jacu watersehed in Brazil

To measure stream flow rate, was installed in the control section of Jacu River the sensor for measure flow with data logger SL2000MIM for the monitoring station 23 campaigns were performed for direct measurement of hydraulic characteristics of speed and height of runoff in Jacu river. The average runoff velocity (m s^{-1}) was determined by integration of the profile through the use of a type of current meter.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

The suspended sediment yield (Y) was calculated by solid discharge measured continuously in accordance with the procedure of the United States Geological Survey [15], with the use of one of sampler's sediments (US BLH-84) with the collections of bottom sediment. The method of Equal Width Increment (EWI) was used for sampling suspended sediment and in the bottom sediment.

Samples were collected by lowering and raising a sampler through the water column at the center of each increment utilizing a US DH-48 for collection of suspended sediment sampler at equal width intervals across the stream. The transit rate used for making possible the collection of representative samples was equal in both directions to seeking smaller probability to error [16].

After collecting the suspended sediment samples were taken to the laboratory where they were dried at 60°C for the determination of the concentration values of sediment, which was obtained by evaporation method indicated by United States Geological Survey [15]. The suspended solid discharge (QSS) was determined by summing the product of suspended sediment concentration (CSS) and respective liquid discharge (Q) of each vertical [17].

$$Q_{SS} \equiv \sum (C_{SS}\ Q\ I_i)\ 0{,}0864 \quad (1)$$

In this research, the solid bedload discharge was determined the following formula is applied [18].

$$Y_{SS} = \frac{QSS\ X}{A} \quad (2)$$

Gross erosion is the sum of soil loss from rill and interrill erosion, ephemeral gullies and classical gully reported in tons/acre/year. The study used field observation and not found the presence by ravines and gullies in the watershed of Jacu River.

For erosion research was used rainfall simulator with 80 - 150 Veejet nozzles, having an impact energy of 2750 kj (ha cm) [19] in interrill simulators and reproduce a distribution of droplet size and levels of kinetic energy near the natural rainfall. The average rainfall intensity $90mh^{-1}$ was measured using a set of 10 pluviometers placed at random within and adjacent to the working area of experimental plots.

The plots consisted of an area of 2 m 2 (1 m wide and 2 m long), with the longer dimension in the direction of slope, and were bounded by galvanized sheet metal 30 cm, driven into the ground at 20 cm depth.

Three treatments replicated three times: soil with semi-shrubby caatinga vegetation; soil with herbaceous residue in decomposition and soil uncovered; representing three likely conditions typical of interrill erosion in the watershed were employed. The experimental design was completely randomized in that treatments were assigned to units completely by chance in three replicates of each treatment.

Statistical analysis was performed using SAS version 8.0 [20], using Tukey's difference between the mean efficiencies at a 5% level of significance and Curve Expert for comparing regression models of the best fit equation.

The pre-formed rill was delimited laterally by placing zinc metal sheets buried in the soil, subjected to erosion tests that were applied with 04 (four) flow levels randomly and for 20 minutes [21] At the upper end, rill energy dissipaters were buried in the form of round plastic containers, so that the upper edge of the container was at the level of soil surface.

These containers had hoses for conducting water in order to reach the rill by overflowing of containers. The collected volumes of samples of liquid and solid discharges were measured in a test tube and placed in plastic containers 1L for subsequent determination of sediment concentration.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Flow velocity was measured visually with a dye tracing technique (potassium permanganate) using a stopwatch to record the time required for the dye to travel a given distance [22-24] was determined by multiplying the values obtained during the testing of surface velocity by a correction factor α = 0.6 [21,25,26].

The slope of plots on rill was determined prior to testing, with the aid of a level, obtaining the height difference between two points of known distance, the result being expressed in mm^{-1}. In order to calculate the hydraulic radius of a preformed rill (A/P), the cross sectional area (A) of the rill and the wetted perimeter (P) was determined using perfilometer.

The perimeter of the rill was measured utilizing a curvimeter analog. The hydraulic radius that was used to calculate the shear stress of flow. From the mass of dry soil and the duration of sampling, the rates of breakdown of soil in the rill [21].

Assuming that the erosion of rill with the addition of flow, sediment load was much greater than the transport capacity, the capacity of breakdown of flow in the rill was used for determining the momentary rate of breakdown of flow [27].

Thus, soil erodibility in sulcus was determined by linear regression analysis between the average values of shear stress and the breakdown of soil obtained for each flow, as in the prediction model WEPP [28]. The soil losses were calculated from the data of instantaneous sediment concentration of runoff and the liquid discharge [29].

Experimental evaluation was done for increasing levels of flow: 1) Flow 14.95 L min^{-1}; 2) Flow 28.70 L min^{-1}; 3) Flow 39.85 L min^{-1}; and 4) Flow 67.405 L min^{-1} in four replications. Statistical analysis was performed using SAS version 8.0 [20], using Tukey's difference between the mean efficiencies at a 5 % level of significance. Curve Expert was used for comparing regression of the best-fit equation.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Vegetation reduced flow velocity by providing a rough surface that slowed runoff velocity and promoted infiltration [30], achieved the same effect of retardation of flow through the dossal of caatinga. These results showed the importance of the caatinga vegetation cover to protect the soil of the semiarid watershed. From Table 1 it was observed that the values of hydraulic roughness for the conditions of vegetation were higher than in the uncovered soil, justifying the reduction in speed and flow and showing that the elements of dossel of caatinga vegetation and residues in contact with soil gave rise to physical and hydraulic resistance to runoff.

The flow Reynolds number and Froude number characterised a laminar and subcritical flow regime, as indicated by the values of Re < 500 and Fr < 1, respectively, typical of interrill erosion flow conditions [31-34].

The caatinga vegetation and litter on soil developed a high degree of contact that increased opportunities for infiltration slowing down, giving more time for infiltration. This was confirmed by the roughness elevation (f) and infiltration rates. Water was stored in the foliage, giving more time for infiltration, so reducing the volume of runoff [35,36,30] obtained similar relationships.

The soil loss for the Inceptisol uncovered area 8.43 t ha^{-1} was much higher than that observed by the caatinga vegetation semi-shrubby conditions and soil covered by litter in Table 2, constituting very high losses for young soils with poorly developed profiles, and caatinga deciduous vegetation included total loss of leaves during the dry season. Results showed that soil losses were considered very low as proposed by U.S. Department of Agriculture, FAO [37] in [38]; established in the 1950s soil-loss tolerance values.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Table 1. Hydraulic characteristics of runoff generated by simulated rainfall under the conditions studied in the watershed of Jacu River

	Treatments		
Variables	**T1**	**T2**	**T3**
$q(m^2s^{-1})$	1.4×10^{-5} B	1.9×10^{-5} A	2.9×10^{-5} A
h(mm)	0.68 ns	1.115 ns	0.68 ns
$V(m\ s^{-1})$	0.017 A	0.015 A	0.043 B
Re(adm)	17.46 ns	22.36 ns	34.58 ns
Fr(adm)	0.2391 A	0.1466 B	0.5368 A
log f(adm)	1.0643 A	1.3940 A	0.2273 B

Means followed by capital letters in the same row do not differ from each other, 5% level of significance, in Tukey test. q =liquid discharge; h= blade height of runoff; V= runoff velocity; Re= Reynolds number; Fr= Froude number; log f = hydraulic roughness (Darcy Weisbach coefficient);Treatments:T1: caatinga vegetation semi-shrub; T2: litter; T3: undercoverd soil.

Table 2. Infiltration rates, runoff coefficient (C), soil detachment rates in interrill (Di), and soil loss (PS) obtained under diferents treatments studied

	Treatments		
Variables	**T1**	**T2**	**T3**
Infiltration rates($mm\ h^{-1}$)	38.41 A	41.84 A	9.29 B
C(adm)	0.36 B	0.55 A	0.89 A
$D_i(Kg\ m^{-2}s^{-1})$	8×10^{-5} B	4×10^{-5} B	3.2×10^{-4} B
$PS(t\ ha^{-1})$	1.22 B	0.74 B	8.43 A

**Means followed by the same capital letters on the lines do not differ significantly by the Tukey test ($p < 0.05$).Treatments: T1: Caatinga semi- shorubby; T2: Litter; T3: uncovered soil.*

In rill erosion the values of Reynolds numbers (Table 3) above 2500 for the larger values of flows applied between 28.7 and 67.4 L min^{-1}, characterized the regime of runoff as turbulent flow, and the lower flow of 14.95 L min^{-1} generated a regime transitional runoff [39], [40], [21,41,42]. The Froude number for all flows was below 1.

The regime observed was tranquil or subcritical flow. The average gradient slope in rill plots and roughness measured by the Darcy-Weisbach coefficient (Table 3) showed no statistically significant differences.

Table 3. Different discharge rates applied to the upper end of rills preformed for determining soil erodibility parameters

	Different discharge rates $(L\ min^{-1})$			
Variables	**14.95**	**28.70**	**39.85**	**67.40**
$Q(L\ min^{-1})$	12.465 B	26.135 B	36.554 A	58.723 A
$Vm(m\ s^{-1})$	0.182 B	0.238 A	0.280 A	0.310 A
$S(mm^{-1})$	0.049	0.051	0,052	0,052
Re(adm)	1,920.21 B	5,252.53 A	5,132.24 A	4,522.30 A
Fr(adm)	0.647	0.590	0,750	0,829
log f(adm)	1.396	1.418	1,166	1,087

**Means followed by the same capital letters on the lines do not differ significantly by the Tukey test ($p < 0.05$). Q= liquid discharge; Vm= mean flow velocity; S= slope in rill plots preformed; Re= Reynolds number; Fr= Froude number; log f = hydraulic roughness (Darcy Weisbach coefficient).*

The shear stress obtained differed significantly when low flow was compared with higher flows (Table 4) depending on the variation of hydraulic radius causing different breakdown rates of soil due to larger flows applied (39,85 and 67,40 L min^{-1}). Similarly, soil losses (PS) were already higher from the second level of flux (6.601 and 24.889 t ha^{-1}) high values were considered for soils normally very shallow and with extreme variability spatial and temporal characteristic of rainfall in semiarid, soil losses associated with man's intervention in land and water.

Confere com o original

Siape

The value of rill erodibility (Kr) was obtained by coefficient b or slope of the regression line 0.0021142 kg N^{-1} s^{-1} [43,44], as described in [40] and the intercept with the horizontal axis was the critical shear τc 2.34 Pa (Fig. 2).

The rill erodibility values obtained were higher than those determined by Lafayette et al. [45] for Latosols (Oxisols) 0.0016 kg $N^{-1}s^{-1}$, [41] and [25] for two Argisols of 0,012 $KgN^{-1}s^{-1}$ and 0.0104 kg N^{-1} s^{-1}, respectively. This higher value was justified by the fact that this Inceptisol in semiarid regions is young soil, generally shallow and weakly developed soil, than the Latosols (oxisols) and Ultisols that are commonly found.

The value of critical shear stress (τc) of 2.34 was also lower than that determined by various Argisols [41,46,21].

The sediment yield (Yt) ranged from 0.45 to 1.72 t^{-1} y^{-1} and was considered low for 4 years (Table 5). The respective amounts of suspended sediment concentration (SSC) ranging from 874 to 376 mg L^{-1} were considered high for a small watershed and for low values of liquid discharged.

The Jacu watershed showed the average sediment concentration of 874 mg L^{-1} for a period only 45 days of flow in 2010. The rainfall distribution in simple peak events [47] was unimodal or bimodal with interannual variation characterizing the pattern of low rainfall in arid and semiarid regions concentrated in a few months of the year and poorly distributed in the space and the time. The production of sediments was considered low by the standards adopted by the World Meteorological Organization [48] for the transport of sediment limited by climate in intermittent waterways.

Table 4. Erosion parameters in rills preformed under simulated rainfall

	Different discharge rates $(L\ min^{-1})$			
Erodibility parameters	**14.95**	**28.70**	**39.85**	**67.40**
τ(Pa)	4.376 B	5.128 A	6.285 A	13.079 A
Dr($Kg\ m^{-2}s^{-1}$)	0.0028 B	0.0053 B	0.0096 A	0.0246A
Ps($t\ ha^{-1}$)	3.150 B	6.601 A	13.576 A	24.889 A

**Means followed by the same capital letters on the lines do not differ significantly by the Tukey test (p < 0.05).*

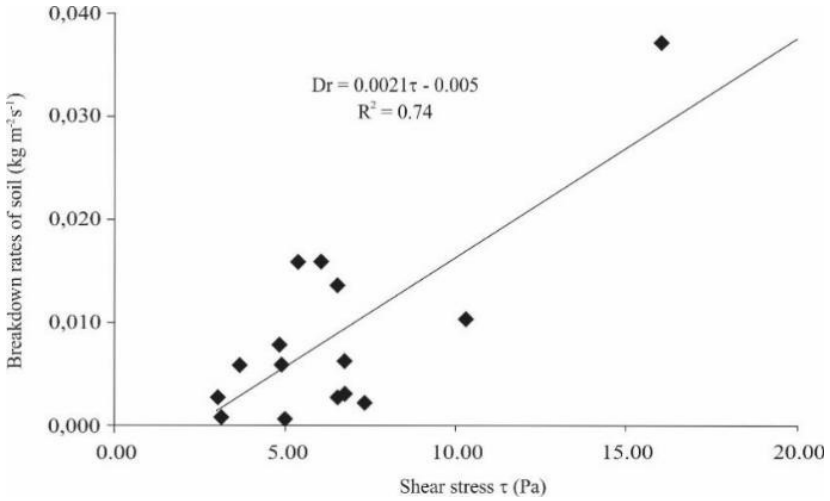


Fig. 2. Rill erodibility (Kr) and critical shear stress (τc) obtained by the linear regression generated by leading to increasing runoff

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Table 5. Values of average discharged liquid (Q) discharge suspended solid [Qss] and bottom discharge [QSf]), Sediment yield determined for the period 2008 to 2011

Year	Q	SSC	X	Qss	Qsf	Yss	Ysf	Yt	Yt
	m^3s^{-1}	$mg\ L^{-1}$	days	$t\ day^{-1}$		$t\ ha^{-1}$	$year^{-1}$		$t\ year^{-1}$
2008	0.12	376.74	76	3.80	0.42	1.38	0.35	1.72	361.66
2009	0.06	428.41	148	2.22	-	1.57	-	1.57	329.27
2010	0.01	874.53	45	0.66	0.05	0.14	0.01	0.15	31.98
2011	0.02	473.00	105	0.87	0.04	0.43	0.02	0.45	94.71

SSC: suspended sediment concentration; Qss: discharge suspended solid; Qsf: bottom discharge solid; Yss: Suspended sediment production; Ysf: Bottom sediment production; Yt: Total sediment production.

The sediment delivery ratio (Table 6) values from 2008 to 2011 were obtained from the total sediment production (Y) in Table 5 and the gross erosion values (E) were obtained across sum the interrill erosion in Table 2 and rill erosion in Table 4. The interrill erosion value used was weighted by the area from the watershed use map and rill erosion was obtained from the flow application of 14.95 $Lmin^{-1}$ that may occur in this watershed for a high return period (100 years) [49].

Table 6. SDR – Sediment delivery ratio measured for period 2008 to 2011

Year	Sediment delivery ratio* (SDR)
2008	0.291
2009	0.265
2010	0.026
2011	0.076
Average	0.165

** Adimensional*

The quantitative fraction of all sediment broken down and transported, but which in reality came to be transported out of the watershead (SDR) varied from 0.29 in the year 2008 to 0.03 in 2010. During this period the 2010 year presented the most irregular rainfall distribution, with a low total annual value of 370.55 mm, occurring the most rainfall on 30/10/2010 with 47 mm.

This unevenness of the rainfall and flow values in semiarid environment as well observed in the values of (SDR) rain results from the convective cells formed from the mass general circulation of the atmosphere, short, small diameter and limited scope, 10 – 14 km [47] giving the rains to arid and semiarid high spatial and temporal variability, and still interannual variability rising with aridity.

That values of the magnitude of the SDR tends to increase with an increase in the area being the maximum 30% or 0.3 to watershed 0.5 to 5.2 km^2 and ranging from 0.1 to 0.38 [3]. In this research were presented estimated values of SDR calculated for an empirical relationship found in the literature equation [9] showed in Table 7.

Table 7. Sediment delivery ratio (SDR) estimated by the equations from [9], [50] and [51]

Equação	Taxa de Entrega de Sedimentos* (SDR)
Vanoni (1975)	0.409
Williams & Berndt (1972)	0.763
NRCS (1979)	0.521

**: Adimensional*

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

4. CONCLUSION

The sediment yield values obtained for Jacu watershed were low, because it is a small watershed, with average low slope and sediment transport limited by the semiarid climate. The soil losses by

interrill erosion in the uncovered soil of 8.43 t ha^{-1}were high, as well as the rill erosion with rill erodibility of 0.0021142 kg N^{-1} s^{-1} and critical shear stress τc of 2.34 Pa. The average value of sediment delivery ratio (SDR) of Jacu watershed was 0.165 with variation of 0.29 for year 2008 to 0.026 in 2010. The large annual variability in the sediment delivery ratio is associated with relief and slope characteristics, drainage pattern, vegetation, land use, texture, and structure of soil needing a longer period of years of assessment to better knowledge of the sediment delivery rate of the Jacu semiarid watershed. The bottom sediments are formed by medium sand particles with diameters ranging from 0.15 to 0.60 mm, uniform and well – graded.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Bisantino T, Gentile F, Liuzzi G. Continuous monitoring of suspended sediment load in semiarid environmental. In: Sediment Transport. 2011;334:295-312.
2. Lee GS, Lee KH. Determining the sediment delivery ratio using the sediment- rating curve and a geographic information system–embedded soil erosion model on a basin scale. J. Hydrol. 2010;15(10):834-843.
3. Walling DE. The sediment delivery problem. Journal of Hydrology. 1983;65:209:237.
4. Subramanian V.The sediment load of Indian rivers – update. Erosion and sediment yield: global and regional perspectives. In: Proceedings of the Exeter Symposium. IAHS. 1996;236: 183-189.
5. Ouyang D, Bartholic J. Predicting sediment delivery ratio in Saginaw Bay watershed. Institute of water research, Michigan State University; 2014.
6. Lee S, Kang S. Estimating the GIS-based soil loss and sediment delivery ratio to the sea for four major basins in South Korea. Water Science & Technology.
   DOI: 10.2166/wst.2013;194
7. Wolman MG, Gerson R. Relative scales of time and effectiveness of climate in watershed geomorphology. Earth Surf. Processes. 1978;3:189-208.
8. Lane LJ, Foster GR, Nicks, AD. Use of fundamental erosion mechanics in erosion prediction. ASAE. 1987;87-2540.
9. Vanoni VA. Sedimentation engineering: American society of civil engineers, manuals and reports on engineering practice, no. 54. 1975;745.
10. Meyer LD. Mechanics of soil erosion by rainfall and runoff as influenced by slope length, slope steepness, and particle size. Ph.D. thesis, Purdue University; 1964.
11. Bulygin SYu, Nearing MA, Achasov AB. Parameters of interrill erodibility in the WEPP model. Erosion Soil Science. 2002;35(11):1237–1242.Translated from Pochvovedenie, No.1, 1397-14.03. Russia.
12. Blackburn WH, Thurow TL, Taylor C. Soilerosion on rangeland. In: Proc. Use of Cover, Soils and Weather Data in Range. Monitor. Symp. Soc. for Range Manage. Denver, CO. USA. Brazil. In First National Report for the Convention on Biological Diversity. Chapter 1. Brazil. 1986;31-39.
   Available: http://216.95.224.234/natrep/Brazil/Brazil.html
13. Melo RO. Caracterização da produção desedimentos de uma microbacia no semiárido pernambucano. Federal Rural University of Pernambuco, Brazil; 2008.
14. Embrapa-National Soil Research Center. Brazilian system of soil classification.2nd ed. Brazil; 2006.
15. Usgs- United States Geological Survey. Techniques of water resources investigations. Washington; 1973.
16. Edwards TK, Glysson GD. Field methods for measurement of fluvial sediment. In: Techniques of Water-Resources Investigations of the U.S. Geological Survey (USGS). Reston, Virginia; 1999.
17. Horowitz AJ. An evaluation of sediment rating curves for estimating suspended Sediment concentrations for subsequent flux calculations. Hydrol. Process. 2003;17:3387-3409.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

18. Gray JR. Sediment data collection techniques. U.S. Geological Survey Training Course. Castle Rock and Vancouver, WA. CD-ROM; 2005.
19. Meyer LD, Harmon WC. Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row side slopes. Transactions of the ASAE, St Joseph. 1979;22:100-103.
20. Sas Institute Inc., Cary, NC: SAS Institute Inc. SAS Online Doc. 1999;Version 8.
21. Cantalice JRB, Cassol EA, Reichert Borges ALO. Hydraulic runoff and sediment transport in rill in frank-clay- sandy soil. Journal Brazilian of Soil Science. 2005;29:597-607. Brazil.
22. Nearing MA, Norton LD, Bulgakov DA, Larionov GA, West LT, Dontsova KM. Hydraulics and erosion in eroding rills. Water Resources Research. 1997;33(4):865-876.
23. Nearing MA, Bradford JM, Parker SC. Detachment of soil by Shallow surface flow. Soil Sci. Soc. Am. J. (In Press); 1991.
24. Mc Isaac GF, Mitchell JK, Hummel JW, Elliot WJ. An evaluation of unit stream power theory for estimating soil detachment and sediment discharge from tilled soils. Transactions of the ASAE.1992;35:535-544.
25. Braida JA, Cassol, EA. Erodibility in interrill and rill of a dark red Podzolic sandy loam. Journal of Soil Science. 1996;20(1):127-134.
26. Slattery MC, Bryan RB. Hydraulic conditions for rill incision under simulated rainfall: A laboratory experiment. Earth Surf. 1992;17:127-146.
27. Elliot WJ, Laflen JM, Kohl KD. Effect of soil properties on soil erodibility.1989;89-2150.
28. Flanagan DC, Ascough JC, Nicks AD, Nearing MA, Laflen JM. Overview of the WEPP erosion prediction model, technical documentation. National Soil Erosion Research Laboratory; USDA; 1995.
29. Cantalice JRB. Runoff and erosion in rills and interrills in different soil surface conditions. Federal University of Rio Grande do Sul. 2002;141. Brazil.
30. Freitas ADS, Sampaio EVSB. Biological nitrogen fixation in tree legumes in Paraíba and Pernambuco. In: Menezes RSC, Sampaio EVSB, Salcedo IH. (Eds.) Soil Fertility and Biomass Production in the Semiarid. 2008;27-46. Brazil.
31. Guy BT, Dickinson WT, Rudra RP. Hydraulics of sediment-land in sheet low and the influence of simulated rainfall. 1990;15:101-118.
32. Cassol EA, Cantalice JRB, Reichert JM, Mondardo A. Runoff and breakdown soil in interrill in frank-clay-sandy soil with litter. AgriculturalResearch. 2004;39(7):685-690. Brazil.
33. Bezerra SA, Cantalice JRB. Interrill Erosion in different soil cover conditions under sugar cane cultivation. 2006;30:565-573:24:1697-1716. Brazil.
DOI: 10.1007/s11269-009-9520-4.
34. Cantalice JRB, Bezerra SA, Oliveira OFL, Melo RO. Hydraulics and erosion rates in interrill under different slopes and mulch doses. 2009;22(2):68-74. Brazil.
35. Gerits JJP, Lima JLPD, Broek TMWVD. Overland flow and erosion. In: Anderson MG, Burt TP. Process studies in hillslope hydrology. Chichester: J. Willey. 1990;173-214.
36. Wainwright J. Infiltration, runoff and erosion characteristics of agricultural land in extreme storms events, SE France. Catena. 1996;26:27-47.
37. Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. Soil erosion by water: Some measures to combat in farmland. 1967;207. Roma.
38. Schertz DL. J Soil Water Conserv. 1983;38:10-14.
39. Bezerra SA, Cantalice JRB, Cunha MF, Souza WL. Hydraulic characteristics in rill erosion in a Inceptisol the semiarid Brazil. Journal Brazilian of Soil Science. 2010;34. Brazil.
40. Knapen A, Poesen J. Soil erosion resistance effects on rill and gully points and dimensions. Earth Surface Processes and Landforms. 2010;35:217-228.
41. Schäfer MJ, Reichert JM, Cassol EA. Eltz FLF, Reinert DJ. Erosion in rills on different preparations and states soil consolidation. Journal of Soil Science. 2001;25(2):419-430.
42. Simons DB, Sentürk F. Sediment transport technology. Fort Collins, Water Resources Publications. 1992;807.
43. Laflen JM, Thomas AW. Cropland experiments for the Wepp project. In: International Winter Meeting of the American Society of Agricultural Engineers. Illinois. [Papers]. St. Joseph, American Society of Agricultural Engineers. 1987;14.
44. Flanagan DC, Ascough JC, Nearing MA, Laflen JM. The water erosion prediction project model. In Landscape Erosion and Evolution Modelling, Harmon RS. 2001;145-199.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

45. Lafayette KPV, Cantalice JRB, Coutinho RQ. Soil erosion resistance in ravines in a sandy clay loam oxisol. Journal Brazilian of Soil Science. 2011;35(6). Brazil.
46. Giasson E, Cassol EA. Relations in rills Erosion with applied flow and doses residue wheat incorporated in Plinthosol frank sandy clay. Journal of Soil Science. 1996;20(4):117-125. Brazil.
47. Tooth S. Process, form and change in dryland rivers: A review of recent research. Earth-Science Reviews. 2000;51:67-107.
48. World Meteorological Organization. Manual on Sediment Management and Measurement. Operational Hydrology Report, Ed. Xiaoquing, Yang. Geneva, Switzerland. 2003;47.
49. Molinier M, Albuquerque CHC, Cardier E. Analysis of rainfall and homogenized isoietas of the Brazilian Northeast. 1994;58. Brazil.
50. Williams JR, Berndt HD. Sediment yield computed with universal equation. Hydraul. Div., Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs 98. 1972;HY12:2087-2098.
51. Nrcs – USDA. Sediment sources, yields, and delivery ratios. Washington, National Engineering Handbook. Section 3- Sedimetation. 1979;120.

Biography of author(s)



Mr. Victor Casimiro Piscoya
Department of Rural Technology, Environmental Engineering Pós- Graduate Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.

He holds a PhD in Soil Science from the Federal Rural University of Pernambuco in Recife - Pernambuco, Brazil, where he is a professor of Agroforestry Systems. He is currently the author of the project "Riparian Buffer Strip Width Design in Brazilian Watershed" and develops projects related to soil fertility in agroecological plantations, quantification of carbon and nitrogen stocks in agroforestry systems, soil water infiltration in semi-arid environments. His experience in the areas of Agronomic Engineering, Environmental Engineering and Forestry Engineering, with emphasis on Soil and Water Management and Conservation, Agroforestry Systems, Soil and Water Conservation Engineering, Wood Harvest and Transport, Forest Technology,mainly acting in the following subjects: semi-arid watersheds, sediment production, and hydrology relations, Caatinga vegetation, irrigation water quality and agroforestry systems.The author holds a postdoctoral degree from TEXAS A & M UNIVERSITY in College Station, Texas (USA) with CAPES SUPPORT -and a MSc in Forestry Engineering from the Federal University of Paraná. and Graduation in Forestry Engineering from the National University of the Peruvian Amazon .



Professor Vijay P. Singh
Department of Biological and Agricultural Engineering and Zachry, Department of Civil Engineering, Texas A&M University, College Station, Texas 77843-2117, USA.

He is a Distinguished Professor, a Regents Professor, and Caroline and William N. Lehrer Distinguished Chair in Water Engineering at Texas A&M University. He received his B.S., M.S., Ph.D. and D.Sc. degrees in engineering. He is a registered professional engineer, a registered professional hydrologist, and an Honorary diplomate of ASCE-AAWRE. He has published extensively in the area of hydrology and water resources. For seminal contributions he has received more than 92 national and international awards, as well as three honorary doctorates. He is a member of 11 international science/engineering academies.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

He has served as President of the American Institute of Hydrology (AIH), Chair of Watershed Council of American Society of Civil Engineers, and is currently President-Elect of American Academy of Water Resources Engineers. He has served/serves as editor-in-chief of three journals and two book series and serves on editorial boards of more than 25 journals and three book series.



Professor José Ramon Barros Cantalice
Department of Rural Technology, Environmental Engineering Pós- Graduate Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.

He is the Head of Environmental Engineering Graduate Course, has Post-doctoral made at TEXAS A & M UNIVERSITY, College Station, Texas (USA) and work with sedimentology and hydrology catchments modelling. Ph.D. in Soil Science, Federal University of Rio Grande do Sul (2002). MS in Agronomy (Soil Sciences) by the Federal Rural University of Pernambuco (1991). Undergraduate in Agronomic Engineering from Universidade Federal da Paraíba (1986). He is currently Associate Professor of the Universidade Federal Rural de Pernambuco. He has experience in engineering Agronomy, Environmental and Agricultural Engineering, with emphasis on Management and Conservation of Soil and Water Conservation, Soil and Water Engineering, acting on the following topics: mechanics of erosion, sediment transport, rill and interrill erosion, design riparian zones, soil quality, sediment yield from watersheds in the semiarid, and relations of hydrology and cover of the shrubs (Caatinga). I'm Advisor of Environmental Engineering Graduate of UFRPE Course with an average of 2.1 graduates (students post) per year, and works with projects approved by the CNPq, CAPES and FACEPE.



Professor Moacyr Cunha Filho
Department of Informatics and Statistics, Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.

He holds a PhD in Soil Science from the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE) in Recife / Pernambuco, where he is a professor of Applied Statistics. He is currently Coordinator of the Program in Biometrics and Applied Statistics. He has experience in the areas of Applied Statistics, Water Resources, with emphasis on Soil and Water Conservation in the semiarid, working mainly on the following topics: semi-arid, hydrographic basins, sediment production and hydrological relationships, Caatinga vegetation and water quality. He also holds a postdoctoral degree from Universidad Nacional del Sur-Argentina.



Professor Sergio Monthezuma Santoianni Guerra
Department of Rural Technology, Environmental Engineering Pós- Graduate Rural Federal of Pernambuco University (UFRPE), Recife-PE, Brazil.

He was graduated in geology at the Federal University of Pernambuco (1972), earned his master's degree in Remote Sensing from National Institute for Space Research (1979) and obtained his doctor degree in Geosciences and Environment at the

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Institute of Geosciences and Exact Sciences of State University of São Paulo (1998). He has had experience in Environmental Geology, Hydrogeology, Geomorphology, Mineral Research, Remote Sensing, Geoprocessing, Watershed Analysis, Territorial Management, Social Technology and Geotechnical Cartography. He is currently a member of the Department of Rural Technology and Associate Professor in Environmental Engineering Pós-graduate Program of Rural Federal University of Pernambuco.



Professor Renisson Neponuceno de Araújo Filho
Federal University of Tocantins (UFT), Tocantins, Brazil.

He is the Professor of Engenharia Florestal da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Forest Engineer (2009) and Master Science in Agroecosystems (2012) by the Universidade Federal de Sergipe (UFS) , PhD in soil science by Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), with period at Texas A & M University - USA and Post Doctor at Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). I have experience in the area of Agrarian and Environmental with emphasis in: Teaching, Research and Extension, working mainly on the following topics: Degraded Areas Recovery, Soil and Water Conservation, Soil Bioengineering, Soil Mechanics, Soil Physics, Soil Chemistry , Soil Fertility, Nutrient Cycle, Water Resources, Dynamics and Carbon Stock in the Soil-Plant System and Soil Organic Matter.



Professor Sandro Augusto Bezerra
Federal Institute of Pernambuco-Campus Vitória de Santo Antão (IFPE), Recife-PE, Brazil.

He was graduated in Agricultural Engineering from the Federal Rural University of Pernambuco (2001), Master's degree in Agronomy (Soil Sciences) from the Federal Rural University of Pernambuco (2003) and PhD in Agronomy (Soil Sciences) from the Federal Rural University of Pernambuco (2007). He is currently a full-time professor at the Federal Institute of Pernambuco campus Vitória de Santo Antão. Has experience in Agronomy, Soil Management and Conservation and Soil Physics, acting on the following subjects: runoff, water erosion, erosion, runoff regime, infiltration, environment, soil compaction and fruit growing.

© Copyright 2019 The Author(s), Licensee Book Publisher International, This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

DISCLAIMER
This chapter is an extended version of the article published by the same authors in the following journal with CC BY license.
Journal of Experimental Agriculture International, 23(2): 1-10, 2018.

Reviewers' Information
(1 Ayten Erol, Süleyman Demirel Üniversity, Turkey.
(2) Nnamdi Enyereibe Ekeocha, University of Port Harcourt, Nigeria.
(3) Clement Kwang, Anadolu University, Turkey.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

CAPÍTULO 1

ELABORAÇÃO DA CARTA DE VEGETAÇÃO NA REPRESENTAÇÃO DA AGRICULTURA DE SEQUEIRO E CAATINGA ARBUSTIVA E SEMI-ARBUSTIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DO JACU

Edja Lilian Pacheco da Luz
UFRPE

Victor Casimiro Piscoya
UFRPE

José Ramon Barros Cantalice
UFRPE

RESUMO

A região semiárida do nordeste brasileiro é caracterizada pela baixa precipitação anual, altas temperaturas e solos com grande potencial erosivo. Essas particularidades fizeram com que houvesse o desenvolvimento de um tipo de vegetação única no Brasil, e tipicamente adaptada a essas condições, a caatinga. Contudo essas mesmas características dificultam o estabelecimento de agriculturas de forma convencional como são cultivadas em outras regiões do país. Nesse contexto esse trabalho buscou a partir da elaboração de uma carta de vegetação conhecer a área ocupada pela agricultura de sequeiro e o percentual representado por ela na bacia hidrográfica do riacho do Jacu inserida entre os municípios de Serra Talhada e Floresta no estado de Pernambuco. A elaboração dessa carta de vegetação e uso foi feita através de uma fotointerpretação automática (processamento digital) de uma imagem realizada pelo programa GeoCover posteriormente foi feita a quantificação das informações contidas na carta para obtenção dos dados de área ocupada em km² das classes vegetais encontradas e o percentual de representatividade dessas classes sobre a área da bacia. Com base nessas análises observou-se que o total da área que ainda abrange a vegetação nativa da região, representada na forma de caatinga arbustiva e caatinga semi- arbustiva quando somadas representam 87,79% da cobertura vegetal presente na bacia do riacho do Jacu. Certamente as informações trazidas neste trabalho podem servir de auxílio em futuros estudos monitoramento de uso e ocupação do solo na região semiárida, projetos de recuperação de áreas degradadas e estudos de impacto ambiental.

Palavras-chave: Agricultura; Vegetação; Bacia Hidrográfica.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

doi 10.37885/200400096

1. INTRODUÇÃO

A região semiárida do nordeste brasileiro caracteriza-se por apresentar um regime de chuvas com eventos de duração extremamente curta e com intensidade muito alta, além de uma irregular distribuição espaço-temporal, seguida por longos períodos de seca, tornando estas áreas ambientes particularmente propícios à erosão (HÖTZL, 2008). A vegetação do tipo caatinga ou gramíneas de pouco desenvolvimento sobre solos pouco evoluídos. O clima é caracterizado por extrema variabilidade na precipitação, sujeito a secas e períodos infrequentes de chuvas e subsequentes inundações.

Nessas áreas a alta evapotranspiração real representa a principal perda hidrológica (50- 60% da precipitação média anual). Os processos hidrológicos são altamente variáveis no tempo e no espaço devido à alta variabilidade do regime de chuvas, além da influência da topografia e da distribuição espacial da geologia local, solo e uso da terra.

O aumento da intensidade do uso do solo e a redução da cobertura vegetal nativa do semiárido nordestino têm levado à degradação dos recursos naturais e, em especial à redução da fertilidade do solo (MENEZES & SAMPAIO, 2002), além da profundidade do perfil geralmente raso, da dificuldade de drenagem e do excesso de sódio trocável (SILVA, 2000).

Sendo assim esse este estudo teve como objetivo elaborar a Carta de vegetação na bacia do riacho do Jacu afim de conhecer qual a representatividade da agricultura de sequeiro nessa área, assim como os valores de vegetação nativa presente na forma de caatinga arbustiva e caatinga semi-arbustiva.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com a UNESCO (1979), a definição de aridez baseia-se na metodologia desenvolvida por Thornthwaite (1941) com posterior ajuste de Penman (1953), para caracterizar zonas bioclimáticas. Zonas semiáridas são aquelas em que a razão P/ETP situa-se entre 0,20 e 0,50. As médias de precipitação no semiárido variam de 300 a 800 mm ano-1 e as médias de evapotranspiração potencial variam de 1500 a 2000 mm ano-1, sendo o balanço hidrológico da região distribuído desta forma: (a) 70% da precipitação sendo evaporada; (b) 20% evapotranspirada, principalmente pela vegetação da caatinga; (c) 10% escoada superficialmente.

O semiárido brasileiro é um dos mais úmidos do planeta, com média anual de 700 mm ano-1, enquanto na maioria das zonas áridas de outros países a média anual é de 80 a 250 mm ano-1 (MELO FILHO & SOUZA, 2006). O termo caatinga é originário do tupi-guarani e significa mata branca. O bioma Caatinga, único exclusivamente brasileiro, é o principal ecossistema existente na região Nordeste, estendendo-se pelo domínio de climas semiáridos, numa área de 73.683.649 ha, equivalente a 6,83% do território nacional e ocupando os estados da BA, CE, PI, PE, RN, PB, SE, AL além dos estados de MA e MG que se encontram fora da região nordeste. A ocorrência de secas estacionais e periódicas estabelece regimes intermitentes aos rios e deixa a vegetação sem folhas.

No entanto é frequente a remoção da cobertura vegetal e implementação de uma agricultura sem controle da erosão, que promove escoamento superficial na época chuvosa, transportando sedimentos e nutrientes adsorvidos que contribuem para o assoreamento e eutrofização dos rios e represas situadas a jusante. Entretanto, a escassez de água no período seco associado ao processo natural da evapotranspiração, conduz a uma baixa capacidade de diluição, podendo resultar numa deterioração extrema da qualidade da água e eliminação das comunidades biológicas naturais (GASITH & RESH, 1999).

Em relação aos principais problemas relacionados com a qualidade da água no semiárido brasileiro, destacam-se: i) a salinização dos corpos hídricos, com especial incidência em alguns açudes; ii) elevados níveis de turbidez e assoreamento em importantes bacias; iii) o processo crescente de poluição dos recursos hídricos, causado principalmente por esgotos domésticos, industriais, matadouros, lixo, fertilizantes químicos e agrotóxicos (VIEIRA & GONDIM FILHO, 2006).

Considera-se Bacia hidrográfica é a porção geográfica delimitada por divisores de água, englobando toda a área de drenagem de um curso d'água. É uma unidade geográfica natural e seus limites foram estabelecidos pelo escoamento das águas sobre a superfície, ao longo do tempo. É, portanto, o resultado da interação da água com outros recursos naturais (SANTANA, 2003).

Cada bacia hidrográfica se interliga com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacia e sub-bacia hidrográfica são relativos e relacionam-se a ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha hídrica (FERNANDES & SILVA, 1994).

As atividades do agricultor não são isoladas, ele trabalha com sistemas de produção e sua propriedade está inserida num contexto mais amplo, que são as bacias hidrográficas (SANTANA, 2003). O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características geomorfoló-

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

gicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, etc.) e do tipo da cobertura vegetal existente (LIMA, 1976).

A compreensão dos efeitos qualitativos do uso do solo é um mecanismo importante na estratégia para implementação de práticas de conservação na escala de bacia, por parte dos agricultores, porque são eles que definem a organização espacial e temporal de sua propriedade. Quando ocorre o planejamento adequado de uma propriedade agrícola, utilizando técnicas adequadas de ocupação e manejo do solo, de acordo com sua aptidão agrícola, a produção de sedimentos pode se aproximar aos valores de áreas preservadas (MORGAN, 2005).

Por conseguinte, os solos das bacias hidrográficas, a partir de uma perspectiva que considera também aspectos qualitativos do uso, manejo e ocupação do solo, nos fornecem informações importantes que nos auxiliam na gestão ambiental de monitoramento hidrológico em toda a bacia especialmente dos processos referentes à transferência de sedimentos da bacia vertente para a calha fluvial, além dos processos monitorados no exutório (MINELLA ET AL., 2008).

No semiárido brasileiro, as bacias e microbacias rurais são exploradas apenas nas épocas das chuvas (agricultura de sequeiro), com pouco uso de tecnologia, e com as chamadas culturas de subsistência: feijão macassar, milho, sorgo, mandioca entre outros, de baixíssimo valor agregado, aliadas à pecuária extensiva. Como em outras regiões semiáridas do mundo, o trópico semiárido brasileiro apresenta em geral solos rasos e pedregosos, com baixa capacidade de retenção de água, baixo teor de matéria orgânica e alta susceptibilidade à erosão, fato explicado pela predominância de terrenos de rochas cristalinas. No estado de Pernambuco, esse tipo geológico representa 85% do total, contra 15% para as "bacias sedimentares" que tem como característica acumular maiores volumes de água (GOMES, 1990).

A agricultura de sequeiro é o cultivo sem irrigação em regiões onde a precipitação anual é inferior a 500 mm, e que requerem técnicas de cultivo específicas que permitam um uso eficaz e eficiente da limitada umidade do solo (QUARANTA, 2000). Existem nestas áreas poucas opções de diversificação de cultivos compatíveis com as restrições de solo, clima e com os sistemas produtivos adotados pelos agricultores (SILVA, 2000).

O desmatamento indiscriminado para a formação de novas lavouras, aliado à retirada de madeira para benfeitorias, lenha e carvão, e às queimadas sucessivas com manejo inadequado do solo têm contribuído, juntamente com as secas prolongadas, para comprometer o frágil equilíbrio do meio ambiente da região. Assim, a destruição da caatinga na região semiárida do Nordeste brasileiro tem contribuído para acelerar a erosão do solo trazendo, como consequências, o seu empobrecimento e o assoreamento de mananciais (ALBUQUERQUE et al., 2001).

Além disso, a agricultura dependente de chuva, a falta de água para o consumo humano e para pequenas criações constitui a principal causa da baixa qualidade de vida do meio rural das zonas áridas e semiáridas, que correspondem a 55% das terras em todo o mundo e 13% do território nacional brasileiro (SILVA et al., 1993). No Nordeste, a produtividade agrícola é limitada pela irregularidade na distribuição espaço – temporal da chuva, considerada mais grave do que sua escassez propriamente dita (SILVA & RÊGO NETO, 1992). Por isso a agriculta de sequeiro é uma alternativa muitas vezes empregas no semiárido nordestino.

3. METODOLOGIA

A área experimental encontra-se inserida na bacia hidrográfica do riacho Jacu localizada no limite municipal entre as cidades de Serra Talhada e Floresta, formando parte da bacia do São Pedro, inserida na bacia hidrográfica do Pajeú. O acesso se dá pela rodovia estadual PE 390 – km 20, na região da serra da Lagartixa, pertencente ao limite entre os municípios de Serra Talhada e Floresta, com coordenadas geográficas "38°14'39.3" de longitude Oeste e "08°00'15.9" de latitude Sul (Figura 1).

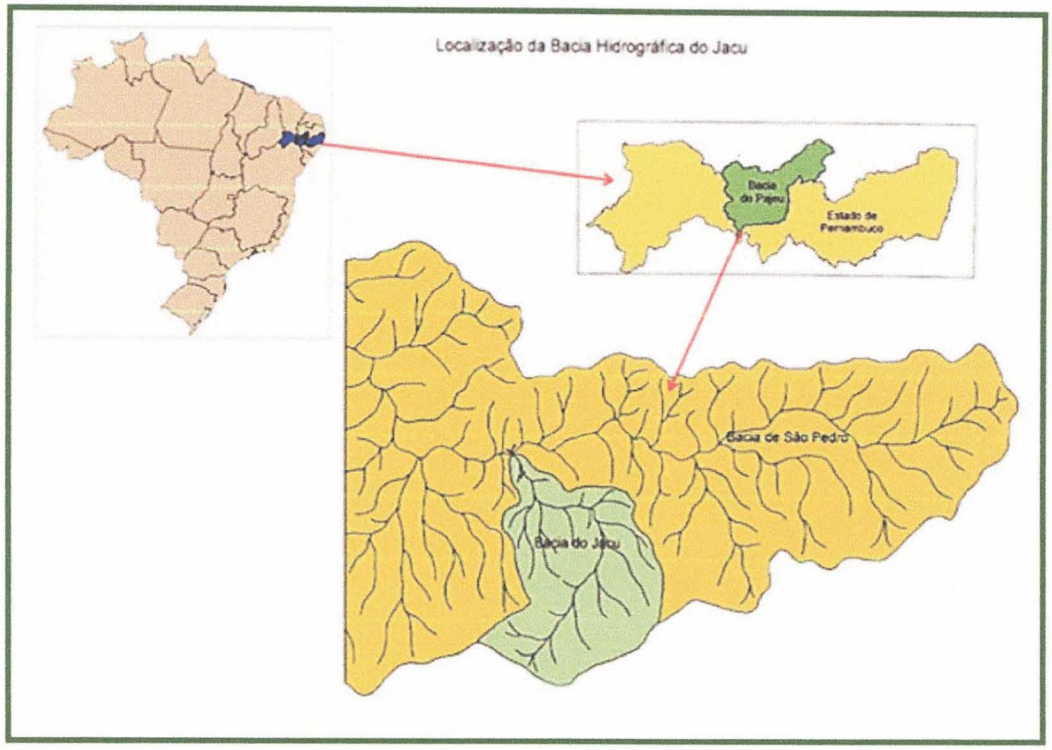
O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Bwh, denominado semiárido, quente e seco, com chuvas de verão-outono com pluviosidade média anual de 647 mm ano-1para o período de 1912 a 1991 (SUDENE, 1990) e temperatura média anual superior a 25°C.

Tendo em vista a área de estudo, foi elaborado a carta de vegetação e uso da bacia hidrográfica do jacu, que corresponde a um mosaico de imagens Landsat que foram ortorretificadas e processadas com um alto padrão de qualidade (GeoCover Technical Guide) adotados para a execução do georreferenciamento.

No caso da bacia do Jacu a carta foi baseada na individualização das unidades fitológicas (Caatinga arbustiva, caatinga semi-arbustiva e agricultura de sequeiro) e de uso em função de suas características tonais e texturais com verificação prévia em campo para validar os resultados obtidos na etapa inicial.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do riacho Jacu inserida na bacia do Pajeú.



Fonte: Própria

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos das bacias hidrográficas, a partir de uma perspectiva que considera também seus aspectos qualitativos, o uso e ocupação do solo, nos fornecem informações importantes que nos auxiliam na gestão ambiental de monitoramento hidrológico em toda a bacia especialmente dos processos referentes à transferência de sedimentos da bacia vertente para a calha fluvial, além dos processos monitorados no exutório (MINELLA ET AL., 2008).

Tendo em vista essas informações foi elaborado a Carta de vegetação e uso da bacia hidrográfica semiárida do Jacu (Figura 2). Feito através de uma fotointerpretação automática (processamento digital) de uma imagem por meio do programa GeoCover. Nesta ocasião foram individualizadas três unidades (caatinga arbustiva, caatinga semi- arbustiva e agricultura de sequeiro).

Figura 2. Carta de Vegetação e Uso da Bacia Hidrográfica Semiárida do riacho Jacu.



Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Fonte: Própria

Como resultado da quantificação desta carta foi obtido os valores expressos na Tabela 1. Foi possível observar que a agricultura de sequeiro representa uma área de 364.611 Km², o que representa 17,24% da área da bacia hidrográfica do Jacú.

Contudo a caatinga semi-arbustiva foi a vegetação com o maior percentual encontrado representando 70,55% da área total da bacia. Já o menor percentual observado foi de 12,21% sendo de vegetação do tipo caatinga arbustiva.

Tabela 1. Distribuição das classes de vegetação e uso da bacia hidrográfica semiárida do riacho Jacu.

Intervalo	Área(km²)	Uso (%)
Agricultura de sequeiro	364.611	17.24
Caatinga arbustiva	258.248	12.21
Caatinga semi-arbustiva	1.492.41	70.55
Total	2.115.27	100.00

Fonte: Própria

Em função da crescente consciência sobre a importância da preservação ambiental e do avanço das leis que disciplinam a ação humana, alto interesse vem sendo despertado para programas de recomposição de áreas degradadas, exigindo que os conhecimentos técnico- científicos sejam rapidamente repassados aos usuários desses programas.

Pesquisas como estas são de extrema importância, pois segundo Kageyama & Costa (1993) esses conhecimentos devem ser locais, ou seja, cada região tem condições ambientais específicas, que devem ser estudadas isoladamente, sendo importante o estudo do desenvolvimento e sobrevivência de espécies nativas da região a ser reflorestada.

5. CONCLUSÕES

Podemos concluir que através de análises feitas a partir da elaboração da Carta de vegetação para a bacia do riacho do Jacu os maiores índices observados foram de vegetação nativa. Nas formas de caatinga arbustiva e caatinga semi-arbustiva.

Contudo a agricultura de sequeiro já abrange uma representação considerável da área total da bacia ocupando 364.611 km² da mesma, ou seja 17,24% da cobertura vegetal presente em toda a bacia uma vez que esta é característica de áreas de baixa pluviosidade como é o caso da região semiárida, a qual está inserida a bacia do riacho do Jacu.

Além de contribuir para o conhecimento da situação real em que se encontra a cobertura vegetal da área de pesquisa. Esses dados podem servir de auxílio para futuros estudos de monitoramento de uso e ocupação do solo na região, priorizar os locais que mais necessitam de um plano de recuperação de áreas degradadas quando for o caso, e até mesmo estudos de impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. W; LOMBARDI NETO, F; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissolo em Sumé (PB). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.25, n.1, p.121- 128, 2001.

FERNANDES, M.R. e SILVA, J. C. Programa Estadual de Manejo de Sub- Bacias Hidrográficas: Fundamentos e estratégias - Belo Horizonte: EMATER- MG. 1994. 24p.

GASITH, A.; RESH, V. H. Streams in the Mediterranean climate regions: Abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. Ann. Rev.Ecol.Syst, 30: 51- 81.1999.

GOMES, C. C. Modelagem matemática para estudo de comportamento de aquífero aluvial represado por barragem subterrânea. Dissertação de Mestrado apresentado ao curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Área de concentração Recursos Hídricos na Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. 1990.

HÖTZL, H. Water resources management in theMiddle East under aspects of climatic changes. In: Zereini, F., Hötzl, H. (Eds.), Climatic Changes andWater Resources in the Middle East and North Africa. Environmental Science and Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 77–92, 2008.

KAGEYAMA, P. Y.; COSTA, L. G. S. da. Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental. São Paulo: Fundação florestal, 26 p. 1993.

LIMA, W. P. Princípios de manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ. USP, 1976.

MELO FILHO, J. F. de.; SOUZA, A. L. V. O manejo e a conservação do solo no semiárido baiano: desafios para a sustentabilidade. In: Revista Bahia Agrícola, v.7, n.3. Nov. 2006. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia04_v7n3.pdf. Acesso 09 dez. 2011.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Simulação dos fluxos e balanços de fósforo em uma unidade de produção agrícola familiar no semiárido paraibano. In: SILVEIRA, L. M: PETERSEN, P & SABOURIN, E., orgs. Agricultura familiar e agroecología no semiárido: Avanços a partir do Agreste da Paraíba. Rio de Janeiro, AS - PTA, p 249 - 260. 2002.

MINELLA, J. P. G; WALLING, DES E; MERTEN, G. H. Combining sediment source tracing techniques with traditional monitoring to assess the impact of improved land management on catchment sediment yields. Journal of Hydrology, 2008. v. 348, p. 546 - 563 . jornal homepage : www.elsevier.com/locate/jhdrol. Acesso em 14 set. 2011.

MORGAN, R. P. C. Soil erosion and conservation. 3.ed. Malden: Blackwell, 304 p. 2005.

PENMAN, H. L. The Physical bases of irrigation control. In: International Horticultural Congress, 13, 1953, London. Report. London: Royal Horticultural Society, p. 913 - 924. 1953.

QUARANTA, G. Agricultura de Sequeiro. Land Care in Desertification Affected Areas - Lucinda. Série C, No. 4. 2000.

SANTANA, D. P. Manejo integrado de bacias hidrográficas. EMBRAPA/ Milho e Sorgo, Sete Lagoas, documento 30, p. 63, 2003.

SILVA, D. A. da; REGO NETO, J. Avaliação de barragens subterrâneas para fins de exploração agrícola . In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9. Natal. Anais. Fortaleza: ABID, p.335 – 361. 1992.

SILVA, F. B. R. E; RICHÉ, G. R; TONNEAU, J. P; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L; CORREIA, R. C; CAVALCANTI, A. C; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAÚJO FILHO, J. C. de. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocio-econômico. Petrolina: Embrapa-CPATSA/Recife: Embrapa - CNPS , Coordenadoria Regional Nordeste, v.1, il. 1993.

SILVA, J.R.C. Erosão e produtividade do solo no semiárido. In: OLIVEIRA, T.S. de et al., (eds) Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Viçosa: MG; SBCS/Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, p.170-213. 2000.

SUDENE. Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. 1990. Caracterização do Semiárido Brasileiro. Disponível em: http:// www.asabrasil.org.br. Acesso 10 out. 2011.

THORNTHWAITE, C. W.; HOLZMAN, B. Evaporation and transpiration. In: Climate and Man: Yearbook of Agriculture. Washington: U.S. Department of Agriculture, p 545 - 550.1941.

UNESCO. Aridity definition. (UN Documents). United Nations Educational, Scientifica and Cultural Oraganization, New York. 1979. Disponível em: http:// www.unesco.org/new/en/unesco/resources/publication. Acesso 15 dez. 2011.

VIEIRA, V. P. P. B.; GONDIM FILHO, J. C. G. Água doce no semiárido. p. 481– 505 in A. C. 2006.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape _____

TÓPICOS EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS



VOLUME 5

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Editora Poisson

Capítulo 4

Ajustes de modelos não lineares para altura de clones de Eucalyptus

David Venancio da Cruz
Moacyr Cunha Filho
Ana Luíza Xavier Cunha
Victor Casimiro Pisicoya
Renisson Neponucemo de Araújo Filho
Guilherme Rocha Moreira

Resumo: O objetivo deste trabalho consiste em estimar a altura em função do tempo dos *Eucalyptus* por meio dos modelos não lineares.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape:

1. INTRODUÇÃO

Os fenômenos de natureza biológica são caracterizados por uma rápida fase de crescimento, que o decorre do tempo se atenuam até a idade adulta. Para representar esses fenômenos é conveniente descrevê-los transversalmente por modelos não lineares, pelo fato de obter-se um melhor ajustamento à fase de crescimento, em organismos vivos.

Uma das alternativas encontradas para o reflorestamento é as espécies do gênero *Eucalyptus*, com uma diversidade de setecentos e quarenta e cinco espécies, algumas adaptáveis ao clima tropical e subtropical predominante em quase todo o território brasileiro.

Esses climas permitem um crescimento ininterrupto e, conseqüentemente, um rápido acúmulo de biomassa. Logo, ao utilizá-la no consumo industrial evita-se o desmatamento da mata nativa, pois oferece mais recursos em um menor espaço de tempo. Observa-se assim, a importância do *Eucalyptus* por ser uma espécie de uso múltiplo com possibilidade de atender as condições do triple sustentável (Silva, 2011).

A "descoberta" do Brasil trouxe consigo a extração ilegal e desordenada da mata nativa, isto é, do pau-brasil. Esse foi utilizado como fonte energética e como matéria prima para a produção industrial, com processo de urbanização e crescimento populacional os recursos começaram a se tornarem escassos, gerando o risco de extinção de várias espécies nativas.

Logo surgiu à necessidade de se buscar alternativas de extração e reflorestamento permitindo o equilíbrio entre o meio ambiente e a produção industrial. Assim, o objetivo deste trabalho consiste em estimar a altura em função do tempo dos *Eucalyptus* por meio dos modelos não lineares.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A base de dados é proveniente de povoamento clonais de Eucalyptus, localizada no Município de Araripina, no Semi-árido de Pernambuco. Implantado no ano de 2002 à área abrange 2,352 ha, compreendendo 15 clones de espécies do gênero Eucalyptus plantadas com espaçamento entre si, de 3×2 m, com 4 repetições. A precipitação média anual é aproximadamente 650 mm, o clima e do tipo Bshw', semiárido, quente, com a temperatura média de 24ºC (Barros, 2010).

3. METODOLOGIA

O modelo não linear, a sua forma clássica é expressa por:

$$y_i = f_i(\beta, x) + \varepsilon_i, \qquad i = 1,2,3, \dots n.$$

em que os erros tem uma distribuição normal, com média zero e variância constante σ^2, isto é, $\varepsilon \approx N(0, I\sigma^2)$, onde $f_i(\beta, x)$ é um função diferençável, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_p)^T$ possui parâmetros desconhecidos a serem estimados, $x = (x_1, \dots, x_q)^T$ representa os valores das q variáveis exploratórias. O principal atributo do modelo não linear é a função diferençável, geralmente deriva de um processo determinístico inferido a partir de suposições teóricas, sendo os parâmetros conseqüentes interpretáveis e a parte aleatória é de militado de erros homogêneos (Cordeiro, 2009).

Neste trabalho foram ajustados os seguintes modelos:

Logístico	$\alpha/\{1 + \text{EXP}(\beta - \gamma x)\} + \varepsilon_i$
Gompertz	$\alpha\text{EXP}\{-\text{EXP}(\beta - \gamma x)\} + \varepsilon_i$
Modelo proposto 1	$\alpha - \beta\text{EXP}(-\gamma x_i) + \varepsilon_i$
Modelo proposto 2	$\alpha. x^{\beta} + \varepsilon_i$ i
Michaelis-Menten	$\alpha x/(\gamma + x) + \varepsilon_i$

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Nos seguintes modelos apresentados, Logístico, Gompertz, Proposto 1, α é considerado a assíntota superior, γ é a taxa média de crescimento e β está relacionado com intercepto. O modelo Proposto 2, α é o comprimento inicial, β está relacionado com a velocidade de crescimento, ε_i é o erro aleatório, esse modelo foi proposto no artigo de (Cordeiro, 2009). O modelo de Michaelis-Menten, α é a velocidade da reação e γ é a constante de Michaelis.

Os critérios de informação de Akaike e Bayesiano foram utilizados para a seleção do modelo mais parcimonioso, esses critérios penalizam a verossimilhança, isto é, um modelo com mínimo de parâmetros possíveis e expliquem "melhor" a variável resposta (Thiersch, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1, são apresentadas as estimativas dos parâmetros dos modelos testados e seus respectivos valores de AIC e BIC, avaliadores da qualidade do ajuste dos modelos.

Tabela 1: Valores estimados dos avaliadores da qualidade do ajuste dos modelos Logístico, Gompertz, Proposto1, Proposto 2, Michaelis-Menten.

Modelo	Parâmetros α (erro padrão)	β (erro padrão)	γ (erro padrão)	AIC	BIC
Logístico	18, 738 (0, 9281)	9,422 (2, 5445)	20,804 (3, 9373)	40,77	43,3
Gompertz	19,173 (1, 0427)	1,0195 (0, 0760)	0,9634 (0, 0071)	38,12	40,6
Proposto1	19,982 (1, 2821)	13,561 (1, 0749)	0,02616 (0, 0059)	34,60	37,1
Proposto2	5,0436 (0, 2232)	0,2973 (0, 01165)		19,55	21,4
Michaelis-Menten	18,979 (0, 8481)		8,429 (1, 7773)	49,12	51,0

*Em que AIC: Critério de informação de Akaike; BIC: Critério de informação Bayesiano.

De acordo com os resultados descritos na Tabela 1, mostram que todos os modelos apresentaram parâmetros significativos, de acordo com a estatística t de Student, porém o que melhor se ajustou aos dados de altura e tempo dos Eucalytus foi o modelo proposto 2. Pois, apresentou os menores valores para os critérios de AIC e BIC.

Tabela 2: Estimativas dos parâmetros do modelo Proposto 2, ajustado aos dados de altura e tempo referentes a Eucalyptus.

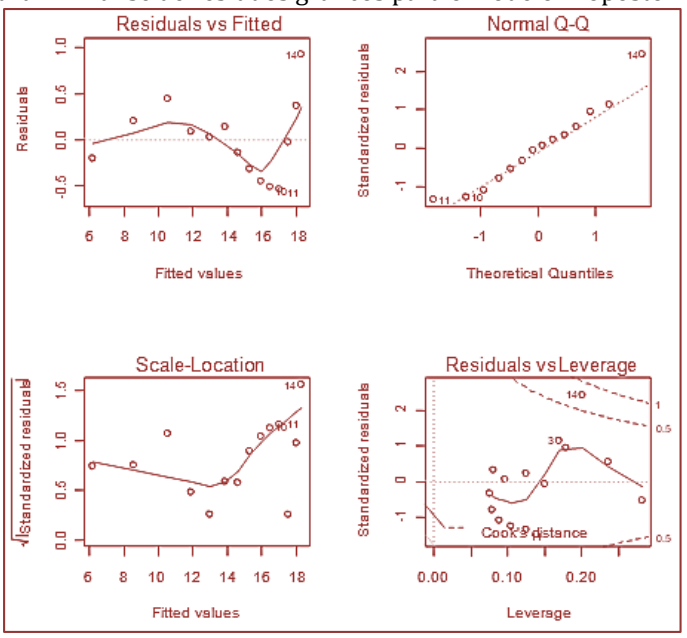
Parâmetros	Estimativa	Erro Padrão	t	P-valor
α	5, 04356	0, 22327	22,59	3,35e-11
β	0, 29729	0, 01165	25,51	8,00e-12

A estatística t e p-valor revelaram que os parâmetros estimados pelo modelo Proposto 2, foram significativos para explicar o modelo. Para verificação das pressuposições do modelo foi realizado a análise de resíduos.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

Figura 1: Análise de resíduos gráficos para o modelo Proposto 2.



No primeiro quadro temos os resíduos contra os valores ajustados, observa-se que não existem pontos discrepantes, pois os pontos estão dentro dos limites de confiança, além disso, os resíduos apresentam-se de forma aleatória. No segundo, o QQPlot dos resíduos padronizados revela distribuição aproximadamente normal, apenas a observação 14 se distância da normalidade. No terceiro gráfico nos dá uma idéia de quão discrepantes (ou não) são os dados. No último, o resíduo contra o Leverage, apenas a observação 14 aparece como ponto influente e alavanca, porém a retirar dessa observação não traz alterações significativas ao modelo.

A equação é dada por

$\hat{y} = 5{,}04356.\, x_i^{\,0{,}29729}$

em que o valor encontrado para a estimativa do parâmetro α corresponde a $5{,}04356$, x_i representa o tempo em meses e β é o coeficiente equivalente a $0{,}29729$. Esses dados se apresentaram adequados para descrever a altura em função do tempo do Eucalyptus, obtendo- se uma aceleração no período inicial e após um determinado tempo uma redução na altura do Eucalyptus.

5. CONCLUSÕES

O modelo não linear proposto 2 mostrou-se eficaz na modelagem do ajuste das alturas de Eucalyptus, pois os parâmetros foram significativos e na análise de resíduos nenhuma pressuposição do modelo foi violada, além do modelo não apresenta anomalias. O uso de modelo não lineares para o inventário florestal pode contribuir para a diminuição dos custos do inventário, ou até mesmo a melhoria da precisão dos inventários, e assim evitar prejuízos, tanto para o produtor como para trabalhador rural. Além disso, os resultados obtidos poderão propiciar o desenvolvimento florestal da região trazendo benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

REFERÊNCIAS

[1] BARROS, BRUNO Coelho DE. et al. Volume e sobrevivência de espécies nativas e exóticas no pólo gesseiro do Araripe, PE. Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 641-647, out.-dez, 2010.

[2] CORDEIRO, G. M.; PRUDENTE, A. A.; DEMÉTRIO, C. G. B. A review of normal non linear models. Revista Brasileira de Biometria, São Paulo, v.27, n.3, p.360- 393, 2009.

[3] FILHO, L. M. A. L. Modelos simétricos transformados não-lineares com diferentes distribuições dos erros: aplicações em ciências florestais. Dissertação de Mestrado, PPGBEA, UFRPE, 2009.

[4] FLORIANO, E. P. et al. Fitting and selecting traditional models for tree's heighet time series data. Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 177- 199, 2006.

[5] SILVA, Antônio Aleixo da. Florestas energéticas. 2011. Cercine. UFRPE. Falando de Ciência. Entrevista concedida a José Mário Austregésilo. Recife, PE.

[6] THIERSCH, MONICA FABIANA BENTO MOREIRA. Abordagem bayesiana dos modelos de regressão hipsómetricos não lineares utilizados em biometria florestal. 2010. 162 p. Tese de Doutorado, PPGCCMC, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

TIPOS E QUALIDADE DE MUDAS

VICTOR CASIMIRO PISCOYA

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

RECIFE
1983

ÍNDICE

1. Introdução 1

2. Normas de Classificação de Qualidade 2

2.1. Parâmetros morfológicos que influenciam a qualidade das mudas 2

2.1.1. Idade 3

2.1.2. Diâmetro do colo 3

2.1.3. Comprimento da parte aérea 4

2.1.4. Proporção entre o comprimento da parte aérea e o diâmetro do colo 4

2.1.5. Proporção entre as partes aérea e subterrânea 5

2.1.6. Peso da matéria seca e verde das partes aérea e subterrânea 5

2.1.7. Peso da matéria seca total 6

3. Fatores que Influem na Qualidade das Mudas 6

3.1. Ténicas adotadas no viveiro que influem na qualidade das mudas 6

3.1.1. Densidade de mudas 7

3.1.1.1. A densidade e seus efeitos na qualidade 7

3.1.2. Poda das raízes 10

3.1.2.1. A poda de raízes e seus efeitos na qualidade 10

3.1.3. Poda aérea 11

3.1.4. Disponibilidade hídrica 12

3.1.5. Fertilidade do solo 13

3.1.6. Técnica da repicagem 14

4. Tipos de Mudas 14

4.1. Muda de raíz nua 15

4.2. Muda de viveiro 15

4.3. Muda com raíz podada 15

4.4. Muda em recipiente 15

4.5. Muda em recipiente (Containerized Transplant) 15

4.6. Muda repicada 15

4.7. Muda repicada com raíz podada 15

4.8. Muda repicada de raíz nua 15

4.9. Muda silvestre 15

5. Certificado de Muda (anexo) 15

6. Conclusão 16

7. Literatura Consultada 17

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

1. INTRODUÇÃO

O sucesso da atividade florestal, depende muito, das técnicas adotadas no viveiro florestal para a obtenção de mudas de qualidade.

As mudas de muitas espécies florestais produzidas hoje em dia, estão longe de serem consideradas padrões.

Na medida em que a ciência florestal progride em nosso País, vai aumentando o conhecimento científico das nossas essências, notadamente, as espécies nativas. A moderna pesquisa florestal procura aquilatar o crescimento e desenvolvimento - na fase juvenil - das espécies nativas e exóticas e suas importâncias econômicas e científicas.

Novos métodos de pesquisa, utilização de novos e modernos aparelhos e instrumentos, facultam um conhecimento científico, cada vez mais aprofundado, dos parâmetros que definem os padrões de qualidade das mudas florestais.

No presente trabalho, estão relacionadas algumas das características que expressam a boa qualidade da muda florestal, diversos tipos de mudas, bem como, algumas técnicas utilizadas para que tais objetivos sejam alcançados.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

2. NORMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE QUALIDADE

Na fase juvenil de desenvolvimento e crescimento das essências florestais, muitos fatores de ordem técnica e ecológica influenciam. Nesta gama de influências, algumas são conhecidas e cientificamente estudadas.

Segundo WAKELEY, P.C. 1954 (24) a qualidade das mudas deve variar entre espécies e regiões.

Segundo LIMSTRON, G.A. 1963 (13) essa qualidade deve variar entre viveiros de ano para ano.

Segundo SLABAUGH, P.E. 1965 (21) as qualidades das mudas, estão relacionadas com as classes de idades.

Tais conceitos, hoje em dia, estão intimamente relacionados com os parâmetros ou variáveis, que caracterizam as mudas de boa qualidade - consideradas mudas padrões. Esses parâmetros ou variáveis, podem ser de ordem morfológica, fisiológica e genéticos.

Os parâmetros de ordem morfológica, são aqueles baseados em características externas, mais práticos, e, comumente empregados. Os parâmetros de ordem fisiológica se fundamentam em características internas, para os quais McNEEL, W.D. 1968 (17) chamou de "qualidades fisiológicas". Os parâmetros genéticos levam em conta os aspectos fenotípicos e genotípicos das mudas, controlando assim, o material genético em produção no viveiro.

A fim de atender as necessidades mais expeditas e práticas da exploração florestal, os padrões de qualidade das mudas são comumente baseados nas qualidades morfológicas do que nas qualidades fisiológicas ou genéticas, muito embora, estas últimas, sejam tanto ou mais importantes que aquelas.

2.1. Parâmetros Morfológicos que Influenciam a Qualidade das Mudas

Para WAKELEY, P.C. 1954 (24) e muitos outros autores, são os seguintes, os parâmetros morfológicos que influenciam a qualidade das mudas.

a. Idade
b. Diâmetro do colo
c. Comprimento da parte aérea
d. Proporção entre o comprimento da parte aérea e o diâmetro do colo
e. Proporção entre as partes aéreas e subterrâneas

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

f. Peso da matéria seca e verde das partes aérea e subterrânea
g. Peso da matéria seca total

2.1.1. Idade

Só após certa idade é que as mudas das essências florestais atingirão bom desenvolvimento do sistema radicular, boa altura e um adequado diâmetro do colo.

De acordo com _____ & JONES, G.W. 1957 (12) estas características vão depender igualmente, da espécie e da estação de crescimento. Para SCHUBERT, G.H. & ADMS, R.S. 1971 (20) a fertilidade no viveiro influencia, sobremaneira, aquelas características. A idade só em si, não pode ser considerada como padrão de qualidade, devido a variação do crescimento e desenvolvimento das mudas de um viveiro para outro. De acordo com os autores citados, hoje em dia se dá maior ênfase ao diâmetro do colo e ao sistema radicular que propriamente, apenas a idade.

2.1.2. Diâmetro do Colo

O diâmetro do colo, em geral, expressa um bom desenvolvimento tanto da parte aérea como da parte radicular.

Segundo SCHUBERT, G.H. & ADMS, R.S. 1971 (20) em estudos e observações realizadas com plantas florestais, tomando por base o diâmetro do colo, ficou demonstrado ser este um bom método, para selecionar mudas com grande capacidade de sobrevivência. Mudas delgadas e com grande altura, bem como, mudas pequenas e com maior espessura da haste, devem ser refugadas. O diâmetro do colo é hoje aceito, como base para a classificação das mudas para os plantios nas Florestas Nacionais - no Estado da Califórnia - U.S.

Para LIMSTROM, G.A. 1963 (13) o diâmetro do colo é um parâmetro superior a altura, dentro das características morfológicas.

As observações tem demonstrado, que considerando a mesma classe de idade, a mesma espécie - o diâmetro do colo sofre oscilações, alguns meses após a germinação.

Para MAPLE, W.R. 1975 (16), em florestas sob manejo se tem constatado que as mudas com mais avantajado diâmetro do colo, oferecem maior resistência aos denominados "fogos de prescrição".

De acordo com WEEB, C.D. 1966 (25) as mudas _____ o diâmetro do colo, tem baixo desempenho no campo.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

O diâmetro do colo, como acontece com os demais parâmetros aqui abordados, deverá ser correlacionado com outras características morfológicas ou fisiológicas, ou mesmo específicas para não dizer genéticas.

2.1.3. Comprimento da Parte Aérea

A caracterização de uma boa muda, baseada exclusivamente na altura, raramente, ou quase nunca dá bons resultados.

Segundo SCHUBERT, G.H. & ADMS, R.S. 1971 (2), existe deficiência na classificação das mudas, baseadas em classes de alturas, já que mudas de grande comprimento aéreo, porém, débeis seriam incluidas, - enquanto mudas com menor comprimento aéreo mas vigorosas e resistentes seriam desprezadas.

CARNEIRO, J.G.A. 1976 (8), cita que para a maioria dos florestais o parâmetro altura é indicativo da melhor época para o plantio. Este conceito, freqüente em nosso País, deve ser consubstanciado por outros parâmetros morfológicos que auxiliem ou melhor definam "um padrão de qualidade de muda". Além destas características, tais mudas deverão apresentar vigor e grande capacidade de sobrevivência e de transporte. A classificação das mudas, baseada em classes de altura deverá sempre estar correlacionada com outros tipos de parâmetros.

2.1.4. Proporção entre o Comprimento da Parte Aérea e o Diâmetro do Colo

O diâmetro do colo e a altura, quando correlacionados, constituem bons parâmetros que definem as chamadas mudas padrões.

ALDHOUS, V.R. 1975 (1) cita que para espécies como *Pinus elliottii*, *Pinus palustris* e *Pinus echinata*, a classificação mais empregada é baseada nesses dois parâmetros. Segundo o mesmo autor, a proporção entre o comprimento aéreo e o diâmetro do colo, vai depender da espécie e da técnica utilizada no viveiro com relação a densidade.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho

STOECKELER, J.H. 1967 (22) relata que em experimentos conduzidos no Estado de Oklahoma U.S., com espécies florestais, tiveram maior índice de sobrevivência, mudas com menor altura e maior diâmetro do colo.

De acordo com WAKELEY, P.C. 1954 (24), considerando o fator sobrevivência após o plantio, bem como, o desenvolvimento das

mudas em espécies como *Liriodendron tulipifera*, existe íntima relação entre o diâmetro do colo e o comprimento aéreo nos primeiros anos, - o mesmo acontecendo com *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*.

2.1.5. Proporção entre as Partes Aérea e Subterrânea

De uma maneira geral, uma íntima relação - diretamente proporcional entre as partes aérea e subterrânea, garante a sobrevivência das mudas, o que não aconteceria se o sistema radicular fosse pouco desenvolvido em relação a parte aérea.

De acordo com SCHUBERT, G.H. & ADMS, R.S. 1971 (20), nem sempre a relativa proporção de igualdade entre essas partes, define um alto padrão de qualidade.

Existem as características típicas e específicas a serem consideradas, como também, as técnicas utilizadas no viveiro, que óbviamente, alteram aquela proporcionalidade.

Segundo TRAPPE, J.M. 1971 (23), existe ainda muita incoerência nos diversos trabalhos editados a este respeito. A proporção entre as partes aérea e subterrânea deverá ser objeto de estudos mais aprofundados.

Para LIMSTROM, G.A. 1963 (13), a interrelação entre o comprimento e peso das raízes, - diâmetro do colo, comprimento e peso da parte aérea é mais válida para definir os padrões de qualidade. Tais interrelações se mostraram significativas para mudas de *Pinus jeffrey* e não significativas para mudas de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*.

Em algumas tabelas de classificação de qualidade a proporção entre as partes aérea e subterrânea vem acompanhada de outras características e sempre em classes de idad

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

2.1.6. Peso da Matéria Seca e Verde das Partes Aérea e Subterrânea

O peso da matéria seca da parte aérea é indicativo do desenvolvimento e crescimento da haste, das ramificações, das acículas ou folhas.

Segundo SCHMIDT - VOGT, H. citado por MALINOVSKI, J.R.1977 (15), o peso da matéria seca da parte aérea das mudas, equivale a sua robustez. O mesmo autor salienta que tal parâmetro, considerado isoladamente, não tem valor a não ser quando correlacionado com o comprimento da parte aérea. O mesmo se diga com relação ao peso da matéria seca e verde da porção subterrânea, que só terá valor

quando correlacionado com o tamanho da muda.

2.1.7. Peso da Matéria Seca Total

O peso total da matéria seca das mudas, vai depender da disponibilidade de nutrientes do solo, do espaçamento adotado nos canteiros, - das técnicas empregadas no viveiro florestal. Vai depender, igualmente, da origem da semente, da latitude e altitude do viveiro, segundo SCHMIDT - VOGT H. citado por MALINOVSKI, J.R. - 1977 (15).

3. FATORES QUE INFLUEM NA QUALIDADE DAS MUDAS

Os parâmetros anteriormente relacionados, não poderão ser considerados isoladamente, para efeito de caracterização da muda padrão. Ditos parâmetros devem estar correlacionados.

Por outro lado, as técnicas atualmente em uso ou que poderão ser utilizadas no viveiro, freqüentemente influenciam ou influenciarão, aqueles parâmetros, aquelas correlações.

Ressalte-se aqui, a importância das técnicas utilizadas no viveiro, que sendo mal conduzidas favorecerão o aparecimento das mudas consideradas refugo.

Segundo SCHUBERT, G.H. & ADMS, R.S. 1971 (20) as mudas refugo se caracterizam por apresentarem:

- Parte aérea danificada ou descascada;
- Doenças nas partes aéreas ou subterrâneas;
- Parte aérea ou sistema radicular, tenros, sem expressão;
- Sistema radicular com desenvolvimento acima ou abaixo das dimensões características ou apropriadas da espécie;
- Deterioração dos tecidos, tanto da parte aérea como da subterrânea - secamento.

Conforme o original
Moacyr Cunha Filho
Saipe

Segundo aqueles autores ainda, "mudas refugadas" são consideradas como tal, com bases em dimensões, doenças ou injúrias.

3.1. Técnicas Adotadas no Viveiro que Influem na Qualidade das Mudas

Para a obtenção de mudas florestais com alto padrão de qualidade, várias são as técnicas que podem ser utilizadas no viveiro.

3.1.1. Densidade de Mudas

A densidade de mudas - é a quantidade de mudas por metro quadrado de canteiro - (ANAIS - 1º Encontro Nacional de Pesquisadores para Padronização da Terminologia Florestal - 1976) (2).

Para STOECKLER, J.H. 1967 (22), a densidade varia com a espécie, bem como, com as condições locais onde está instalado o viveiro florestal. O ideal é que cada canteiro produza uma quantidade máxima de mudas por área considerada, "com alto padrão de qualidade" e com um mínimo de custo.

Segundo WAKELEY, P.C. 1954 (24), a densidade deverá ser executada, a fim de que se possa utilizar ao máximo a capacidade do solo, sem contudo, afetar a qualidade das mudas.

Por outro lado, as probabilidades de aparecerem mudas refugo, está na razão direta do aumento da densidade, segundo BURNS, R.M. & BRENDEMUHL, R.H. 1971 (6), ou, em outras palavras, "a possibilidade de obtermos mudas de alto padrão de qualidade, diminue com o aumento da densidade".

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

3.1.1.1. A Densidade e seus Efeitos na Qualidade das Mudas

Diversos são os efeitos provocados pela densidade das mudas. Esses efeitos estão ligados diretamente "a alta densidade" . STOECKELER, J.H. 1967 (22), relata que não apenas o diâmetro do colo é afetado pela densidade de mudas, como também, a altura média e o peso médio da matéria verde. As observações foram realizadas com mudas de *Fraxinus pennsylvanica*, e as conclusões podem ser apreciadas nos gráficos:

A Fig. nº 4, apresenta um gráfico, através do qual se constata que a elevada densidade de mudas - *Pinus elliottii* é responsável pelo elevado aparecimento de mudas refugo, BURNS, R.M. & BRENDENUEHL, R.H. 1971 (6).

Segundo alguns autores, o peso das mudas - peso total - e a sobrevivência após o plantio, está na razão inversa do aumento da densidade, - tal fato é citado por MACNAUGHTON, V.B. 1966 (14); STOECKELER, J.H. 1967 (22); WILSON, B.C. & CAMPBEL, R.K. 1972 (26).

Fig. nº 1 - A densidade e sua influência na altura média das mudas de *Fraxinus pennsylvanica*. STOECKELER, J.H. 1967 (22).

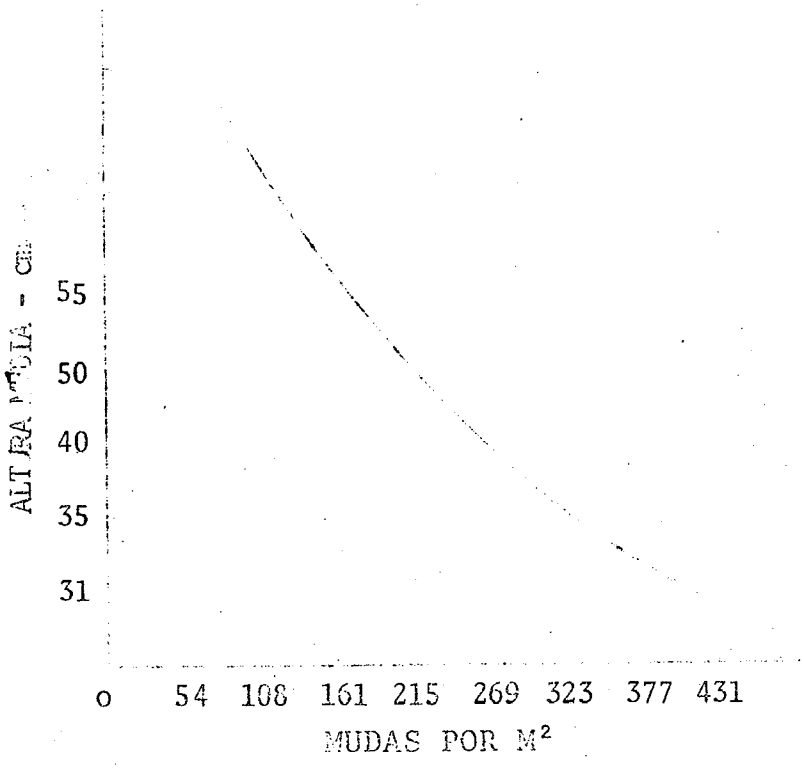
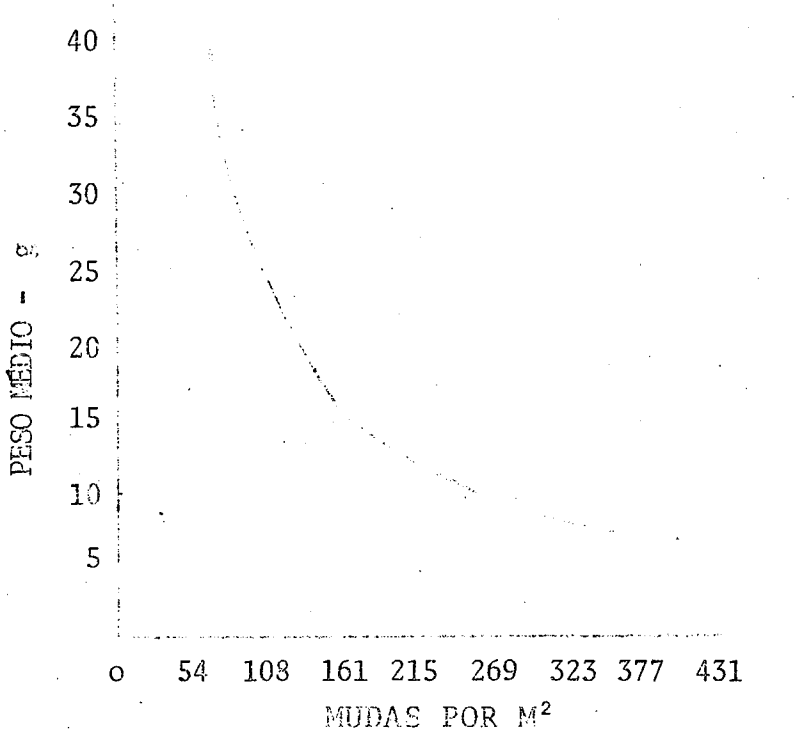


Fig. nº 2 - A densidade e sua influência no peso médio da matéria verde das mudas de *Fraxinus pennsylvanica*. STOECKELER, J.H. 1967 (22).



Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Fig. nº 3 - A densidade e sua influência no diametro médio do colo de mudas de *Fraxinus pennsylvanica*. STOECKELER J.H. 1967 (22).

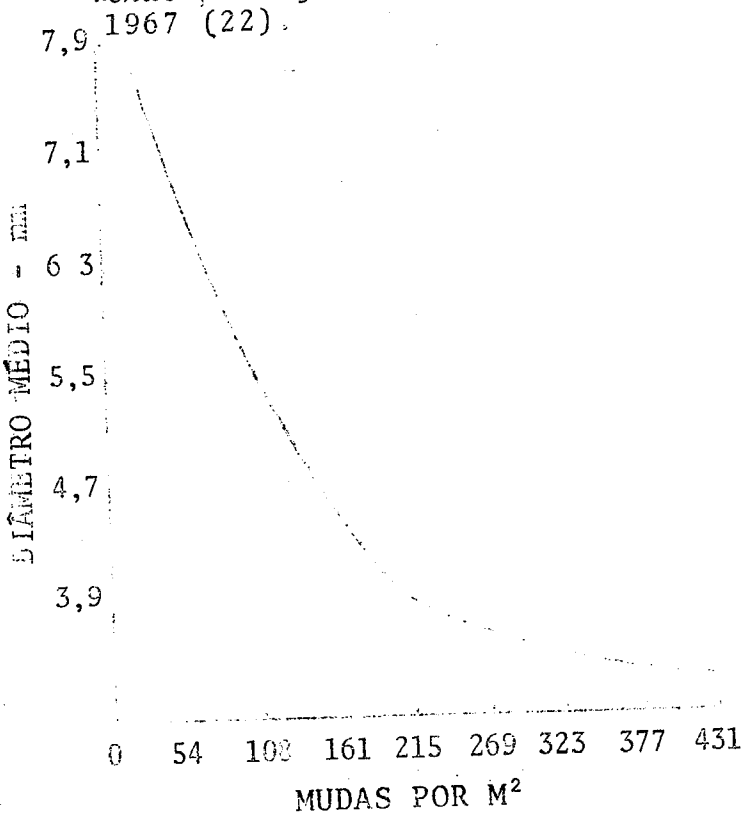
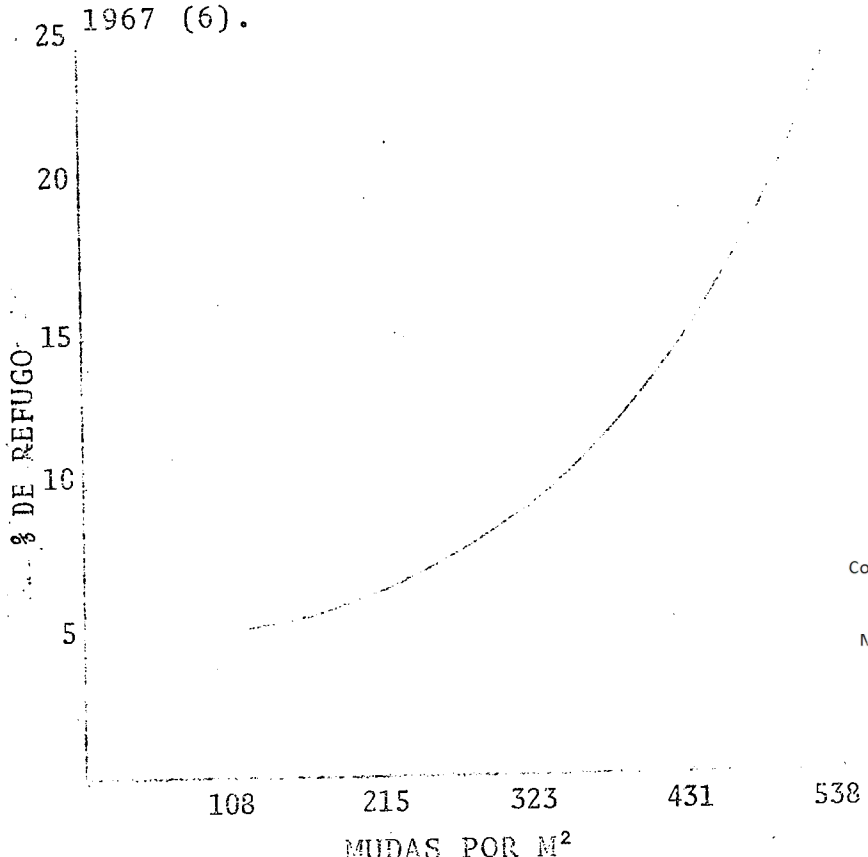


Fig. nº 4 - A densidade e sua influência na porcentagem de refugo de mudas de *Pinus elliottii*. BURNS, R.M. & BRENDENUEHL, R.H. 1967 (6).



Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

3.1.2. Poda das Raízes

Esta técnica é utilizada quando se deseja preparar mais adequadamente as mudas, visando atingirem os padrões ideais de determinada espécie. É empregada igualmente, quando se deseja que as mudas permaneçam no viveiro por um tempo mais longo que o normal.

3.1.2.1. A Poda de Raízes e seus Efeitos na Qualidade das Mudas

Segundo FLINTA C.M. 1960 (10) a poda das raízes, estimula o crescimento radicular, em certas ocasiões o caule e controla o tamanho final da muda.

Segundo CARNEIRO, J.G.A. 1970 (7) a operação de podar as raízes, visa, principalmente, a formação de raízes laterais, como também, o retardamento do crescimento das mudas, que deverão ser mantidas no viveiro, por uma razão qualquer.

Segundo ALDHOUS, J.R. 1975 (1), a poda das raízes, durante a "fase de crescimento" - estimula o crescimento de novas raízes que vem substituir aquelas que foram cortadas.

Para DRAPER, citado por MALINOVSKI, J.R. 1977 (15), diz que no passado a principal justificativa para a poda das raízes, era uniformizar o estoque de mudas. Atualmente as dificuldades encontradas no plantio de espécies com grandes raízes pivotantes é solucionada com a poda das raízes. Também explica aquele autor citado, que a sobrevivência inicial das mudas replantadas também é aumentada: "o estoque de raízes podadas é mais facilmente retirado dos conteiros, diminuindo as injúrias, concorrendo evidentemente para a sobrevivência.

MALINOVSKI, J.R. 1977 (15) em resultado da pesquisa que efetuou com *Araucaria angustifolia*, constatou que a poda das raízes, realizada em diferentes profundidades e diferentes idades chegou as seguintes conclusões: estimula a formação de raízes laterais, aumento de raízes secundárias, as raízes formadas foram do tipo fasciculado que favorecem a sobrevivência das mudas no campo.

GALVÃO, F. 1974 (11) relata que em experimento conduzido com essências florestais, a poda da raiz foi vantajosa no que diz respeito ao porcentual de sobrevivência e o desenvolvimento em altura. Os resultados apontados por aquele pesquisador podem ser verificados no quadro abaixo:

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6

TABELA Nº 1. PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA E ALTURA DAS MUDAS APÓS UM ANO DE OBSERVAÇÃO - Galvão, F. 1974 (11).

ESPÉCIE	SOBREVIVÊNCIA(%) Test.	Poda	ALTURA (cm) Test.	Poda
Apuleia leiocarpa	80	100	71,3	55,5
Araucaria angustifolia	80	90	36,8	40,3
Cedrela fissilis	90	90	41,9	37,9
Enterolobium contortisiliquum	70	50	100,4	112,8
Cordia trichotoma	100	100	58,1	68,3
Jacaranda micranta	80	70	56,4	68,8
Pinus elliottii	100	100	85,2	99,3

Obs: As espécies foram podadas com um ano de viveiro, ficando todas com 8cm, exceção do louro, que ficou com 20cm após aquela técnica de viveiro.

Conforme se observa e o autor salienta em seu trabalho, os resultados são satisfatórios e viáveis, influindo a poda das raízes ora no fator sobrevivência, ora no fator altura.

3.1.3. Poda Aérea

É uma técnica não muito empregada, também denominada "poda das pontas". Nada mais é que o corte dos dois ou três centímetros apicais da muda, com o objetivo primordial de melhorar a relação parte aérea e subterrânea DEICHMANN, V. 1967 (9).

Segundo _____ & JONES, G.W. 1957 (12) a técnica da poda aérea, não afeta a formação de um novo broto terminal, nem altera o desenvolvimento e a forma característica da muda. Tal prática além de melhorar a relação raiz parte aérea, favorece a formação de mudas vigorosas, rígidas e menos sujeitas a ação dos ventos.

De uma maneira geral, a poda aérea só poderá ser aplicada em espécies cujos resultados sejam benéficos e somente após observações preliminares - DEICHMANN, V. 1967 (9).

Esta técnica, que não apresentou efeitos prejudiciais quanto a sobrevivência e desenvolvimento de *Liriodendron tulipifera*, provavelmente, assim se comporte com outras espécies de latifoliadas, LIMSTROM, G.A. 1963 (13).

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Contudo, efeitos contrários foram registrados com *Pinus*

banksiana com dois anos de idade, época em que foi efetuada a poda aérea e em estado de dormência. A conseqüência adversa foi a redução da sobrevivência após o plantio. Idêntico resultado se registrou com *Pinus ponderosa* com três anos de idade e com os brotos terminais em fase de desenvolvimento, _____ & SLABAUGH, P.E. 1965 (21).

A poda aérea beneficiando as mudas seja no crescimento, desenvolvimento ou na sobrevivência, poderá ser aplicada após acuradas observações preliminares do comportamento de uma espécie para outra, ou, de uma mesma espécie, levando-se em conta ainda, as condições técnicas e ecológicas do viveiro, - além da "fase" de crescimento das mudas.

3.1.4. Disponibilidade Hídrica

A sobrevivência das mudas, depende da disponibilidade hídrica.

Segundo DEICHMANN, V. 1967 (9), o bom desenvolvimento do sistema radicular em proporção a parte aérea das mudas, é conseqüência da existência no viveiro de solo arejado e, principalmente, da disponibilidade de água.

Segundo WAKELEY, P.C. 1954 (24), a causa da morte das mudas após o plantio é, não raro, a falta de chuvas, causando a dessecação das mudas. Dessa forma, as mudas devem ser préviamente preparadas para essa eventual situação: onde ocorre maior perda de água por transpiração do que é absorvida pelas raízes.

Para DEICHMANN, V. 1967 (9), na época da germinação das sementes a irrigação do viveiro deve ser leve e freqüente. Posteriormente, após as mudas se tornarem rígidas a irrigação deverá ser mais forte e menos freqüente, notadamente no período seco, simulando as condições de umidade que as plantas vão encontrar no campo.

De acordo com aquele autor ainda, a maneira mais prática para se obter mudas rígidas, adaptadas préviamente as condições adversas a fase de pós plantio, é aplicar pouca água nos meses que antecedem ao plantio definitivo. Esta situação vai porporcionar a formação de mudas com maior diâmetro e pequena parte aérea, o que, evidentemente, repercutirá nas qualidades fisiológicas das mudas, minimizando os efeitos da transpiraçã

Coleção Original

O excesso de irrigação pode ser mais prejudicial que a escassez - por um lado proporciona a produção de mudas suculentas,

vulneráveis aos danos de secas e geadas. Por outro lado, o excesso de irrigação prejudica a aeração do solo, causa o apodrecimento das raízes, sintomas na parte aérea e mal desenvolvimento.

Segundo CARNEIRO, J.G.A. 1976 (8), é possível pré condicionar as mudas a fim de resistirem melhor seja ao transporte, seja aos fortes ventos ou a condições adversas, desde que as técnicas adotadas no viveiro sejam bem conduzidas.

3.1.5. Fertilidade do Solo

Além da fumigação do solo, prática indispensável para o controle de doenças, estímulo ao crescimento de mudas e fator de sobrevivência, já comprovado em *Pinus* sp. - segundo BOYD, R.J. 1971 (5), a fertilidade do solo influencia, sobremaneira a qualidade das mudas.

Na instalação de um viveiro, o solo além de substrato físico para o desenvolvimento das mudas, é a fonte de nutrientes, água e ar, vitais para o crescimento e boa formação das mudas. Interferem, igualmente, no aspecto geral das mudas a estrutura, a textura e o pH do solo. O pH nos viveiros, segundo OWSTON, P.W. 1972 (19), deve estar condizente com as espécies: 4 a 5,5 para as Coníferas e 5 a 6,5 para as Latifoliadas. O pH está diretamente relacionado com outros fatores que envolvem a produção de mudas, inclusive doenças,-reforça aquele autor. O controle da fertilidade vai depender da habilidade do responsável pelo viveiro, observando o crescimento e desenvolvimento das mudas.

Um exagerado crescimento em altura, pode ser fruto de uma fertilização igualmente exagerada de nitrogênio, ocasionando a produção de tecidos fracos, indesejáveis a obtenção de mudas de qualidade. Por outro lado, inadequado desenvolvimento de plantas no estágio juvenil pode ser fruto de uma fertilização insuficiente.

Segundo relata _____ & SLABAUGH, P.E. (21) a fertilização, além das vantagens que apresenta, proporciona maior resistência das mudas ao fenômeno da geada. Isto se explica pela presença nos tecidos das plantas de compostos químicos o que confere maior resistência.

Confere com o original

Para ALDHOUS, V.R. 1975 (1) o magnésio é um dos elementos químicos que podem afetar a qualidade das mudas. Na falta deste elemento determina o aparecimento de tonalidades marrons quando das primeiras geadas de outono. Por outro lado, aplicações tardias de nitrogênio aumentam com frequência a susceptibilidade a geadas, en-

Moacyr Cunha Filho
SIAPE

quanto aplicações tardias de potássio induzem maior resistência a temperaturas baixas.

3.1.6. Técnica da Repicagem

A repicagem, técnica freqüentemente utilizada para as essências florestais, tem se demonstrado como uma garantia de maior sucesso no plantio e desenvolvimento das mudas. Não raro, em algumas espécies, a boa conformação e o vigor apresentado pelas mudas padrões, é decorrente da técnica da repicagem.

Segundo NINA, A.P. 1961 (18), a repicagem se justifica sempre que as condições extremas de temperatura se verifiquem: sejam condições áridas ou calor, sejam condições de frio com possibilidades de geadas, A quantidade de plantas sobreviventes reduz os custos da repicagem, que para alguns é antieconômico.

Para BECERRA, J. 1968 (4) o sucesso no plantio, o crescimento e a boa qualidade das mudas, são decorrentes da técnica da repicagem. Para este autor, tal técnica, melhora, inclusive, a resistência das plantas às condições adversas: pois reduz sensivelmente o crescimento mas estimula o aparecimento de raízes secundárias.

A técnica da repicagem, freqüentemente adotadas para espécies que possuem sementes extremamente pequenas ou quando o poder germinativo é insatisfatório, deve ter seus efeitos préviamente estudados nas diferentes espécies florestais, a fim de justificar tal operação na obtenção das mudas de qualidade.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape4

4. TIPOS DE MUDAS

Toda a muda é uma planta jovem oriunda da propagação vegetativa ou generativa destinada a produção de árvores.

Resguardados os raros casos em que a produção por via vegetativa se justifica, como cita BALDANZI, G. 1971 (3) para *Populus tremula*, a propagação das árvores florestais se faz por via generativa - através de sementes, fundamental na ciência florestal e considerando a maioria das espécies.

A propagação generativa das árvores florestais, promove e dignifica as técnicas adotadas no viveiro florestal, na obtenção e diversificação de mudas de qualidade.

Subentendidas as características padrões, anteriormente analisadas, podemos de uma forma geral, classificar as mudas nos seguintes tipos:

4.1. Muda de Raíz Nua - (Bare-rooted seedling), muda desprovida do substrato no qual se ramificou. (2)

4.2. Muda de Viveiro - (Seedling), qualquer planta de viveiro que não sofreu intervenção manual ou mecânica após a semeadura. (2)

4.3. Muda com Raíz Podada - (Undercut seedling), muda da qual as raízes foram cortadas numa profundidade pré determinada no canteiro usualmente 15cm (2)

4.4. Muda em Recipiente - (Containerized seedling), uma planta semeada em algum tipo de recipiente que não foi perturbada desde a semeadura. (2)

Obs: O termo embalagem não é aceitável, porque significa que a muda seria embrulhada no objeto em questão.

4.5. Muda em Recipiente - (Containerized transplant) uma planta que foi transplantada para algum tipo de recipiente. (2)

4.6. Muda Repicada - (Transplant) qualquer planta que foi transplantada no viveiro uma ou mais vezes. (2)

4.7. Muda Repicada com Raíz Podada - (Undercut transplant) uma muda repicada da qual foram cortadas as raízes numa profundidade pré determinada na linha de repicagem. (2)

4.8. Muda Repicada de Raíz Nua - (Bare-rooted, transplant) muda repicada com raízes desprovidas de substrato no qual se ramificaram. (2)

4.9. Muda Silvestre - Muda de qualquer povoamento que não sofreu intervenção manual ou mecânica.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siap

5. CERTIFICADO DE MUDA

Em nosso País, a Lei nº 6.507 de 19 de dezembro de 1977 trata do certificado de sementes e mudas, dando um cunho normativo a esse setor. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de sementes e mudas, dando ainda, outras providências.

O Decreto nº 81771 de 07 de junho de 1978, regulamenta a Lei nº 6.507. Ver anexo ao presente seminário .

6. CONCLUSÃO

A qualidade das mudas se evidencia através das caracte - rísticas típicas e específicas, como também, em função das técnicas de cunho científico-econômico empregadas no viveiro florestal. É durante esta fase que ocorre uma das poucas chances de proporcionar a produção de árvores sadias e vigorosas altamente produtivas para as diferentes finalidades da exploração florestal.

Enquanto o agricultor seleciona rigorosamente suas sementes que germinando originam plantas com ciclo vital de algunas meses, - em termos de exploração florestal a seleção das sementes e das mudas deve ser bem mais rigorosa. Além da boa qualidade da semente do poder germinativo, devem ser selecionadas criteriosamente as chamadas mudas padrões, que garantam um ciclo vital longo, característico das árvores, e, quiçá, assegurem ainda em tempo a sobrevivência de espécies importantes do ponto de vista florestal.

Confere com o original

Moacyr Quinta Filho
Siape

7. LITERATURA CONSULTADA

1. ALDHOUS V.R. Nurcery practice. Forestry Commission Bulletin. London 43. 1975. 184 p.

2. ANAIS - 1º Encontro Nacional de Pesquisadores para Padronização da Terminologia Florestal. Curitiba PR. 1976. 101 p.

3. BALDANZI G. Onde estamos com o melhoramento genético florestal? Floresta (3) 11-15. 1971.

4. BECERRA, J. Conferencias Propagacion y Repoblacion Florestal Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá 1968. 96 p.

5. BOYD, R.J. Effects of soil fumigation on production of conifer nursery stock at two Northern Rocky Mountain nurseries. U.S. For. Serv. Res. Pap. INT. 91. 1971. 19 p.

6. BURNS, R.M. & BRENDEMUHL, R.H. Nursery bed density affects slash pine seedling grade and indicates field performance. U.S. For. Serv. Pap. SE. 77 1971, 7 p.

7. CARNEIRO J.G.A. Curso Parcial de Sementes e Viveiros Florestais, Diretório Bernardo Sayão. 1970

8. CARNEIRO, J.G.A Determinação do padrão de qualidade de *Pinus taeda* para plantio definitivo, Curitiba. Setor de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia Florestal, 1976. 70 p.

9. DEICHMANN V.V. Noções sobre sementes e viveiros florestais. Curitiba UFP 1967. 196 p.

10. FLINTA C.M. Práticas de Plantacion Florestal em América Latina, FAO. Roma, 1960. 499 p.

11. GALVÃO F. Poda de Raiz e de caule em mudas de algumas essências florestais. VII CBEEF Santa Maria, 1974 49-63.

12. _____ & JONES G.W. Forest nursery practice in the Lake States. Washington, U.S. Forest Servic

13. LIMSTROM G.A. Forest planting practice in the central States. Washington, U.S. Forest Service 1963. 69 p.

Confere com o original
Siape

14. MACNAUGHTON V.B. What the planter expects in the way of seedling quality. In: SOUTHEASTERN AREA FOREST NURSERY MEN CONFERENCES, Clumbia and Hot Springs 1966. Proceedings. Atlanta State and Private Forestry, Southeas - tern Area 1966. p 4-10.

15. MALINOVSKI, J.R. Métodos de poda radicular em *Araucaria angustifolia* e seus efeitos sobre a qualidade de mudas em raiz nua. Curitiba 1977. Setor de Ciências Agrári as. Curso de Engenharia Florestal. 113 p.

16. MAPLE, W.R. Mortality of longleaf pine seedling following a winter burn against brown-spot needle blight. U.S. For. Serv. Res. Note SO 195 1975. 3 p.

17. McNEEL W.D Cultural pratices and other hardwood seedling. In: SOUTHEASTERN AREA FOREST NURSERYMEN CONFERENCE, Co lumbia and Hot Springs, 1966. Proceedings. Atlanta, Sta te and Private Forestry, Southeastern Area, 1966.

18. NINA A.P. Viveiros florestais, instalação e técnica cultural, Direção Geral dos Serviços Florestais. Lisboa , 1961 274 p.

19. OWSTON P.W. Cultural techniques for growing containerized seedlings. In JOINT MEETING, WESTERN FOREST NURSERY COUNCIL AND INTERMOUNTAIN FOREST NURSERYMEN'S ASSOCIA- TION. Olympia 1972. Proceedings. p 32-41

20. SCHUBERT, G.H. & ADMS, R S. Reforestation practices for conifers in California. Sacramento Resources Agency Department of Conservation, Division of Forestry, 1971. 357 p.

21. _____ & SLABAUGH P.E. Conifer nursery practice in the prairie-plains. Washington U.S. Forest Service. 1965. 93 p.

22. STOEKELER, J.H. Seedbed density affects size of 3-0 green ash nursery stock. U.S. For. Serv. Res. Note NC 25 1967. 4 p.

23. TRAPPE J.M. Root pruning conifers in nursery beds: does it increase survival potential? Tree Plant. Notes, 22 (3): 13, 1971.

Confere com o original

24. WAKELEY, P.C. Planting the southern pines. Washington, U.S. Forest Service, 1954. 233 p.

25. WEEB, C.D. Seedling grade in hardwoods. In: SOUTHEASTERN AREA FOREST NURSERYMEN CONFERENCES Columbia and Hot Springs, 1966. Proceedings, Atlanta, State and Private Forestry, Southeastern Area 1966. p 11-15.

26. WILSON B.C. & CAMPBEL, R.K. Seedbed density influences height, diameter, and dry weight of 3-0 Douglas-fir. Tree Plant. Notes, 23 (2): 1-4 1972.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

CARVÃO VEGETAL

Victor Casimiro Piscoya

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

RECIFE
1984

ÍNDICE

1. Introdução.. 1
2. Opção pelo Carvão Vegetal, uma solução natural para o Brasil 2
3. Requisitos básicos da madeira a carbonizar.....3
3.1. Umidade.....3
3.2. Peso a granel ("Bulk Density").....4
3.3. Densidade aparente 5
3.4. Composição química da madeira.....6
4. O processamento químico da madeira.....6
5. Composição do carvão.....8
6. Característica do carvão.....9
6.1. Poder absorvente do carvão.....9
6.2. Higroscopicidade.....9
6.3. Densidade.....10
6.4. Poder calorífico.....10
6.5. Inflamabilidade.....10
7. Combustão da madeira e propriedades.....10
8. Fabricação do carvão vegetal.....11
8.1. Fabricação do carvão vegetal por combustão parcial.....12
8.1.1. Medas.....12
8.1.1.1. Balões ou medas verticais.....12
9. Utilização do carvão vegetal.....16
9.1. Uso doméstico.....16
9.2. Uso energético.....16
9.3. Uso industrial.....16
9.4. Uso agrícola.....17
9.5. Uso metalúrgico.....17
10 . Literatura consultada.....19

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

CARVÃO VEGETAL

1. Introdução:

O carvão vegetal, é um combustível fabricado pelo homem desde a mais remota antiguidade. Foi utilizado pelos Persas, Egipcios e os Chineses, que o conheciam há milhares de anos antes de nós na fabricação de armas e moedas, graças ao precioso combustível. Os Egipcios conheciam a destilação da madeira em vasos fechados e os chineses fabricavam o carvão nas fossas há milhares de anos Nos meados do século XIX, foi construido o primeiro aparelho móvel e desmontável para a carbonização da madeira, a partir daí, uma infinidade de fornos foram surgindo e cada vez mais aperfeiçoados no sentido de recuperar também os subprodutos da destilação da lenha (alcatrão, ácido acético, acetona, acetato de cálcio, etc), com a fabricação única do carvão vegetal, com rapidez, economia e boa qualidade.

Segundo Machado[4] o carvão vegetal, é o redutor que vem participando da siderugia brasileira desde o seu nascimento.

Segundo o mesmo autor, até o ano de 1945 a totalidade de ferro gusa produzido no Brasil, foi com a utilização do carvão vegetal que vinha sendo fabricado, com porção muito pequena de material lenhoso, proveniente do desmatamento que se fazia necessária para a implantação da pecuária, das lavouras, das estradas, cidades etc.

No período de 1900 a 1956 a produção brasileira de ferro gusa foi de 5.065.000 t. dos quais apenas 1.027.000 t. foram produzidas a coque* Portanto, nesse período, a participação do ferro gusa a carvão vegetal foi de 80%.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

* combustível fóssil possivel substituto para atuais utilizações do petróleo

A siderurgia a carvão vegetal cresceu e se desenvolveu, produzindo hoje, mais de $4,2 \times 10^6$ t/ano de gusa, correspondendo a cerca de 40% de todo o gusa produzido no Brasil. (fonte: Machado M.A. Revista Silvicultura - janeiro-fevereiro 1980).

2. Opção pelo carvão vegetal uma solução natural para o Brasil

Isto se resume baseado nas seguintes razões:

a. Falta de combustível fóssil.
b. grande extensão territorial.
c. grandes reservas de minério de ferro.
d. experiência em mineração e atividades similares.
e. mão de obra abundante.
f. Domínio da Tecnologia.

Segundo Cunha[2], um hectare de eucalipto com 5 a 6 anos produz 100 toneladas de madeira, cerca de 34 toneladas de carvão, 8 toneladas de alcatrão, 1,5 toneladas de metanol (1875 litros) 39,5 toneladas de ácido pirolenhoso e 17% de gás combustível. Esta quantidade, em poder calorífico, equivale a 371,9 barris de petróleo, sem acrescentar o gás resultante, que é usado para realimentar a destilação, mas ainda apresentando sobras. Se considerarmos que o eucalipto, para ser industrializado, precisa de 5 anos, teríamos, de acordo com este cálculo, 74,3 barris/ano de equivalente de petróleo a produção de um hectare.

Segundo o mesmo autor, o carvão vegetal da madeira de eucalipto, tem apenas 2,5 a 3% de cinzas, o que torna excelente matéria prima para a siderurgia com altos fornos de até 800 toneladas/dia de ferro-gusa para a obtenção de aço, constituindo-se por este motivo uma boa alternativa na produção de carvão vegetal. Em conclusão: em florestas de Eucalyptus spp. são necessário dois estéreos de lenha para produção de um metro cúbico de carvão vegetal.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

3. Requisitos básicos da Madeira a carbonizar:

3.1 Umidade:

A umidade na madeira introduzido nos fornos de carbonização deve ser menor possível.

No Brasil, a madeira é desgalhada e traçada com aproximadamente 1,5 m. de comprimento e secada ao ar em pilhas formadas na beira da estrada (por baldeação), ou na praça de fornos (no transporte direto). É bastante comum que depois de 3 meses de secagem a madeira ainda tenha umidade na ordem de 50% em base seca' este fato prejudica a carbonização por varios motivos:

a) A vaporização da água consome calor (541 k. cal/kg) que deve ser produzido quando queimado uma parte da carga do forno. Isso diminui o rendimento da carbonização, normalmente expresso pela relação lenha/carvão ou pelo rendimento em peso base seca.

b) A qualidade do carvão resultante, fica prejudicada pelo desprendimento violento de vapor de água formado ao ser aquecida a madeira, que fragiliza e/ou fragmenta o carvão resultante.

c) A produtividade dos fornos diminui, porque a secagem da madeira requer tempo e alonga consequentemente o tempo do carbonização.

d) No caso dos fornos contínuos, a umidade da madeira tem ainda o efeito prejudicial de diluir os sub-produtos resultantes (alcatrão, metanol, etc.), dificultando a sua recuperação. É por isso que normalmente os fornos contínuos de carbonização vão precedidos de um secador de madeira a carbonizar.

A determinação da umidade na madeira é feita normalmente por secagem na estufa até peso constante. É uma determinação simples, porém, muita confusão surge, frequentemente pelo fato de não es

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

pecificar claramente se a base do cálculo é a amostra seca ou a amostra úmida. Por exemplo.

Se uma amostra de madeira úmida pesa 500g. e após a secagem completa na estufa pesa 300g. a sua umidade em base seca é:

1. $100 \times \frac{(500 - 300)}{300} = 100 \times \frac{200}{300} = 66.6\ \%$ b.s.

enquanto a sua umidade em base úmida é:

2. $100 \times \frac{(500 - 300)}{500} = 100 \times \frac{200}{500} = 40,0\ \%$ b.u.

É necessário, pois, indicar sempre claramente a base de cálculo para evitar imprecisões e/ou erros.

É conveniente mencionar aqui, a relação entre a umidade máxima da madeira e a sua densidade básica (DB), dada pela seguinte expressão:

$$\%\ \text{umidade máxima} = \left(\frac{1}{DB} - 0,66\right) \times 100$$

que mostra claramente, que espécies de pequenas densidade básica (exemplo Eucalyptus grandis) terão as mais elevadas umidades máximas.

Por outro lado a influência do vento, da temperatura , da umidade atmosférica e a escolha do lugar de secagem ao ar, são fatores de grande importância.

3.2 Peso a granel ("Bulk Density")

O peso a granel da madeira é normalmente medida em Kg/m^3 da madeira empilhada, o qual depende não só da espécie de madeira mais também das características físicas (diâmetro, comprimento, umidade etc). Assim por exemplo o Eucalyptus grandis tem diferente peso a granel com 7 anos de idade e 1,5 m. de comprimento, que com 5 anos de idade e 3,0 m. de comprimento. Neste último caso, os vazios entre as peças de madeira são maiores e conse

Confere com o original

Siape

quentemente o peso a granel é menor. O peso a granel é normalmente ' medida em balança calcula-se dividindo o peso líquido da madeira pelo número de m^3 de madeira empilhada contido no caminhaão. Assim, se a madeira no caminhão tem um peso líquido de 6,5 t. e o seu volume é de $16m^3$ de madeira empilhada, o seu peso a granel será:

$$6.500 \text{ kg} \div 16 \text{ m}^3 = 406 \text{ kg/m}^3 \text{ de madeira empilhada}$$

Na carbonização em fornos de alvenaria, o peso a granel é util para ' conhecer o peso da madeira seca enfornada e calcular assim o rendimento em peso em base seca.

Assim, se no caso anterior enfornam-se $100m^3$ de madeira empilhada ' com 50% de umidade em base seca, o peso de madeira seca enfornada será :

$$\frac{406}{1,5} \times 100 = 27.067 \text{ kg. de madeira}$$

Para enfornar o maior peso possível de madeira seca num determinado forno é desejável que a densidade a granel da madeira seja a maior ' possível.

3.3. Densidade Aparente:

A densidade aparente, é o quociente entre o peso de um pedaço ' de madeira seca e o seu volume. Para a fabricação de carvão destinado ao alto forno, é desejável que a densidade aparente seja a mais alta possível, porque existe uma proporcionalidade entre a densidade aparente da madeira e a do carvão resultante. Assim, madeiras de alta densidade aparente, permitirão enfornar no alto forno maior quantidade de kg de carbono fixo por m^3 de volume útil do alto forno.

A densidade aparente do e. grandis com 7 anos de idade é da ordem de $0,36 \text{ g/cm}^3$.

Para uma espécie determinada a densidade aparente aumenta com a idade.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

3.4. Composição Química da Madeira

Os principais componentes da madeira para fazer carvão são: a celulose, as hemiceluloses e a lignina. Todos eles na pirólise produzem carvão, gases incondensáveis, alcatrão insolúvel e vapores aquosos.

Atribui-se a lignina a maior percentagem de carvão e do alcatrão insolúvel gerados na pirólise da madeira.

4. O processamento Químico da Madeira:

O processamento químico da madeira segundo Machado [4], se dá principalmente de duas maneiras: através da pirólise e hidrólise. O processo pirolítico de destilação é o mais utilizado entre nós, com o aproveitamento de um único produto, o carvão vegetal, que, por sua vez, é utilizado como combustível e redutor, nos processos siderúrgicos especialmente no Brasil. É evidente que uma utilização tão precária desta forma de energia, levaria a um decréscimo em sua importância, pela exaustão dos recursos naturais, por tanto, as espectativas para o futuro nos conduzem primeiro à racionalização do atual processo de transformação.

Esta sendo estudado um aperfeiçoamento do equipamento atual e a viabilidade técnico-econômica da adoção de fornos contínuos com aproveitamento dos subprodutos.

No caso da hidrólise, está sendo pesquisada como um processo que permite a obtenção de coque vegetal, além de combustível líquido e outros produtos.

Na gaseificação, além da produção de carvão vegetal temos a produção de gás.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

TABELA Nº1. MATERIA PRIMA E PROCESSAMENTO NA OBTENÇÃO DO CARVÃO VEGETAL E SUB-PRODUTOS.

MATERIA PRIMA	PROCESSO	PRODUTOS
tronco	pirólise retortas	Carvão: permite condensação dos gases, posterior destilação, obtendo-se metanol, ácido acético, alcatrão e outros.
tronco	pirólise-forno de alvenaria	carvão
tronco, galho	gaseificação	gás combustível ($CO + CO_2 + H_2 + CH_4 + N_2$)
tronco, galhos, folhas	hidrólise	Celulose-glicose: -frutose -álcool -proteína Hemi-celulose: -proteína -pentoses -furfural Lignina: -carvão -alcatrão -gases combustíveis

Fonte: Machado. 4 Rev. Silvicultura Nº15 ano II janeiro-fevereiro 44-47. 1980

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

5. Composição do Carvão:

Um bom carvão apresenta a seguinte composição:

Carbono..... 84,5 %
Hidrogênio..... 2,5 %
Cinzas..... 1,2 %
Água..... 7,5 %

- Na produção do carvão só devemos usar "Uma determinada espécie de madeira", já que misturas de várias espécies, aquecidas à mesma temperatura dão ao carvão composição muito complexa, acarretando inferioridade do produto.
- Um bom carvão não deve ter nem mais de 3% de cinzas e nem mais de 8% de água.
- As árvores, depois de abatidas, devem permanecer ao ar livre, pois o teor em água se reduz a um mínimo de 15% a 20%.
- Em quanto ao carbono, sua proporção torna-se cada vez maior quanto maior fôr a temperatura de carbonização. Assim:

Carvão obtido a 250º contém 65 % de carbono
Carvão obtido a 300º contém 73 % de carbono
Carvão obtido a 400º contém 80 % de carbono
Carvão obtido a 1.500º contém 96 % de carbono.

"Quanto maior fôr a proporção de CARBONO, maior será o poder calorífico do carvão"

- Os outros elementos que acompanham o carbono decrescem, à medida que aumenta a temperatura de carbonização.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Assim:

a 250 º proporção destes elementos é 1/2 do peso do carvão
a 300 º proporção destes elementos è 1/3 do peso do carvão
a 350 º proporção destes elementos é 1/4 do peso do carvão
a 400 º proporção destes elementos é 1/20 de peso do carvão
a 1.500º proporção destes elementos é 1/100 do peso do carvão

6. Características do carvão:

6.1. Poder absorvente do carvão:

- Devido a sua grande porosidade, é um absorvente enérgico. Daì as suas aplicações práticas como desinfetante e descorante.

- Os barris interiormente carbonizados fazem com que a água não produza fermentaçõ ose microrganismos perigosos, conservando-a.

- Os higuienistas utilizam o poder absorvente do carvão como desinfetante: eliminação de gases fétidos de habitações cheiros ' ruim de líquidos e de roupas de vestir, saneamento de poços, fossas, minas etc.

- Os médicos utilizam como desinfetante: na absorção de gases intestinais, no tratamento de feridas etc.

- Na química é usado como descorante.

- "O poder absorvente do carvão é tanto mais pronunciado ' quanto maior tempo durou a carbonização numa determinada temperatura e se é recentemente fabricado".

6.2. Higroscopicidade:

O carvão recentemente preparado, segundo a madeira, pode absorver de 4 % a 16 % de água. A absorção é rápida no início mas acalma-se em seguida céleramente.

Quanto maior é a temperatura de carbonização, menor será o poder higroscópico. Assim:

Carvão obtido a 150º absorve 21% de água
Carvão obtido a 250º absorve 7 % de água
Carvão obtido a 350º absorve 6 % de água
Carvão obtido a 450º absorve 4 % de água
Carvão obtido a 1.500º absorve 2% de água.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

6.3 Densidade:

A densidade do carvão depende da madeira que o produziu "As madeiras mais duras dão os carvões mais densos" que são naturalmente os melhores.

6.4 Poder calorífico:

O poder calorífico do carvão depende da madeira de que ele' provém, podendo atingir mais de 8.000 calorias. Por exemplo o carvão proveniente da queima de Eucalyptus tem grande poder calorífico.

6.5 Inflamabilidade:

A inflamabilidade do carvão está muito relacionada com sua ' densidade e sua conductibilidade calorífico. (a donductibilidade calorífica do carvão de lenha é tanto maior quanto maior tiver ' sido a temperatura de carbonização).

7. Combustão da madeira e propriedades:

Segundo Brito & Barrichelo[1], quando a madeira é usado para ' a geração de calor, como qualquer outro combustível ele tem que' passar pelo processo de combustão o qual inclue tanto reações físicas como reações químicas apresentando características próprias. Quando a madeira está se queimando, ela se transforma em calor, ' produtos químicos e gases. A combustão completa produz vapor de' água e CO_2 juntamente com calor e cinzas não combustíveis.
Quando a combustão é incompleta ocorre a formação de CO, hidrocarbonetos e outros gases.
A primeira fase da combustão aquece a madeira para a evaporação' e eliminação da água. É uma energia praticamente perdida.
A segunda fase de combustão inicia-se quando a temperatura atinge aproximadamente 260º, a madeira começa a ser quimicamente degradada e materiais voláteis começam a ser vaporizados.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

Quando a temperatura chega aos 600ºC e havendo possibilidades de uma correta e adequada mistura como o ar, estes gases passam a se inflamar.

Se a temperatura dos gases voláteis não é mantida ao redor dos 600º C e a quantidade de ar não for suficiente, a combustão não se completa.

O terceiro estágio de combustão é o da queima do carvão que permanece após a liberação dos gases voláteis. O carvão se queima a temperatura acima dos 600ºC. Finalmente, uma pequena quantidade de cinzas permanece após a queima do carvão.

Aproximadamente 50 - 60% calor aproveitável da queima da madeira esta nos gases voláteis.

Por outro lado, segundo o NORTHEAST REGIONAL AGRICULTURAL ENGINEERING SERVICE citado por Brito & Barrichelo [1], diz que todas três fases da combustão da madeira ocorrem ao mesmo tempo. Contudo as duas primeiras fases se sucedem preferencialmente quando o fogo está se iniciando.

8. Fabricação do Carvão Vegetal: Segundo ELIAS[3],

A carbonização da madeira pode ser efetuada de duas maneiras:

1º Por combustão parcial

2º Em vasos fechados

Neste segundo processo há uma verdadeira destilação, a finalidade não é obter carvão (a não ser em casos excepcionais, como carvão para polvora) que é resíduo da destilação, mas sim os produtos voláteis ou não (ácido pirolenhoso, ácido acético, acetona, alcatrão etc), os quais se desprendem nas diversas temperaturas a que está submetida a madeira e que condesado e recolhidos em dispositivos especiais.

A carbonização neste caso requer grandes indústrias, que disponham de capitais elevadas. A Alemanha, Rússia, Argentina, França, Estados Unidos, Inglaterra etc.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

mantêm indústrias como essas.

Entretanto o carvão obtido é inferior em qualidade ao que é obtido pela carbonização parcial.

8.1. Fabricação do Carvão Vegetal por combustão parcial

Compreende três processos: medas, fossas e fornos

8.1.1. Medas

É chamado também de processo das florestas, apresenta grandes vantagens , pois, no próprio lugar em que são abatidas as árvores, é que são construídas as medas. É um processo pouco custoso, porque não visa as questões de transporte da madeira, dando, além disso, ótimos rendimentos.

As medas podem-se dividir em: medas verticais ou balões e medas horizontais.

8.1.1.1. balões ou medas verticais:

Podemos dividir o processo de obtenção de carvões nos balões em três operações:

a) escolha do local e preparação do terreno; levantamento e revestimento do balão.

b) toque de fogo do balão e carbonização ou "queima" da lenha

c) recolhimento do carvão.

1º escolha do local e preparação do terreno; levantamento e revestimento do balão: A superficie do terreno deve ser circular, mais alta na periféria do que no centro, para facilitar o escorrimento dos líquidos que se produzem na carbonização. Aconselha-se a escavação de uma fossa, mais ou menos a um metro de distância do balão. A superfície assim formada é coberta com terra fina.

- No centro do terreno coloca-se um mastro de 4 a 6 metros de altura, segundo a capacidade do balão. Este mastro é guarnecido de fôlhas secas, gravetos, palha atc. Em vez de um só mastro, podem ser colocados três ou quatro em forma de triângulo ou retângulo, distando 0,30 m. entre sí, constituindo uma espécie de chami-

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

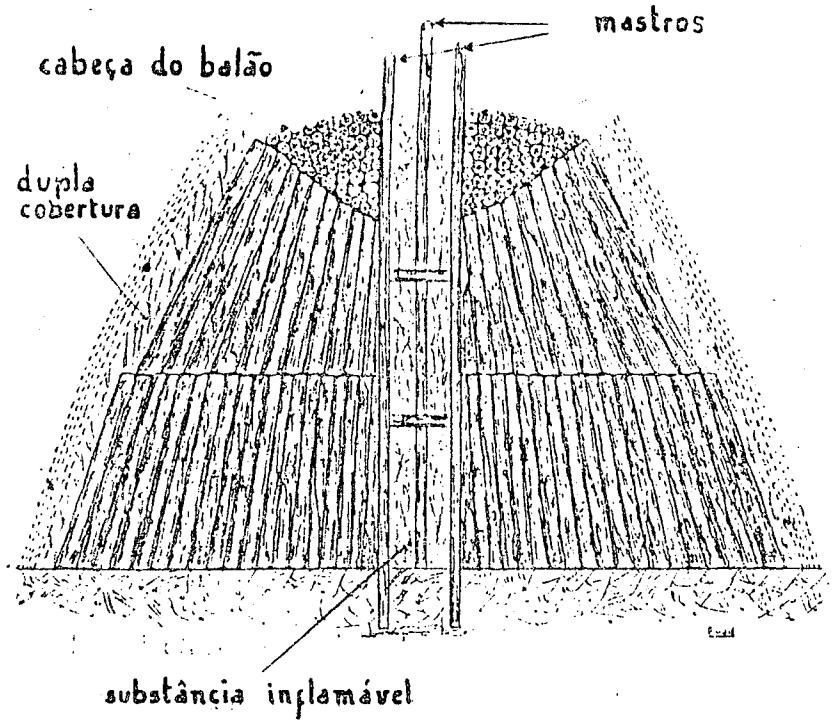


Fig.1 Meda vertical com três mastros.

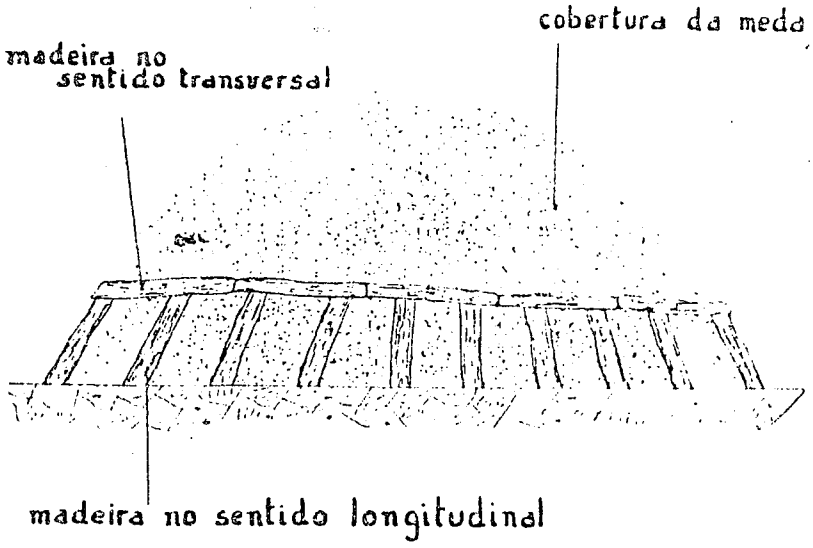


Fig.2 Banca

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

nè, dentro da qual se colocam matérias fácilmente inflamáveis.

- Em seguida os toros de lenha são arrumados em duas camadas cu "giros" superpostos, partindo-se do mastro para a periferia. O giro de baixo ou camada inferior é pouco inclinado e deve ser de madeira fina. O giro de cima ou camadá superior pode ter maior inclinação e toras mais grossas.

- Todos os espaços entre as toras devem ser preenchidos com madeira fina, e a lenha deve ser bem arrumada, de maneira que não se formem espaços vazios, que acarretam sérios prejuízos.

A parte mais alta do balão chama-se "cabeça", aí coloca-se lenha fina na posição horizontal e também restos de lenha mal carbonizada.

- Exteriormente todo o balão é recoberto com lenha rachada que tem por finalidade impedir a penetração de terra durante a carbonização, que produziria o "tição ou tiço" (lenha mal queimada).

- O revestimento da meda consiste em se fazer uma dupla cobertura, cujo assentamento se faz em baixo e em cima. A primeira cobertura ou "patiche", que repousa diretamente sobre o "tabique", é formada de musgos, palhas, ou das próprias folhagens verdes das árvores abatidas, tendo uma espessura de 0,10 m a 0,12 m. A segunda cobertura é formada de terra, proveniente do terreno em volta do balão, não tendo em todos os lugares a mesma espessura, porque, na base ou "pé de balão" a terra é recalcada com as costas da pá, para evitar as fendas, enquanto que no alto ela é jogada e aplainada com o ancinho.

- É de grande importância o revestimento das medas. Evita o contato do ar com a lenha ardente, estabelecendo uma carbonização regular. Deve ser maleável, de modo que se molda exatamente sobre o volume da madeira, quando este vai diminuindo. Esta elasticidade depende da segunda cobertura, que deverá ser formada de húmus misturado com terra não calcinável.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

2º Toque de fogo do balão e carbonização ou queima da lenha

- Pode ser feito na parte de cima ou de baixo do balão.

- Neste último caso coloca-se um toro de lenha de 0,20m a 0,25m. de diâmetro, radialmente , numa extremidade tocando a chaminé , formam-se os "giros" e quando estão prontos, retira-se pouco a pouco o toro e temos então um canal de 0,20m. de diâmetro,, é através deste canal que se atinge a parte inferior da chaminé, ponto central do balão onde o toque de fogo é dado.

- O fogo atingindo a chaminé, é ativado praticando-se os respiradores no revestimento, conhecidos como "boeiros", na parte superior do balão e "canhões" na parte inferior ou pé do balão. Os fumos brancos , no início, vão sendo pouco a pouco substituídos por vapores fuliginosos, escuros e de cheiro característico. Fecham-se então a "cabeça" do balão com "patiche" e terra, e os boeiros , conservando-se abertos os "canhões".

- Certifica-se que a lenha está carbonizada, penetrando-se uma vara no balão. Se encontrar resistência, a lenha não está carbonizada; caso contrário, o carvão já foi obtido.

- A cobertura de terra do revestimento , pelo calor, torna-se sêca e chama-se "polvorão". Estepode descer pelo balão e obstruir os "canhões". Faz-se então a "banca" que são paus dispostos no sentido transversal, sustentados por outros no sentido longitudinal. Para proteger melhor o trabalho dos balões contra os ventos, que às vezes aparecem inesperadamente, fazem-se coberturas de proteção com palhas, sustentadas por varas compridas, que devem ser bastante flexíveis, para acompanhar todos os movimentos do vento. Deve-se praticar o trabalho dos balões nos bons dias, para evitar os solos úmidos, ventos violentos e chuvas, sendo que estas fazem deslizar o revestimento.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

.. - Balões de 40 metros cúbicos de madeira, pode levar de 12 a 15 dias para carbonizar. Em conclusão: A duração da carbonização de - pende do volume do balão.

3º Recolhimento do carvão:

Fechados todos os canhões, reforça-se o revestimento para apagar o fogo e esfriar o carvão.

O carvão é recolhido retirando-se com a enxada o revestimento em pequenos pedaços ao mesmo tempo que se joga o polvorão, sobre o carvão para evitar que este, em contato direto com o ar, produza combustão. Esta operação deve ser feita à noite, pois será fácil ver os carvões ardentes o apagá-los querendo se deixar a operação para o dia seguinte, cobre-se completamente o balão com polvorão.

Num balão de 40 metros cúbicos, leva o carvão dois a quatro dias para ser recolhido.

9. Utilização do Carvão Vegetal: Segundo Machado[1], são as seguintes as utilizações do carvão vegetal:

9.1.. Uso doméstico: Ainda muito utilizado nos países florestais em vias de desenvolvimento, o carvão vegetal para uso doméstico teve um crescimento nas sociedades de consumo ocidentais com a utilização das "churrasqueiras" para residências.

9.2. Uso energético: Com esse objetivo, a combustão do carvão vegetal conduzida dentro de gasogénios para permitir a gaseificação total e a recuperação energética dos gases combustíveis expelidos.

9.3..Uso industrial: O carvão vegetal pode ser utilizado em indústrias diversas sob forma de carvão ativo para os fenômenos de absorvência, sob forma de combustível sólido pulverulento(fábricas de cimento) ou como matéria-prima em certas sínteses químicas de corpos contendo carbono.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

9.4. Uso agrícola: Nestes caso, o carvão de madeira fina é utilizado para enriquecer a terra.

9.5. Uso metalúrgico: O mais importante tecnicamente falando, devido a suas propriedades excepcionais da redução do minério de ferro.

Prof. VICTOR CASIMIRO PISCOYA

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

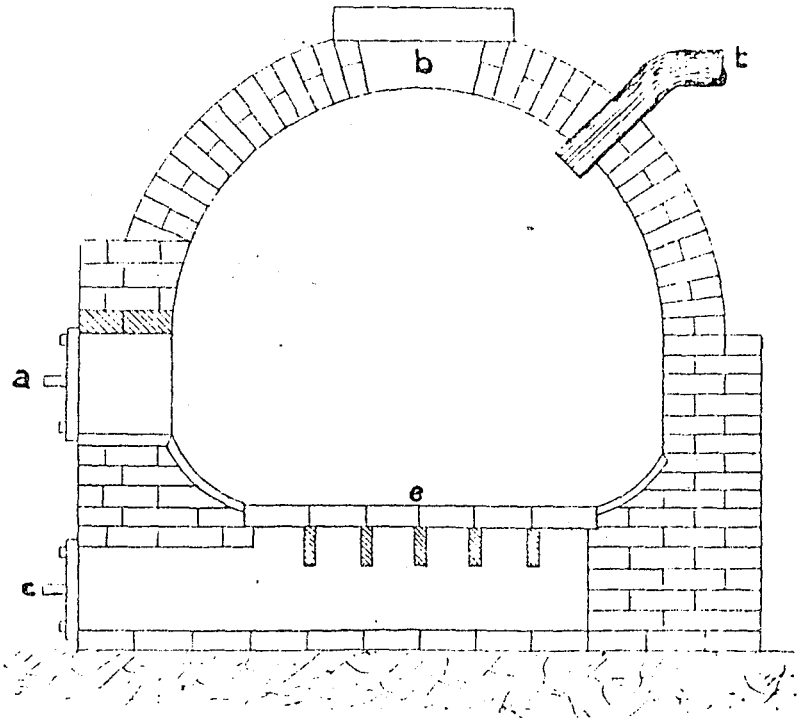


Fig.3 Forno de grelha

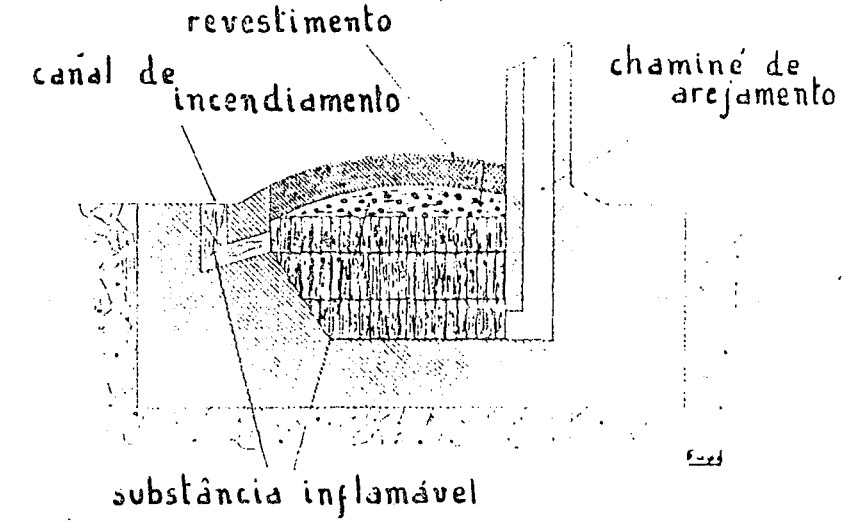


Fig.4 Fossa. Corte.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

10. LITERATURA CONSULTADA

1- BRITO J. & BARRICHELO L, Usos diretos e propriedades da Madeira para geração de energia. IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Circular Técnica, (52): 4 - 8, 1979.

2- CUNHA, L. S. Carvão vegetal uma opção viável. J. Reflorestadores, 1 (5) : 25 - 26, 1979.

3- ELIAS, C.A. Fabricação de Carvão Vegetal. 2ª Edição . Rio de Janeiro , Edições SIA, 1961 - p. 43.

4- MACHADO, M. A. "Carvão Vegetal - Energia para a industria Brasileira" SILVICULTURA. Revista Florestal. São Paulo , UNIPRESS, 1980 44 - 47.

. Confere com o original

Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL
DISCIPLINA EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DA MADEIRA

"PROBLEMAS E SOLUÇÕES DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL NA AMÉRICA LATINA"

Prof. Victor Casimiro Piscoya

RECIFE, AGOSTO 1992

Confere com o original

Siape

PROBLEMAS DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL NA AMÉRICA LATINA

I - DERRUBADA, TRAÇAMENTO, DESGALHAMENTO E DESCASCAMENTO

01 - Podem ser utilizadas máquinas destinadas para cortar e desramar coníferas em plantações de eucalípto?

02 - Há um problema de grande desperdício da madeira que fica no bosque depois de despontar uma árvore. Como se poderia utilizar esta matéria-prima? E com que equipamentos, de preferência no bosque?

03 - Algumas madeiras brandas são rapidamente atacadas por insetos e fungos antes de serem tratadas. Como se pode evitar isto?

04 - Atualmente usamos madeira para polpa em diâmetros entre 10 e 40 cm. As toras maiores se partem com cunhas de acero e marretas pesadas. Que métodos existem para melhorar este tipo de trabalho?

05 - Existe alguma diferença em um rebroto depois de cortar uma árvore com machado ou moto-serra?

06 - Qual é a melhor altura de corte para favorecer um rebroto de eucalípto?

07 - Os machados que existem em um mercado não são os mais adequados para o trabalho florestal. Que modelos são os mais convenientes e como se pode conseguir?

08 - As motosseras atuais são principalmente para cortar madeiras'

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

brandas, resinosas e de diâmetro pequeno, porém em bosques tropicais as condições diferem notadamente. Que tipo de motosserras existem para estas condições e que características devem ter?

09 - Ao derrubar e cortar árvores a corrente da moto-serra se trava. Sabe-se que se pode usar cunhas. Que tipos são recomendáveis e onde se pode conseguir?

10 - As amdeiras duras desgastam rapidamente o fio de corrente da moto-serra. Existem correntes especiais para madeiras duras?

11 - A porta do sabre da moto-serra se desgasta rapidamente. Como se pode evitar isto?

12 - O aquecimento da moto-serra é um incoveniente que ocorre com muita frequência, originando por sua vez uma perda de potêneia. Como poderia corrigir-se este problema?

13 - Tem havido muitos acidentes com moto-serra por causa da alta velocidade da corrente. Que acessórios existem para evitar este risco de acidentes?

14 - O uso de moto-serras está gerando problemas nos operadores por vibrações e ruídos. Como se pode solucionar este problema?

15 - Qual é o equipamento ou maquinário mais recomendado para o derrame das árvores de Pinus?

16 - Em certos países o descascamento se efetua a golpe de machados. Tem-se interesse em conhecer novos sistemas manuais ou mecâni - cos. Cite-os.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

17 - Seria conveniente descascar a madeira em um bosque para espécies destinadas à serraria?

18 - Que equipamentos se pode utilizar para descascar eucalipto cuja casca é muito fibrosa?

19 - Que tipo de descascadores usam a energia da tomada de força, de um trator de rodas?

20 - Em uma zona de trabalho, muitas operações de extração são feitas de forma manual. Que ferramentas facilitam este trabalho?

21 - Temos utilizado uma cortadora em bosques de Pinus radiata, mas tem-se identificado um problema de acúmulo nas atividades posteriores, devido à sua alta eficiência. Como se pode complementar a cortadora para mantermos um rítmo de exploração contínuo?

22 - Existe alguma máquina que corte, trace, carregue e transporte?

23 - Que vantagens, qual é o seu custo e onde pode-se obter os tipos de descascadoras seguintes: hidráulica, mecânica e fresa?

24 - Existe algum tipo de chipper móvel que se pode utilizar em um bosque?

II - ARRASTE: TRATORES, CABOS E OUTROS

01 - Em geral os equipamentos de arraste têm sido destinados para exploração de bosques que não têm as mesmas características do bosque tropical, para estes bosques, quais seriam os mais adequados?

02 - Em terrenos moles ou inundados existem problemas para extração de toras, que experiências e equipamentos se tem na América Latina?

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

03 - São adequados os tratores florestais que levam a carga suspendida "forwarders" para serem usados em bosques tropicais?

04 - Que equipamentos existem no mercado que permitam arrastar troncos com tratores agrícolas?

05 - Quais são os tipos de tratores que se fabricam para arraste de terras em bosques tropicais?

06 - Que tipo de trator florestal se conhece para arraste de toras e lugares alagadiços ou pantanosos com 1,0 a 1,20m de profundidade?

07 - Que acessórios se pode adicionar a um trator florestal para trabalhar em épocas chuvosas em zona tropical?

08 - Existem tratores florestais que podem ser usados para fazer aberturas ou caminho em um bosque?

09 - Tem ocorrido problemas com os pneus dos tratores florestais, pois apesar de limpar bem os caminhos, sempre ficam pequenos tocos que arrebentam os pneus. Como evitar ou eliminar este problema?

10 - Que distância máxima de arraste é recomendado para os diferentes tipos de tratores articulados, caso o condicionamento do terreno seja lamacento?

11 - Ao se arrastar madeiras delgadas, o cabo de amarra as danificam. Como se pode evitar isto? Que tipo de sugestões existem para reduzir os danos?

Confere com o original
Moacyr Gurma Filho
Siape

12 - Que tipo de remoção se pode utilizar com um trator florestal para do bosque mais toras pequenas durante o período chuvoso?

13 - Por causa da grande umidade em clima tropical, os equipamentos e maquinários são afetados por causa da oxidação. Assim os tanques se oxidam contaminando o combustível. Como se pode solucionar este problema?

14 - A manutenção dos tratores florestais em bosques ocasionam muitos problemas. Existem alguns guias práticos, assim como ferramentas e equipamentos especiais para uma boa manutenção?

15 - Em terrenos inclinados existem problemas para extrair-se a madeira. Que equipamento pode ser usado e existe alguma experiência na América Latina?

16 - Em terrenos acidentados com plantações de Eucaliptos, qual é o volume mínimo à extrair que justifique o uso de cabos aéreos?

17 - Se o plantio tem muitos problemas com o cabo de aço para uso florestal, tal como selecionar e adequar a sua manutenção. Que guias existem para isto?

18 - Existem alguns "Winche" leves que podem substituir aqueles do tipo manual que são muito lentos?

19 - Recomenda-se conhecer maquinário que substitua o burro e o cavalo em extração de produtos de baixa densidade, em plantios artificiais?

20 - É possível tecnicamente adaptar os dirigíveis aéreos e as tarefas de manuseio e transporte de toras, em zonas montanhosas e sem infra-estrutura?

Confere com o original

Siape

21 - Quais são as técnicas de segurança na operação de arraste?

22 - Pode-se substituir o uso de ganchos por outra operação mais rápida?

23 - Que tecnologia pode-se usar na seleção de mastros de ferro móveis?

24 - Pode-se utilizar buchas metálicas em toras de diâmetros maiores?

CARREGAMENTO DE TORAS, TRANSPORTE E DESCARGA

01 - Quais são os métodos de carga em excesso, carregador frontal e guindaste existentes para carregar os troncos nos caminhões?

02 - Em carregamentos de caminhões truncados nos pátios, com troncos, quando chove os tratores carregadores deslizam havendo problemas para o carregamento. Como se pode solucionar isto?

03 - Existe no mercado caminhões para o transporte de madeira em toras com equipamentos como guindaste, que podem ser implantados na Amazônia?

04 - Para cargas e descargas há chatas que enchem-se d'água e praticamente afundam. Existe outro sistema para solucionar este problema, que não seja apenas a instalação do guindaste?

05 - Qual é o guindaste mais recomendado para descarregar as chapas de madeira e cargas uma vez no caminhão truncado, onde a margem do rio apresenta terreno mole?

06 - Existem alguns métodos de descarga para caminhões nos terrenos inclinados?

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

07 - Existem poucas informações sobre os caminhões especiais para o transporte da madeira em tora?

08 - Que sistema existe para carregar e transportar facilmente as toras de mais de 8 m de largura?

09 - Para o transporte de madeira em toras à distâncias entre 10 e 12 km, que veículo além de caminhões podem ser usados?

10 - Como se poderia prolongar a duração da plataforma de carga dos caminhões truncados, pois rapidamente se deterioram?

11 - Para segurar as toras nos caminhões, utiliza-se em muitos casos correntes que são ajustadas por um mecanismo acionado por uma alavanca manual, sendo esta operação muito lenta, que outro método existe que assegure maior rapidez?

12 - No mercado Venezuelano não se encontra correntes para segurar as toras nos caminhões. Onde pode-se encontrar boas correntes ou similares, que sejam resistentes aos esforços de tensão a que serão submetidos?

13 - Que novos métodos existem para transportar por um rio, toras que flutuam?

14 - Em lugares onde não pode entrar embarcação e o único meio de transporte de madeira é pelo rio, devido ao terreno tortuoso. Como se pode transportar madeiras que não flutuam?

15 - Qual é o método mais recomendável para transporte de toras que não flutuam, quando a serraria se encontra na outra margem do rio?

16 - Como se pode distinguir no bosque as madeiras que flutuam das que não flutuam? Existe sistema mais prá

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

17 - Ao se transportar a madeira por flutuação em rio, utiliza-se

ganchos de ferro, que são logo retirados, sendo que ocasionalmente eles se partem devido a pequenos defeitos. Que sistema pode ser usado para fisgar as toras que diminua o uso dos ganchos?

18 - Em vista dos problemas provocados pelos cabos de aço, peso, manejo, deslizamento e rupturas. Que outras alternativas existem para puxar a balsa?

19 - Quando é baixo o nível do rio e a extensão deste é de 60 m da origem, contendo lama. Como se pode realizar a carga e/ou descarga?

20 - Recomendamos consultar revistas críticas de carregamento de toras com carregadeiras frontais, guindastes e outros.

21 - Este guindaste não é adequado para o carregamento de toras com haste de 20 m de largura. Que equipamento se deve adequar a esta condição?

22 - É conveniente a utilização de transportes com trações em todas as rodas no terreno plano?

23 - Pode-se usar os botes de flutuação em rios pequenos? Onde se obtem maiores informações sobre transporte fluvial?

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE CAMINHOS

01 - Qual é o sistema mais conveniente e prático para se constuir um caminho em bosque tropical com solos frouchos?

02 - Em grande extensão do bosque tropical não existem restos e nem cascalhos de pedra para firmar os caminhos. Que material pode ser usado para substituí-los, pois é necessário transitar por este caminho durante todo o ano?

03 - Como se pode estabilizar zonas com muita lama?

04 - Para poder transitar por algumas zonas e atalhos se coloca transversalmente galhos, o que logo se torna inutilizado, quebrando os aros dos veículos. Como se pode evitar este problema?

05 - Existe pouca informação sobre a construção de pontes de madeira, no que diz respeito a largura, forma a colocar o poste, proteção das origens contra o arraste da água e o desenho em geral?

06 - Onde se pode conseguir manual prático sobre construções de pontes e desenhos simples, para usuários com pouco conhecimento técnico?

07 - O que se deve fazer para evitar a umidade dos postes de uma ponte em terra no leito?

08 - Que acessórios existem para a manutenção de caminhos florestais, que podem ser acoplados a um trator agrícola?

09 - Aos tratores florestais pode se adaptar uma curvatura como a da motoniveladora para fazer a manutenção dos caminhos?

10 - Qual é o equipamento mais recomendável para a construção de caminhos em rochas e em terrenos inclinados?

11 - Como manter os caminhos florestais durante o inverno?

12 - Qual é o mecanismo usado para se construir caminhos em bosques pantanosos?

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

13 - Pode-se utilizar o desperdício de fragmentos para construir caminhos de baixo da encosta?

14 - Como se pode abaixar a encosta na construção de caminhos?

2. SOLUÇÕES DOS PROBLEMAS APRESENTADOS NA EXTRAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL

2.1. APEO, TROZADO, DESRAMADO E DESCORTEZADO

1. Pode. a) Porque o Eucalipto mesmo sendo uma folhosa apresenta entre estas, uma madeira não muito dura, e que provavelmente não acarretará danos ao maquinário em questão.

   b) Pode-se acrescentar, que as plantações de Eucalipto não apresentam indivíduos com muitos galhos, não acarretando por tanto impecilhos às máquinas que fazem desgalhamento mecânico.

2. a) Essa matéria prima poderá ser transformada em chippers e utilizada em indústrias de aglomerados, de chapas de madeira, cavacos para energia, etc.

   b) Como outra alternativa, temos a utilização para carvoesamento ou diretamente como lenha, isto é, para fins energéticos.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383600

3. a) Fazendo-se a preservação no menor tempo possível e de preferência no local de abate; se for o caso das árvores abatidas permanecerem por um determinado tempo à espera de serem retiradas da floresta.

b) Ou se for o caso, fazer o arraste imediatamente.

4. a) Primeiramente, vem outras alternativas para o aproveitamento da madeira de troncos maiores de 30 cm de diâmetro.

b) "Mose Hydraulischer Holzpalter" - Cunha mecânica acionada pelo hidráulico do trator.

Fabricante: Lorenz Moser Maschinensau

Funcionamento: aproveita o movimento de levantamento e abaixamento do hidráulico.

c) Para maiores informações sobre acessórios partidores e rachadores de troncos que minimizam as tarefas feitas com cunhas e martelos pesados, favor escrever para:

Forstkultur G.M.B.H. - 6000 Frankfurtam
Maim 73
Postfach 7302220 - GERMANY

5. Não existe. Segundo SIMOES et al. (12), não há diferença significativa no vigor da brotação das touças resultantes do corte por machado ou por motossera. Diz ainda o autor, que o emprego da motossera nas operações de corte não prejudicou a regeneração do Eucalipto.

6. De 10 a 20 cm.

7. Há diversos fabricantes tanto para os machados, tanto para os cabos.

Para os machados temos:

- Elwell-AXT
- Iltis-AXT Form Canadá
- Orig. Holle-Beil
- Rheinische AXT

Para maiores informações, escrever para:

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Forstkultur G.M.B.H. - 6000 Frankfurt
AM Main 73
Postfach 730220 - GERMANY
(Distribuidora de máquinas e acessórios florestais)

8. Segundo BORSBOOM (1), as motosserras podem ser divididas em 4 classes segundo o peso da máquina varia:

Super Leves	-	< 5 kg de peso
Leves	-	5 kg à < 7 kg de peso
Médias	-	7 kg à < 9 kg de peso
Pesadas	-	≥ 9 kg de peso

Esta divisão segundo o autor é arbitrária, porém corresponde de maneira geral aos tipos de trabalhos aos quais cada máquina está melhor adequada. Por exemplo, as motosserras' leves utilizam-se otimamente em plantações e árvores de pequenas dimensões; as de peso mediano são preferíveis para trabalhos em plantações com árvores de tamanho médio.

Levando-se em conta as diferentes condições que se apresentam nas florestas tropicais, o uso de motosserras médias e pesadas são as recomendadas, porém segundo MARN (10), as motosserras pesadas dificultam o deslocamento dentro das florestas, principalmente nas florestas tropicais onde são grandes as distâncias a serem percorridas, somadas à difícil acessibilidade, clima.

9. Segundo MARN (10), não deve-se usar cunhas de aço, sendo os tipos de plásticos (nylon), alumínio e madeira os recomendados para o uso na derrubada.

As cunhas de ferro ou aço, devem ser usadas somente na abertura de toras ou toretes, pois estes tipos de cunhas' são susceptíveis de acidentes nos trabalhos de derrubada, porque quando em contacto com a corrente da motosserra podem soltar pedaços ou farpas de metal, ou danificar a corrente da motosserra.

Recomendações:

1) Fabricante: - Edsbyns Industri
Axtiebolag - SUECIA

Confere com o original
Moacyr Gunna Filho
Siape

Marca: - BUSHMAN

Nº 148 B	-	aço	-	225 g	-	75 mm
Nº 305	-	alúminio	-	165 g	-	110 mm
Nº 307	-	nylon	-	20 g	-	70 mm
Nº 309	-	nylon	-	75 g	-	120 mm

2) Cunha Hidráulica - Hydrauiisk Fallriktare
Brorssons - Suécia

3) Solicitar catálogo informativo à:
Forstkultur - G.M.B.H. - 6000 Frankfurt
AM Main 71
Postfach 730220 - GERMANY

10. Segundo SUNDBERG (13), o grande número de espécies florestais, todas com diferentes propriedades na madeira, justifica a multiplicação de tipos de correntes. Há hoje em dia uma standardização das correntes, visto que isto facilita em muito os serviços nas motosserras e manutenção das correntes.

Diz ainda o autor, que a eficiência da corrente não pode ser considerada somente levando-se em conta as propriedades da madeira, mas também por outro lado, as proporções dos diâmetros a serem trabalhados e a possibilidade dos cortes serem efetuados na direção das fibras, sendo desse modo quase impossível dar preferência para alguma corrente de fim específico.

A OMARK INDÚSTRIA LTDA., fabricante das correntes "OREGON" produz uma corrente denominada "MICRO CHISEL KETTE", e que é indicada para madeiras duras.

11. Utilizando-se sabres de ponta dura, os chamados "HARD-TOP" de marca "OREGON"; sabres de ponta rolante os "ROLL-TOP", e sabres de nariz trocáveis e pontas rolantes da marca "WINDSON" e "OREGON". Estes produtos são fabricados para darem maior resistência às quebras dos sabres, bem como à maiores desgastes ou então, substituição do nariz do sabre no caso este se danifique ou se desgaste.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

12. 1) Segundo MARN (10) o esquentamento da motosserra deve-se que as pestanas de refrigeração do cilindro estão construídas com serragem, folhas ou ramos. A solução desse problema é feita com a limpeza dos canais do ar da refrigeração.

2) Usar a motosserra e corrente adequada para o tipo de madeira a ser trabalhada.

3) Fazer descansar a motosserra através da alternação das atividades nas operações comerciais, isto é, alternação com as atividades que não intervêm a motosserra.

13. A) Formas de Manuseio

1) Primeiramente devemos esclarecer que a motosserra deve trabalhar sempre com alta velocidade.

2) Quanto mais na ponta do sabre se trabalha, mais fácil fica para a motosserra pular ou causar danos à mesma.

3) Recomenda-se operar a motosserra com ela o mais perto possível do corpo, porque assim há um melhor controle da mesma no caso de pular, pois a alavanca é menor e trabalhando-se o mais perto possível da máquina a possibilidade dela pular é menor.

B) Controle do Dente Guia

1) Nas correntes temos o dente de segurança, que é o dente guia. Se não fosse por ele a faca entraria de cheio na madeira, dando um soco, e pularia para fora. Isto quer dizer, que quanto maior a diferença de altura entre o dente guia e o dente de corte, maior é o corte, produzindo cavacos grossos e significando assim que o dente de corte está entrando de cheio na madeira, que é perigoso.

2) A diferença do dente guia e o de corte varia de 0,6 a 1,6 mm.

C) Acessório

1) Um acessório existente para evitar acidentes é o freio automático adaptável à motosserra ou mesmo os já existentes como acessórios Standard. As motosserras "PARTNER" já possuem freio automático de fábrica.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

14. a) Segundo MARN (10), o ruído produz-se pelo próprio motor e pelo movimento das peças móveis da máquina.

O ruído não traz problemas, se é por pouco tempo. Porém uma pessoa que esteja exposta ao ruído durante muito tempo pode sofrer danos nos ouvidos. Estes danos na maioria das vezes notam-se quando a pessoa envelhece.

Primeiramente, deve-se diminuir o mais que se possa o ruído da própria máquina. Segundo, proteger o ouvido com protetores especiais ou mesmo tampões de algodão.

Além disso, é importante saber que em locais com muito ruído, há necessidade de descanso com maior frequência.

b) Quanto à vibrações, MARN (10) diz que estas provenientes de uma motosserra, transferem-se pelas mãos e braços até ao corpo do operário. Segurando-se muito duro a máquina, sente-se mais as vibrações do que ao segurar a motosserra livremente.

O mesmo autor cita, que as vibrações aumentam com o consumo de energia, o cansaço; reduzem a racionabilidade e a precisão do trabalho (maiores riscos de acidentes). Para evitar estes problemas, é necessário o seguinte:

a) Melhorar a construção da máquina;

b) Melhorar a técnica de trabalho;

c) Manusear a motosserra adequadamente, de forma mais relaxada;

d) Alterar as atividades de trabalho de tal modo que haja um tempo sem que a máquina funcione;

e) Uso de luvas que sirvam como amortecedores (esta proteção tem muita importância quando o frio é intenso a fim de manter-se as mãos quentes. Nesta situação a influência da vibração nos vasos sanguíneos é mais pronunciada, isto é, dificultam a circulação sanguínea que é dificultada por câimbras e contrações estáticas dos músculos.

As vibrações causam a doença denominada "DOENÇA DOS DEDOS BRANCOS".

15. a) Sifer-Salev SS 103
Sifer-Salev 203

Confere com o original

Moacyr Gonna Filho
Siape

b) MINIMEK - Nordfor Teknik AB
Box 30, 77602
VIKMANSKYTTAN - SWEDEN

c) ASTAB - GERMANY
(árvore inteira)

16. Manuais: Debarking Tools
Spuds - descascadores de cabo
Knives - facas de punho duplo

Mecânicos: São maquinários descascadores que funcionam nas vias pela tomada de força do trator; ou pelo movimento do trator; ou por motores próprios (podem ser motores elétricos ou de combustíveis líquidos).

Há também o sistema em que as toras são puxadas pelo trator, e por aquelas estarem presas à facas o descascamento pe conseguido.

a) Fabricante: VALON KONE - Finlândia
Acionamento: VK-16E (para Eucalyptus)
Tomada de força no trator VK-16
de rotor VK-10

b) Fabricante: MUNDUS DEBARKERS - Italy
Vários tipos e modelos (de rotor)

c) Fabricante: MUNCK JONS S/A - Brasil
Acionamento: Tom. força do trator MJ-C535

d) Fabricante: RINDAB - Sweden
Acionamento:
Movimento do trator

e) Fabricante: MINIMEK - Sweden
Acionamento:
Arraste de troncos fixados em facas.

Confere com o original
Moacyr Gunha Filho
Siape

17. Se houver o beneficieamento da madeira no próprio local de abate - com transformadores móveis e semi-móveis - é conveniente caso contráio não, pois a casca durante o arraste protege a madeira das pedrinhas existentes no solo e que

tanto problemas ocasionam às ferramentas de corte.

18. a) VK-16 E - Fabricante:
VALON KONE - Finlândia
VALMET - Brasil

b) MJ-C 535 - Fabricante:
MUNCKJONS S/A - Brasil
KOCKUMS INDUSTRI - AB - Sweden

c) Sem especificação - Fabricante:
MUNUS DEBARKEERS - Italy

19. a) VK-16 E (para Eucaliptos)
VK-16
VK-10
Fabricante: VALON KONE - Finlândia

b) Diversas
Fabricante: MUNDUS DEBARKERS - Italy

c) MJ-C 535
Fabricante: MUNCKJONS S/A - Brasil

20. Temos: Hooks and Tongs
Fabricante: FISKARS - Finlândia
Tipos: LOG TONGS
SMALL LONG TONGS
LOG HOOKS
TEAMWORK LOG TONGS
LOG PICK
Há ainda outras que são: DRAW HOOKS
SEIZING HOOKS
Solicitar informações para FORSTKULTUR G.M.B.H.
Frankfurt - GERMANY

21. a) Utilização de maior mão-de-obra nos trabalhos posteriores à derrubada.

b) Estudar um método de trabalho para a cortadora, de tal modo que a sua eficiência não cause os transtornos citados.

c) Através de um abate de árvores inteiras (Full-tree-log

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

ging) e com acabamento das mesmas na entrada ou estaleiro desimpedindo assim a área de corte da cortadora.

22. a) VOLVO BM 900 - Swecen
b) ÖSA 705/270 HARVESTER - Östbergs Fabriks AB - Sweden
c) KOEHRING - KH5 - Tree-Lenght Harvester
KH3A- Shortwood Harvester

23. Vantagens: a) Diminuição do emprego de mão de obra.
b) aumento do rendimento
c) menor tempo de descascamento por m^3 trabalhado

Tipos:	Mecânicos	Hidráulicos	Fresa
	VK - 16 E	VK - 47	G. M. T. (Générale de Mécanique et Thérmique) - France
VALON KONE Finlândia	VK - 16		
	VK - 10		
Sweden	RINDAB		
MUNCKJONS Brasil	MJ-C 535		

- Diversos tipos e modelos: MUNDUS DEBARKERS - Italy

24. Existem modelos de chippers desde os tracionados por trator, até aos mais sofisticados que são caminhões contendo o chipper e até mesmo o respectivo depósito para transporte à fábrica.
a) Chipper tracionado para trator
AHLSTRÖM 312 CS CHIPPER
Fabricante: Postal address
A. AHLSTRÖM OSAKEYTIO
SF - 46601, KARHULA, FINLÂNDIA
b) CHIPPER montado num forwarder
TT Terrain Chipper 1000 F
c) TT Landing Chipper 1500 L (rotativo)
(montado num caminhão)
d) TT LANDING CHIPPER 1500 T
(montado num caminhão)
- Máquinas b), c) e d)

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Fabricante: POSTILOKERO 7 - 026011 ESP0061
KARAPELLOSTIE 22 - SWEDEN

1.2. ARRASTRE: TRATORES; CABLES Y OTROS

1. Segundo FAO (7), o desembosque por arraste tem o método mais corrente em curtas distâncias e se realiza normalmente com tratores de esteiras ou articulados de quatro rodas, empregando-se algumas vezes ambos os tipos de tratores na mesma operação.

   O trator de esteiras, é considerado superior ao trator de rodas porque sua capacidade de penetração é maior podendo ser empregado também na construção de caminhos.

   O trator de rodas, não penetra tão facilmente dentro da floresta tropical, mais por ser menos caro e mais rápido do que o trator de esteiras, constitue um complemento útil a este.

   O tipo de trator mais recomendado para uso combinado é trator de esteiras D7 ou D6, trator de rodas de 185 HP.

2. Segundo a FAO (7), em terrenos onde tratores de esteiras ou tratores de rodas não podem trabalhar satisfatoriamente - como em terrenos pantanosos usa-se a retirada da madeira através de cabos aéreos.

   No Estado do Pará a empresa Jari Florestal emprega para o transporte de madeira, em regiões pantanosas o "MINI URUS HINTEREGGER" para curtas e médias distâncias, prevendo-se a adquisição de teleféricos maiores; balloon logging, helicóptereo, arraste pela água após inundação pelo rio em época de crescente.

3. Segundo CONWAY (3) os forwarders não são tão versáteis e são de uso limitado, por isso em florestas tropicais recomenda-se o arraste da madeira para fora da área de derrubada com Skidders convencionais.

4. a) Atualmente utiliza-se a montagem de pinças hidráulicas

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

nos tratores agrícolas, os chamados mini-skidders cuja utilização vem sendo bem aceita.

1) Kuxmann
2) Valmet
3) Cranab
4) Sninging Boom Grapples e Fixed Boom Grapples

b) Guincho Huster, Wermer, Valmet GF 3000 - Rua Valmet 160
Mogi das Cruzes
São Paulo.

c) Teleférico montado no trator agrícola-teléferico J. Koller K 300, IGLANG.

5. Segundo LOPES (9) o arraste consiste na movimentação dos fustes desde o local de derrubada até o pátio de estocagem ou carregamento, nesta operação devem ser usados em combinação o trator de esteiras equipado com guincho e arco florestal e um rebocador de toras, Skidder. O trator de esteiras reboca ou puxa o fuste do local de abate até a margem do ramal (arraste até 100 metros), onde o Skidder recebe e transporta até o pátio (arraste entre 600 a 700 metros).
Trator de esteira: D6 ou D7 de 130-150 HP
KOMATSU (ou similar)
Skidder: Rebocador de toras peneumático, articulado, potência entre 180 a 200 HP - capacidade de rebocar fustes até 15 toneladas - Ranger 668 B - Tree Farmer C6D 130 HP class
- Timberjack 550 - C7D grapple e C7D 130 HP
- Cat 528 - Skidder 130 HP

6. a) Tree farmer C8B 185 HP
- Clark Skidders 880 - 307/276 HP
- Timberjack 450 - 136 HP (pequeno)
- Timberjack 550 - 185 HP
Alternativa: sistema de cabos.

7. 1) Equipá-lo com pneus de superfícies de contato maiores (bandas) do que usados normalmente nas estações secas, permitindo uma maior distribuição do peso do trator no solo(menos peso por cm^2).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

2) Sistema de trabalho: a) movimentar trator
b) arrastar toras com guincho com cabos de 14 mm.

8. Utilizar máquinas florestais de esteira, acima de 130 HP.

9. Para estes problemas são recomendados blindagens para proteção de pneumáticos fabricado pela ERLAU AG BOEHLER. Em solos agressivos (tocos ou pedras) os pneumáticos estão sujeitos a danos irreparáveis, ocasionando custos operacionais elevados aliados a horas improdutivas para concertos e trocas. A ERLAU oferece a série FELS de blindagem com uma reduzida abertura de malha, caracterizando-a como uma verdadeira proteção aos pneus.

10. Segundo LOPES (9) em matas tropicais a distância média de arraste é entre 600 a 700 m com produção de 100 m^3/dia.
Esteira até 700 m.
Trator articulado se tem estradas até 1800 a 2000 m, dentro da floresta até 400 m.

11. A utilização de correntes em substituição aos cabos é o recomendado, pois as correntes danificam menos as toras durante o arraste.

12. Reboques semelhantes aos usados no transporte de cana de açúcar (tipo gaiola, ou com foeiros). Ex: Marca Maak.

13. Através da palicação de tintas anticorrosão diretamente aplicadas na parte exterior que diminue sensivelmente o ataque da ferrugem. Como informação há no mercado tanques especiais que são revestidos exteriormente e interiormente com ploietileno ou fibras de vidro.

14. a) Um contato com o revendedor do maquinário ou trator florestal será possível a obtenção de informações e manuais para a manutenção do equipamento. Pode-se também escrever diretamente para o fabricante, o qual dará informações e guias necessárias.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

b) Montar oficina e almoxarifado

c) Contratar mecânico

15. Recomenda-se o uso de cabos aéreos porque além de diminuir em muito as dificuldades existentes, íngremes não causa dano ao solo. Temos a linha URUS fabricado pela REINHOLD HINTEREGGER da Austria. Na Jarí Florestal e no sul do Brasil tem tido experiências com este maquinário.

Outro fabricante é STEYR - DAIMLER-PUCH TNGRE entre outros.

Há vários tipos de cabos aéreos desde os gravitacionais, os montados em tratores (GE-TRAC fabricado pela GESPERS HG, IGLAND); até os mais complexos da URUS da linha Bendix, estacionários ou montados em caminhões.

16. Devido a variedade, existente de sistema de arraste, os cabos aéreos e tomando-se com base os sistemas mais simples julgamos que uma extração mínima de 3-5 m^3/hora; tem que fazer no mínimo 130-150 cm^3 por área de trabalho, distância mínima 100 metros.

17. Aspectos a considerar:

1) tipos de cabos: com medula de cânhamo

2) manutenção: - lubrificação regular
- guardar embobinado
- evitar estocar em lugar seco

3) no trabalho: garantir fator de segurança de 2. Se estoura com 1000 usar só para 500.
- trabalhar com cabo esticado
- evitar torção.

18. a) Skidder
- Hystes, carco

b) Trator agrícola
FARMI, VALMET Automóveis: PULKA, RADIOTIR 74

19. Dentre os equipamentos e máquinas considerados simples, baratos, substitutos do boi e do cavalo temos as seguintes

Confere com o original

Siape

máquinas e equipamentos movidos à tomada de força do trator.

Fabricante: SCHLANG & REICHART
D-8952 MARKTOBERDORF/ALLGÄU

São guinchos de diversos tipos e tamanhos que são acoplados em tratores agrícolas.

Typ 230 Typ 270 Typ 710
Typ 250 Typ 510
Typ 511
Typ 510 para 5000 kg - 30 PS (22 KW)
Typ 710 para 7800 kg - 45 PS (33 KW)

- FARMI JL 30/JKR - 80
  Fabricante NORMET - Finlândia
  ORION-YHTYMÄ OY NORMET - Suécia
  capacidade: 3000 kg
- Guincho Valmet 3000 GF
  Fabricante: Valmet - Brasil
  capacidade: 3000 Kg
- Além de Skidders, Forwarders (máquinas mais caras)

20. Pode.Primeiramente conhecimentos dos ventos locais e das alturas operacionais dos balões, devem ser conhecidas para a escolha de um determinado tipo de balón. Segundo a GOODYEAR AEROSPACE CORPORATION (8) os resultados obtidos na Pesquisa "Ballon Logging Systems" - Fase I e II - indicam que logging através de balões são viáveis, tanto tecnicamente como economicamente, sob considerações próprias de uso.

Segundo estes estudos realizados em 1964 cujos resultados finais, custos ou informações operacionais da época não eram ainda, totalmente disponíveis, eles indicam que aplicação dos sistemas do logging por baloon seria induvitivelmente no futuro, isto é atualmente, uma alternativa para retirada de madeira em florestas situadas em locais de difícil acesso e sem infraestrutura.

21. Segundo o Boletim Informativo EATON Forestry Equipament(5),

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

são as mais importantes técnicas de segurança para o arraste:

1) Levantar a lâmina frontal alto quando a máquina estiver deslocando-se.

2) Não permita que o cabo vazio arraste-se atrás do Skidder, porque aquele pode enganchar-se e promover a ruptura do mesmo.

3) Não passe perto de alguém que esteja parado ou trabalhando porque pode ocasionar acidentes.

4) Quando dirigir a marcha à ré, vire a cabeça para melhor visualização atrás da máquina.

5) Não dê carona, o Skidder é para uma pessoa só.

6) Não vire o guincho num ângulo muito severo, pois isto pode virar o Skidder.

7) Estique o cabo contendo o carregamento antes de iniciar o deslocamento para permitir o levantamento da carga, junto a máquina e permitir assim uma viagem normal e com uma distribuição do peso da carga sobre as rodas trazeiras.

8) Antes de iniciar uma ladeira, coloque a marcha própria para controle de velocidade e reduzir o desgaste dos freios.

9) Em encostas evite manobras bruscas ou mudanças de direções repentinas. Retorne ao local mais baixo da encosta e então faça a curva.

10) Sempre abaixa a lâmina frontal junto ao chão antes de deixar a máquina.

22. Utilizam laços (Choker Hooks), correntes (Erlau).

23. No caso do uso de mastros de ferro móveis a seleção de um tipo determinado deve prender-se a um acabamento antiferruginoso e que tenha dimensões próprias que suportem os esforços durante uma determinada viagem.

Mastros tubulares, telescópicos ou dobráveis, estrutura tipo tôrre

Fabricante: SKAGIT
STEYR

Mastros estruturais dobráveis: HEINTEREGGER
KOLLER-YARDER
VINJET

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

24. Para que servem os zunchos? Se for para evitar rachaduras nas extremidades das torrres, usar os do tipo "S".

2.3. CARGUIO DE TROZAS, TRANSPORTE Y DESCARGA

1. Existe um étodo que é feito por cabos tencionadores, que funciona com ajuda de planos inclinados, conduzindo assim os troncos até em cima do caminhão. Existe também o sistema que conduz os troncos acima dos caminhões que estão estacionados em lugar baixo, e deposita-os na carroceria.
   a) Guindastes (crane), quindastes de madeira, planos inclinados, rampas, tipos (A-Frame M), guinchos acoplados aos caminhões.

2) a) Verificar se os pneus usados são próprios para a operação e condições existentes.
   b) Se o terreno não suporta maquinário pesado, isto é, se for propício aos atolamentos, devem ser usados pneus de bandas mais largas e leves.
   c) Se o terreno for próprio à derrapagens, recomenda-se o uso de semi-blindagens e blindagens de efeito anti-derrapante, por exemplo: "ERLAU"
   d) Utilização de guindastes
   e) Tratores com esteira
   f) Macademizar o pátio.

3) MJ-130 Para madeira nativa - Utilização de gruas com capacidade de carga:
   a) MUNKJONS 2 m - 6 ton
      4 m - 3 ton
      6 m - 2 ton
   b) FISKARS
   c) KRANAP

   A escolha e utilização das gruas, deve ser levado em conta os troncos de grande tonelagem existentes na região, as quais são transportadas com fuste ao comprido. A MUNCKJONS conta com carregadores florestais para qualquer volume de serviço: 2 a 15 tonel n/metro.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Podem ser montados sobre qualquer tipo de veículo.

4. a) Utilização de chapas auto-inundáveis utilizando telefé ricos ou guindastes nas chatas.

Outras alternativas para o descarregamento e carregamento da madeira por meio de cabos aéreos.

Para cais: a) pontes rolantes

b) teleférico de cabo fixo com pinças

Para margem teleférico.

5. Para essas condições pode ser recomendado o MJ-130 para ' madeiras nativas da MUNCKJONS S/A ou carregadores florestais de maior capacidade, também da mesma fábrica.

6. Sim. F zendo-se o descarregamento, através de gruas hidráulicas, tais como: carregadores florestais, guindastes, pontes rolantes, etc.

FISKARS - Helsinki 10, Finland

MANNERHEIMINTIE 14, A, P.O. Box 235

SF-00101

GMT -

E carregadores hidráulicos MUNCKJONS

7. Não, sendo inúmeros os fabricantes de caminhões madeireiros em quase todos os países. Das marcas mundialmente famosas temos: MACK TRUCK, INC., USA

SAAB-SCANIA, SCANIA DIVISION, SWEDEN

PACCAR INTERNATIONAL INC. PEQERBILF TRUCKS

BERLIEF-GRUPE RENAULT (BERLIET GBH)

FIAT VEICOLI INDUSTRIALI

Italy - FIAT 190

Fonte: WORD WOOD 11/76

MERCEDES, MAN, estas indústrias podem dar maiores dados.

8. O sistema mais usual, consta de uma moto-carregadeira de grande capacidade trabalhando conjuntamente com caminhões florestais também de grande capacidade de carga. As moto-carregadeiras alimentam os caminhões que levam a madeira' para fora do estaleiro até as indústrias. Os caminhões são

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Sia

normalmente equipada com Logging Trailers.

Volvo BM Loaders - 7/16 ton

Motocarregadoras: Caterpillar 980
Caterpillar 988

(A. Frames) Wasdington Iron TL-15 (World Wood 7/76)
" " TL-6
CLARK 175B
" 175A
L-490 LUMERJACK
Capacidade: 100.000 lb.
RAYGO WAGNER - Portland
Oregon
97220 USA
LE TRO-STACKERS - 80.000 lb
100.000 lb
120.000 lb (60 ton)
(Marathorn Le Torneau Co.)
Longuiew, Texas 75601

Caminhões: Logging Trucks

Traylers: PAGE & PAGE - P.O. Box 447
Tualagin, Oregon, USA
PEELESS - LOGGIN TRAILERS
P. O. Box 447
Tualagin, Oregon, USA
YORK TRAILER Co. BRITAIN
PULLMAN TRAILMOBILE INT., USA
FREUHAUF CORP., USA
DOU - GERMANY

9. Trator com reboques intercambiáveis (não perde tempo no carregamento e descarregamento), helicópteros ou condutos metálicos (a madeira pé transformada em chippers, misturada com água e conduzida até a indústria para curtas distâncias).

10. 1) Se esta deterioração for relatiba às quebras das carrocerias ou abalo de estruturas, deve-se dar atenção ao modo de como está sendo feito os trabalhos de carregamento/descarregamento nos caminhões. Uma orientação correta aos operadores

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

das motocarregadoras quanto ao modo certo de depositar a carga nos caminhões, (evitando largar as cargas), em muito evitaria os danos.

2) Uma orientação para evitar a sobrecarga também pode ajudar a diminuir estradas e abalos na carroceria.

3) Se a plataforma citada for de madeira, recomenda-se o uso de carrocerias com barras tubulares próprias para logging ou adotar o uso de traylers logging nos caminhões.

4) Se a deterioração citada for relativa à ferrugem, recomenda-se pulverizar periodicamente as plataformas com substâncias anti-ferruginosas (-WD-40, óleo, etc), ou pintar se possível as plataformas com tintas que diminuem a ação da ferrugem.

11. Arquivo Guinchos; usar foeiros fixos ou móveis na carroceria que dispensam o uso de cabos para fixar as toras.

12. a) A empresa ESCO INTERNACIONAL, 2121
Portland, Oregon
972210 USA

b) Erlau

Produz cabos de aço e correntes próprias para logging. São de grande resistência e durabilidade.

13. Segundo PEREIRA (11) o tranporte de toras não flutuantes pode ser:

1) através de flutuadores: espécies flutuantes, canoas, bambus, bóias, flutuadores metálicos, etc.

2) Transportar as toras não flutuantes através de rios, juntas com toras que flutuam. Assim haverá um balanceamento de carga a ser transportada, via fluvial.

Segundo FAO (7), as madeiras tropicais geralmente tem flutuabilidade limitada, sendo um obstáculo para o tranporte fluvial. Isto pode ser contornado pelo uso de barcaças, chatas ou transportando as toras juntas por flutuação em balsas mas, fazendo-se uma mistura de toras flutuantes e não flutuantes (podem ser rebobadas). Recomenda-se também

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

14. Nestes lugares, podemos fazer o transporte fluvial das toras que não flutuam, presas à toras flutuáveis, de modo a permitir a navegabilidade da mdeira que não flutua até aos lugares onde seja possível a entrada de embarcações, ou através do auxílio de flutuadores - bóias, canoas, bambus, flutuadores metálicos, etc.

15. Há várias alternativas para a solução deste problema sendo as seguintes:

1) Transportar as toras não flutuantes com outras flutuantes.

2) Formação de balsas com toras flutuantes e não flutuantes de modo a permitir a navegabilidade das mesmas.

3) Utilizar o transporte das toras suspensas por cima do rio utilizando-se sistemas de cabos suspensos, teleféricos, ou toras arrastadas pela água ou pelo ar.

4) Utilizar helicópteros (para rios de grande largura)

5) Chapas, barcaças,

6) Ballon logging.

16. PEREIRA (11) diz que a flutuablidade depende do teor de umidade da tora. Recomenda-se utilizar aparelhos medidores da percentagem de umidade da madeira, porque segundo o autor as madeiras não devem possuir mais de 15% ou mais de umidade se deseja transportá-las por água em grandes distâncias, salvo utilizando-se flutuadores (mais ou menos 0,50 t/m^3).

17. Para substituir o uso de grampos PEREIRA (11) diz que podem ser utilizadas correntes ou cabos de aço (não presos em ganchos), e produtos da própria floresta (cipós).

18. 1) Cordas de nylon grossa

2) Cabos de aço galvanizados com fechos à pressão

a) Cordas de Perlon

b) Cordas de canhamo

c) Correntes.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

19. 1) Fazer estas operações através de teleférico ou sistemas de cabos aéreos, cujo mastro final deve ser instalado na margem oposta do rio, numa barcaça ou balça fundeada além dos 60 m permitidos, ou mesmo um mastro fincado no fundo do rio.

a) estimar o volume trabalhado

b) tipo de solo onde é feito o carregamento/descarrega - mento

c) distância a serem percorridas no carregamento/descar- regamento

d) Característica da área (terreno seco, declinoso, bei- ra do rio, etc).

20. Recomenda-se os livros:

- Logging Practices
  Principles of timber harvesting systems.
  Autor: Steve CONWAY
  Editora: Miller Freeman Publications, Inc. e Publica- ções da ARMEF-CERMAS (Association pour Rationalisation et la Mecanisation de l'Exploitation Forestière) -(Cen tre d'Études et de Recherches sur le Materiel de Sylvi culture).

21. Temos os seguintes maquinários:

WHEELED A - FRAME - (WASHINGTON IRON TL 15/16)
A - FRAME DUMP
CRANES (BUCYRUS ERTIE)
L - 480 - LUMERRJACK (100.000 lb)
LE TRO-STACKERS

22. Evidente, pois a tração evita que o veículo fique preso no terreno.

23. Consultar o Departamento de Rios e Vias navegáveis para ob tenção de maiores informações.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

2.4. CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS

1. Este tipo de estrada é recomendada principalmente para áreas com solo de fácil penetração p/ a água. A máquina chave é a motoniveladora. Depois de limpa a área da estrada com o trator de esteira, a motoniveladora abre as sargetas aproveitando todo o material para a construção da estrada. Os drenos transversais que são indispensáveis para este tipo de destrada caso se preservada usá-la durante as chuvas são construídas com escavadeiras. Se não houver escavadeiras disponível, estes drenos devem ser escavados manualmente se for necessário fazer compactação, esta se faz com rolo "pé de carneiro" sem vibração em solo argiloso, dando um número de 10 passadas, e com o rolo "pé de carneiro" com vibração em solo arenoso, dando de 3 a 4 passadas. Ao colocar a pissarra, a motoniveladora espalha e nivela o material. Finalmente, o rolo vibratório liso faz 3 a 4 passadas. Pelas limitações da motoniveladora, este método supra citado de construção de estradas não é possível em solo argiloso nas épocas de chuva. Entretanto, existem grandes áreas na região onde o solo consiste de areia, e nestes locais a construção com motoniveladora pode ser feita por todo o ano, exceto durante chuvas pesadas. A compactação deve ser feita quando a umidade do solo é ótima, ou seja, não deve estar nem muito seco nem muito molhado. Verifica - se na prática a condição ideal de umidade do solo, quando pode-se pegá-lo com a mão e formar uma pequena bola, apertando-a, e que esta fique marcada com o formato dos dedos sem ue saia água, FAO/IBDF (6).

2. Como material para firmar os caminhos no bosque tropical, recomenda-se capas de flutuação, que segundo CHRISTIANSEN (4) consiste de uma capa de ramas que se coloca diretamente sob o solo natural, no caso de terrenos pantanosos. Deve ser executada de tal forma que permita uma boa base buscando-se obter uma capa uniforme e a mais solidária possível. Esta se consegue colocando os ramos e galhos perpendicularmente na direção do caminho.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

O autor diz ainda, que a espessura da capa depende das características dos ramos. Se estes forem delgados, tem que possuir inicialmente uma maior espessura para que depois de comprimida, passe a ter 20 cm. A largura deve ser mais ou menos 7.0 m.

Segundo FAO/IBDF (6), quando uma estrada tiver que ser localizada em solos de pouca capacidade de carga a sub-base terá que ser aprimorada. Mas em casos especiais uma cobertura de sub-base é suficiente, recomendando-se além de outras uma camada de toras finas.

3. Este tipo de estrada é desenvolvido para áreas planas com solo de pouca capacidade de penetração de água, a máquina chave é a escavadeira montada sobre esteiras.

O problema principal é drenar a estrada, quando a água não tem por onde escoar a solução é fazer sarjetas, relativamente profundas e aproveitar o solo destas sarjetas para levantar a estrada acima do terreno marginal, melhorando assim ainda mais a drenagem. Depois de limpar a área da estrada, a escavadeira coloca-se na linha central da estrada a ser construída, com as esteiras paralelas a estrada.

Cava-se 3 a 5 m de sarjeta de cada lado com produnfidade e declividade estipulada. Joga-se o solo escavado no meio da estrada e nivela-se com a mesma concha dando uma forma de abaulamento, a máquina movimenta-se na direção da estrada (para trás) e continua cavando.

Para nivelar a estrada e sarjetas precisa de um ajudante equipado com pá, após isso, espera-se algum tempo para consolidação do material.

O acabamento final é feito com motoniveladora e/ou rolo compactador quando a estrada tiver seca.

4. 1) Utilização de pneus adequados para o tipo de estrada na qual está se trabalhando.

2) Podemos indicar os pneus da General's Tire (Internacional)

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

Tipos:
Timber Skid LS2
LD ALL DUTY L-2
LD-NC-LCM L-3 e também o pneu fabricado CATERPILLAR
FAR-EAST Tipo: CATERPILLAR BEADLESS feito especialmente para motocarregadoras.

3) Pode-se usar também blindagens e semi-blindagens que evitem cortes e rupturas.

4) Colocar uma camada mais expessa de terra sobre a camada de galhos, pedras, etc.

5) Uso de "Kwik trak" - esteira adaptável nos penus de veículos.

5. a) Segundo CARNEIRO (2) os largeros variam de dimensões de acordo com o tamanho da ponte. São constituídos por pranchas de 4 a 7 cm de espessura, e espaçados de 1 a 2 cm. Para pequenas pontes, o comprimento dos largeros é até 4,0 metros.

b) Segundo CARNEIRO (2), os pilotis são aprofundados no solo até atingir terreno fôrme e repousar, de preferência, sobre uma camada de 15 a 20 cm de concreto, se possível, armado. Quando o terreno firme dor muito profundo, recorrer se ao estaqueamento.

c) CARNEIRO (2) recomenda, que deve ser construídos aterros' e elevada a ponte; os travesseiros são apioados sobre pontaletes plantados nas margens até encontram terreno firme. Estes pontaletes servem também para aparar a estiva que ' suporta o aterro. A altura das pontes é regulada pelo nível máximo que podem atingir as águas por ocasião das maiores enchentes. Desenhos ver fig. 1.

6. a) Desenhos anexos - fig. 1

b) Livro recomendado: Orlando Carneiro - "Construções rurais", U.S.P. - São Paulo, 6. ed., 1961. 4ª parte - Capítulo II.

7. Segundo CARNEIRO (2), as fundações devem atingir o terreno firme e repousar, de preferência sobre uma camada de 15 a 20 cm de concreto, se possível, armado. Quando o ter

Confere com o original

Moacyr Gurnia Filho
Siape

reno firme for muito profundo, recorre-se ao estaqueamento:

As recomendações mais simples são:

1) Aprofundar os pilotis com bate - estaca
2) Melhorar a base de sustentação
3) Escavar uma vala e colocar uma tora deixada, que suportará o pilotis; depois colocar pneus e cimento.

8. 1) Instalação de lâminas podendo ser posto na frente do trator agrícola como trazeira: Marca "BAAS" - frontal.
2) Uso de rolos compactadores (tipo "pé de carneiro" ou "vibratório") puxados por tratores agrícolas.
3) Retro escavadeira para limpar sargetas
4) Lâminas traseiras: "Schmidt".

9. Desde que o trator florestal disponha de uma lâmina adequada e própria para a manutenção de caminhos, pode.
SCHMIDT POMA (Trazeira)
BASS (frontal)

10. Segundo FAO/IBDF (6), em lugares inclinados, além de limpar, o trator de esteiras (D6-D7-D8) poderá ainda fazer escavação, terraplanagem ou transporte de volume de terra em distância mínima de 50 metros, se a distância é maior, pode-se usar "scraper"" (pá de arraste), ou uma carregadeira de poda ou caminhões. Se os declives são altos, uma escavadeira pode fazer a escavação e carregamento dos caminhões.

No caso de caminhos com seções de rocha pura, além do equipamento de dinamitação, deve-se continuar com as máquinas de uso para a principal parte da estrada.

Uma escavadeira é muito boa para este trabalho, e pode ser recomendado também uma carregadeira de rodas para terra planagens e carregamentos de caminhões.

11. 1) Manter em boas condições os sistemas de drenagens, os caminhos e estradas.
2) Segundo CHRISTIANSEN (4), deve-se drenar uma estrada de tal maneira que tanto a água de superfície, como a água sub

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siap

terrânea, sejam constantemente eliminados o mais rapidamente possível. Porém, é indispensável não somente uma excelente drenagem das laterais mas também, mantê-las em bom estado.

Um sistema de drenagem compreende em geral o seguinte:

1) valetas laterais (sarjetas)
2) valetas transversais
3) drenos ou canais abaixo da lateral
4) drenos até as aguadas
5) valetas de proteção ou de crista

Para os caminhos de acesso ou secundários, basta praticar nas laterais algumas incisões em sentido oblíquo.

Em casos de estradas principais usar-se-á tubos.

3) Segundo FAO/IBDF (6), durante as estações chuvosas (inverno) recomenda-se que um grupo permanente de homens realize manutenção manual, reparando buracos, mantendo as sarjetas e tubos limpos de lama, folhas e galhos.

12. Segundo FAO/IBDF (6), pode-se utilizar um CAT-D6 - com lâmina frontal "ANGLEDOZER" (100-140 HP) para limpeza e terraplanagem. Usa-se também uma escavadeira de esteira (92 HP) - tipo Fiat Allis 500 com capacidade de 0,7 m^3 para drenos, e quando for o cado de terraplanagem.

13. Pode. Já foi citado anteriormente exemplo: como camada flutuante em terrenos de florestas tropicais onde não existe material para firmar o caminho, cobrir com terra e passar máquina com esteira.

14. 1) uma distribuição da mão de obra nós trabalhos da empresa, de tal forma que quando houver ociosidade de mão de obra, esta possa ser utilizada na construção de caminhos, bem como na manutenção.

2) Da mesma forma pode ser empregado no maquinário da empresa.

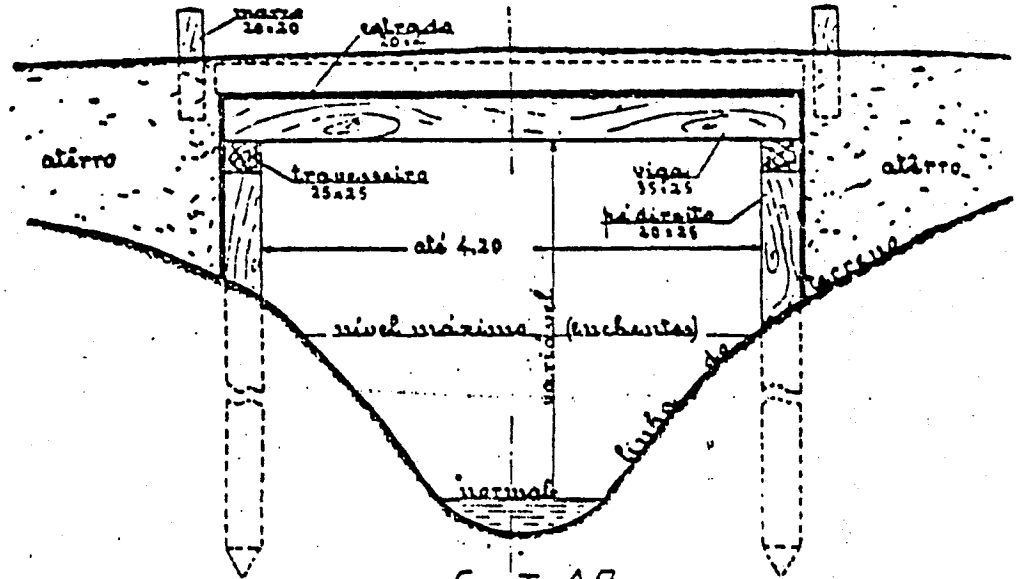
3) Utilizar o máximo possível para a construção de estradas e caminhos materais existentes no local ou provenientes de regiões próximas.

4) Construir os caminhos dentro das normas para que não haja problemas posteriores, aumentando os custos de manutenção.

5) Na inexistência de materiais normalmente empregados, procuram substituí-los por materiais similares da região ou que possam ter uma finalidade afim, e também existente na região.

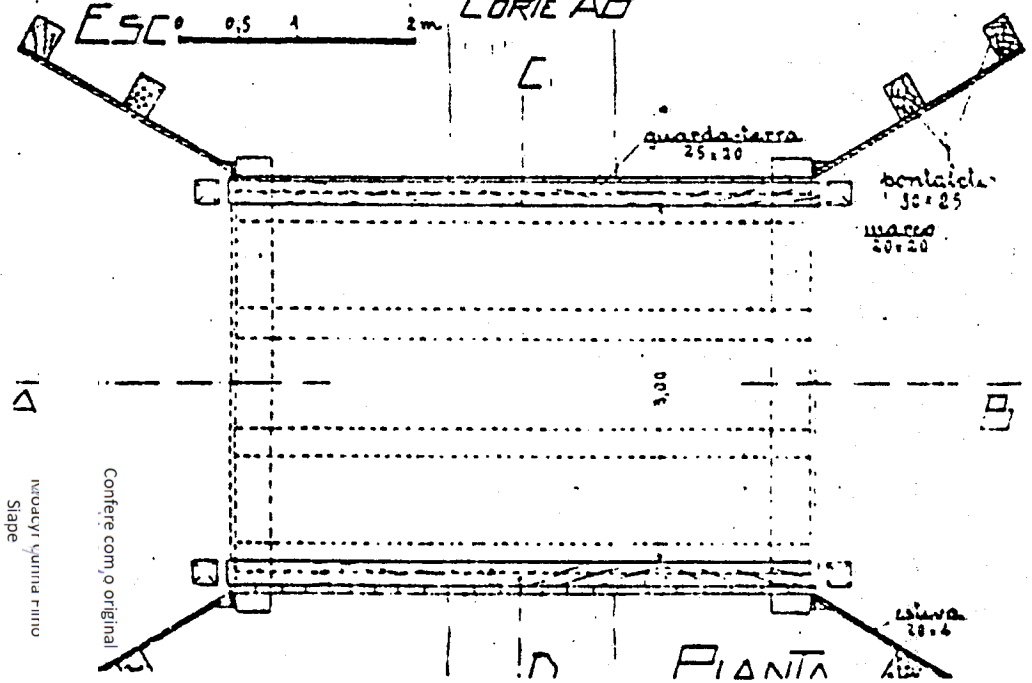
Confere com o original

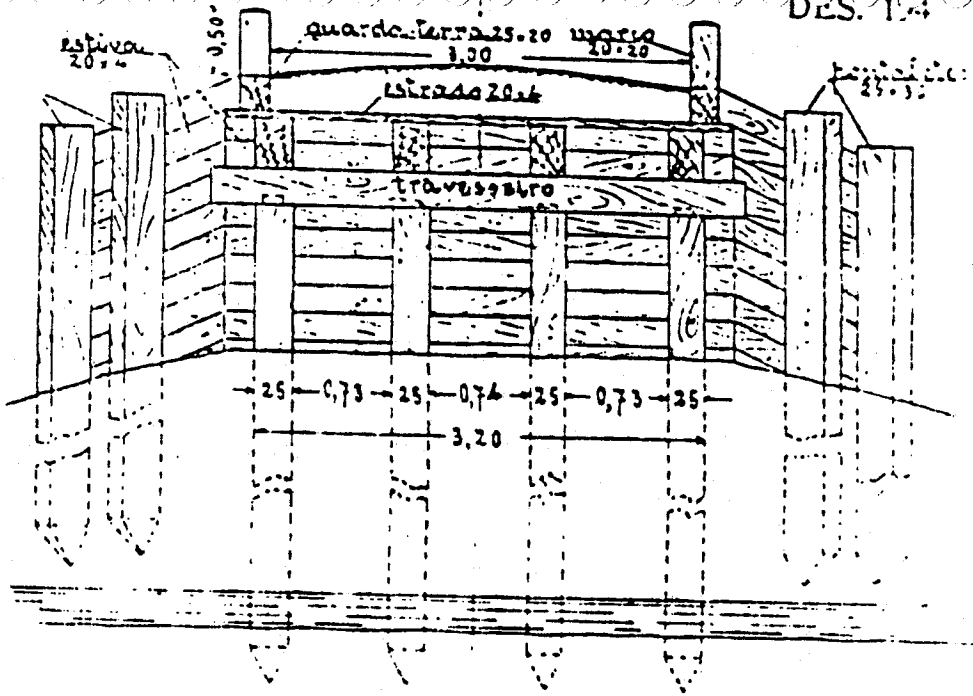
Moacyr Gunna Filho
Siape



ESC 0 0,5 1 2m

CORTE AB

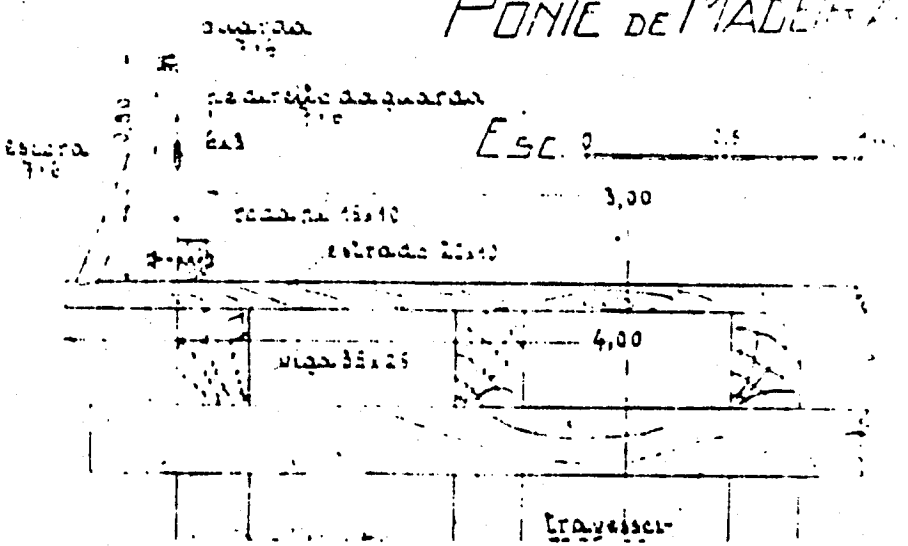




ESCALA

CORTE CD

PONTE DE MADEIRA



Confere com o original
Siape

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1) O presente trabalho, baseado em problemas surgidos dentro do setor florestal na América Latina serve para dar uma visão geral das dificuldades que surgem na prática, no presente caso, as dificuldades da área de extração e transporte, espelhando as experiências vividas no campo, dando uma noção dos diferentes problemas que se sucedem na prática e colaborando nas soluções.

2) Serve também como uma fonte de consulta aos técnicos e pessoas que lidam com a exploração florestal ou outras atividades a fim.

3) Uma vez que conseguimos com este trabalho dar uma real importância até aos problemas mais simples defrontados na prática e que normalmente são desprezados recomendamos uma elaboração periódica deste tipo de trabalho uma vez que contribue em muito para o desenvolvimento de melhores técnicas nos trabalhos da exploração florestal.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6

Confere com

Secretaria Adm. do DEF/UFV/MG

SIF SOCIEDADE DE INVESTIGAÇÕES FLORESTAIS

Viçosa, 19 de julho de 2002.

Prezado(a) Senhor(a),

A Diretoria Científica da Sociedade de Investigações Florestais - SIF está ampliando o corpo científico, que atua como consultor da Revista Árvore, e atualizando seus cadastros, a fim de que este veículo de divulgação possa continuar prestando seu trabalho à comunidade científica.

Gostaríamos de agradecer a atenção que tem nos prestado como consultor *Ad Hoc* da Revista e solicitar, por gentileza, que preencha a ficha em anexo e nos devolva o mais breve possível, para que possamos manter atualizados nossos cadastros.

Outrossim, solicitamos a fineza de nos indicar outros nomes, caso seja possível, de profissionais que julgue habilitado para fazer parte desta equipe científica.

Na expectativa de sua resposta, agradecemos sinceramente.

Atenciosamente,

Professor Carlos Cardoso Machado
Editor-Chefe da Revista Árvore
Tel.: (31) 3899-1222 / Fax (31) 3891-2166
E-mail: r.arvore@ufv.br

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Gmail **victor piscoya <victorcasimiropiscoya@gmail.com>**

SIGFAPITEC OnLine - Convite para Consultoria de Projetos

1 mensagem

SIGFAPITEC <sig.fapitec@fapitec.se.gov.br> 19 de maio de 2016 12:31
Responder a: No Reply <sig.fapitec@fapitec.se.gov.br>
Para: victorcasimiropiscoya@gmail.com

Senhor(a) Victor Casimiro Piscoya

A Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe - FAPITEC/SE, convida Vossa Senhoria para ser consultor(a) ad hoc em projetos de pesquisa na área de C,T&I submetidos à Fundação.
A participação de consultores, em suas áreas de conhecimento, é fundamental para o sucesso do processo de julgamento e qualificação de mérito dos projetos apoiados pela FAPITEC/SE. Neste sentido, gostaríamos de contar com sua reconhecida experiência como consultor de mérito científico/tecnológico de projetos.
Caso tenha disponibilidade, por favor, clique em Aceitar e efetue seu cadastro em nosso sistema de envio e avaliação de projetos. Reforçamos a importância de sua participação. Para recusar clique em Recusar.
Quando demandado, o nosso processo inicial será on-line pelo SIGFAPITEC, a partir do aceite do presente convite e do seu cadastramento na base de dados do Sistema, passo essencial para acesso aos projetos e emissão preliminar dos pareceres.

Para os Editais que prevê a “Avaliação do Currículo”, o o consultor deverá segundo a área do conhecimento, avaliar o Currículo do Proponente, de acordo com tabela de pontuação de currículo disponível no endereço eletrônico http://www.fapitec.se.gov.br (link: Pesquisadores FAPITEC/SE)

Atenciosamente,

Diretoria Técnica – DITEC
ditec@fapitec.se.gov.br
http://sigfapitec.ledes.net/

Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe - FAPITEC/SE
Av. Dr. Carlos Rodrigues da Cruz, s/n - Bairro: Capucho - CEP:49081-000 - Aracaju/SE
Fone-Fax: (79) 3259-3007 / (79) 3259-6366

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A
Vinculada à Secretaria da Agricultura

C E R T I F I C A D O

Certificamos que VICTOR CASIMIRO PISCOYA

participou com frequência

do I Simpósio Brasileiro Sobre Algaroba - I S B S A, *realizado em Natal, no período de 5 a 7 de outubro de 1982.*

Natal, 7 de outubro de 1982

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Antonio Paulo Mendes Galvão
Secretário do I S B S A

Antonio Ronaldo de Alencar Fernandes
Secretário da Agricultura

Benedito Vasconcelos Mendes
Presidente da EMPARN e
Coordenador do I S B S A

fupef – fundação de pesquisas florestais do paraná

IV CURSO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE FLORESTAL

certificado

Certificamos que o(a) Sr.(a) VICTOR CASIMIRO PISCOYA participou do IV Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal, realizado no período de 04 a 08 de julho de 1983, em Curitiba - PR, com um total de 40 (quarenta) horas promovido pela Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, em colaboração com o convênio de Cooperação Técnica e Cultural entre as Universidades Federal do Paraná e Albert-Ludwigs de Freiburg, R. F. A., e o Curso de Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, prelecionado pelos professores Dr. Peter Dietz, Dr. Rolf Grammel e Dr. Jorge R. Malinovski.

Curitiba, 08 de julho de 1983.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Prof. Dr. Roberto T. Hosokawa
Diretor Científico da FUPEF

Prof. Dr. Jorge R. Malinovski
Coordenador Geral IV CASSETF

Prof. Dr. Luimar Perly
Diretor do Setor de Ciências Agrárias
da Universidade Federal do Paraná

CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO

"USOS MÚLTIPLOS DA FLORESTA: UMA NECESSIDADE"

CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO

Certificamos que o

sr. VICTOR CASIMIRO PISCOYA participou do 5º Congresso Florestal Brasileiro, realizado em Olinda, Pernambuco, no período de 23 a 28 de novembro de 1986.

Olinda, novembro de 1986

Antonio Paulo Mendes Galvão
Coordenador Geral

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Ronaldo Algodoal Guedes Pereira
Presidente

CERTIFICADO

O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal certifica que

VICTOR CASIMIRO PISCOYA

participou do 1.° Simpósio Nacional Sobre Política de Desenvolvimento Florestal, realizado em Belém de 24 a 26 de novembro de 1987.

Belém, 26 de novembro de 1987

Antonio José Costa de Freitas Guimarães
Presidente do IBDF

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS

CERTIFICADO DE FREQÜÊNCIA

Attendance Certificate

Certificamos que o Sr. (Mr.) ..... **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** ..... freqüentou o
We certify that *attended the*

"Simpósio sobre EXPLORAÇÃO, TRANSPORTE, ERGONOMIA E SEGURANÇA EM REFLORESTAMENTOS",
"meeting on Harvesting, Transport, Ergonomics and Safety in Plantations Forestry"

realizado no período de 05 a 10 de abril de 1987, em Curitiba, PR, organizado pela Universidade
held in Curitiba, Brazil, from 05 to 10 of April, 1987, organized by Federal University

Federal do Paraná e a União Internacional de Organizações de Pesquisas Florestais.
of Paraná and the Union of Forestry Research Organizations.

Curitiba, 10 de abril de 1987.

PROF. DR. RIAD SALAMUNI
Reitor da UFPR
President of the University

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

PROF. DR. JORGE ROBERTO MALINOVSKI
Coordenador do Simpósio
Meeting Coordinator



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

I CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRPE

Certificado

Certificamos que o(a) Sr.(a) VICTOR CASIMIRO PISCOYA

orientou o trabalho " LEVANTAMENTO PRELIMINAR DA EXPLO-RACAO E TRANSPORTE DE BAMBUSA VULGARIS (BAMBU) NA FAZENDA GARAPU-GOIANA - PE. "

que

foi aprovado e discutido durante o I CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, realizado na UFRPE.

RECIFE (PE), 20 DE DEZEMBRO DE 1991

Profa. Rejane J. Mansur C. Nogueira
Presidente do Congresso

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Prof. Emídio Cantídio de Oliveira Filho
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Severino Mendes Júnior
Pró-Reitor de Atividades de Extensão

MINISTÉRIO DO TRABALHO

FUNDACENTRO

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos, para os devidos fins, que Victor Casimiro Piscoya participou da "CAPACITAÇÃO TÉCNICA EM CABOS DE AÇO E LAÇOS", no dia 4 de julho do corrente, das 8 às 12 horas e das 14 às 18 horas.

Recife, 4 de julho de 1995.

EDSON JOSÉ DE BARROS HATEM

Delegado Regional

Confere com o original

Moacyr Gama Filho
Siape 6383609

Rua Djalma Farias, 126 - Torreão - Recife - PE - CEP 52030-190
Telefones: (081) 241.3802 / 241.3643 - Fax: (081) 427.3197

VICTOR CASIMIRO PISCOYA

NOME DO PARTICIPANTE

Participou do V AGRINORDESTE-SEMINÁRIO SOBRE A MODERNIZAÇÃO DO SETOR PRIMÁRIO DA ECONOMIA NORDESTINA, nos dias 13 e 14 de agosto de 1997, no Recife - Centro de Convenções de Pernambuco, organizado pela CNA - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA, FAEPE - FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE PERNAMBUCO, com o apoio do SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS/PE - DENACOOP - DEPARTAMENTO NACIONAL DE COOPERATIVISMO e do SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

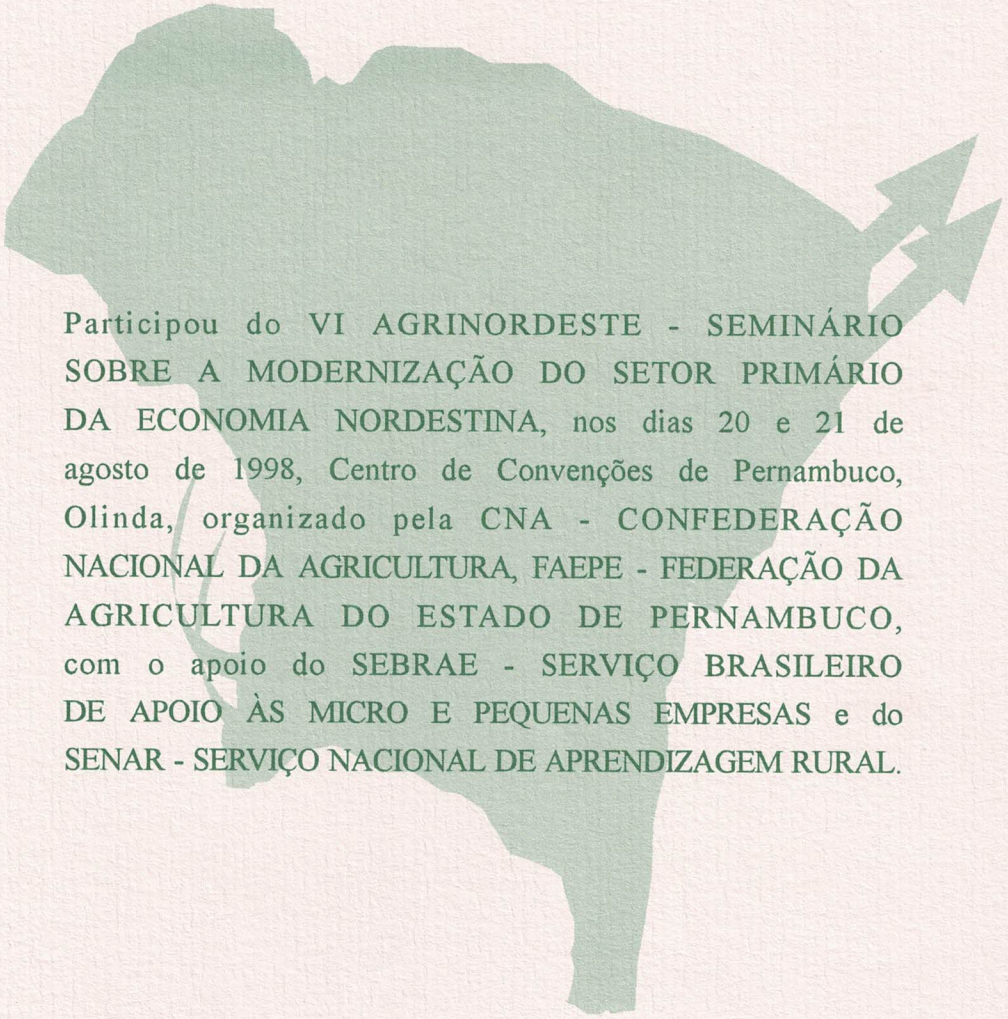
ANTÔNIO ERNESTO W. DE SALVO

PIO GUERRA JÚNIOR

C E R T I F I C A D

VICTOR CASIMIRO PISCOYA

Nome do participante



Participou do VI AGRINORDESTE - SEMINÁRIO SOBRE A MODERNIZAÇÃO DO SETOR PRIMÁRIO DA ECONOMIA NORDESTINA, nos dias 20 e 21 de agosto de 1998, Centro de Convenções de Pernambuco, Olinda, organizado pela CNA - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA, FAEPE - FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE PERNAMBUCO, com o apoio do SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS e do SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL.

Antônio Ernesto W. de Salvo
Presidente da CNA

Pio Guerra Júnior
Presidente da FAEPE

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape 6383609

CERTIFICADO

C E R T I F I C A D O



VICTOR CASIMIRO PISCOYA

Nome do participante

Participou do VII AGRINORDESTE - SEMINÁRIO SOBRE A MODERNIZAÇÃO DO SETOR PRIMÁRIO DA ECONOMIA NORDESTINA, nos dias 05 e 06 de agosto de 1999, Centro de Convenções de Pernambuco, Olinda, organizado pela CNA - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA, FAEPE - FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE PERNAMBUCO, com o apoio do SEBRAE/PE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS e do SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL.

Antônio Ernesto W. de Salvo
Presidente da CNA

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Pio Guerra Júnior
Presidente da FAEPE

C E R T I F I C A D O



Victor Casimiro Piscoya

Nome do participante

Participou do VIII AGRINORDESTE - SEMINÁRIO SOBRE A MODERNIZAÇÃO DO SETOR PRIMÁRIO DA ECONOMIA NORDESTINA, nos dias 14 e 15 de setembro de 2000, no Centro de Convenções da UFPE, Recife, organizado pela CNA - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA, FAEPE - FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE PERNAMBUCO, com o apoio do SEBRAE/PE - SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS do Estado de Pernambuco e do SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL.

Antônio Ernesto de Salvo
Presidente da CNA

Pio Guerra Júnior
Presidente da FAEPE

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

UFRPE

VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

Recife, 10 a 14 de setembro de 2007

Certificado

Certificamos que o trabalho intitulado "**CRONOMETRAGEM DA DERRUBADA DE EUCALIPTOS EM VITÓRIA DE SANTO ANTÃO, DISTRITO DE BONANÇA - PE**" de autoria de Thiago Dias Caires, Uilan Nascimento Barbosa, Paulo José de Almeida Santos, Edmilson Inácio Bezerros Júnior, Cícero Sérgio Leandro da Silva, Victor Casemiro Piscoya, foi apresentado por Thiago Dias Caires na **VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, realizada de 10 a 14 de setembro de 2007, em Recife-PE.

Confere com o original

Siape 6383609

Prof. Fernando Jose Freire
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria Jose de Sena
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. Paulo Donizeti Siepierski
Pró-Reitor de Extensão

Prof. Marcelo Carneiro Leão
Presidente da VII JEPEX

VII CONGRESSO DE INICIAÇÃO à DOCÊNCIA · XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA · VIII SIMPÓSIO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO · VII CONGRESSO DE EXTENSÃO · V Encontro do Programa de Educação Tutorial

UFRPE

VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

Recife, 10 a 14 de setembro de 2007

Certificado

Certificamos que o trabalho intitulado "**ESTUDO PRELIMINAR PARA O DIMENSIONAMENTO DAS INDÚSTRIAS DE BENEFICIAMENTO DA MADEIRA SERRADA EM PERNAMBUCO**" de autoria de Emanuel Rodrigo de Albuquerque Silva, Victor Casimiro Piscoya, foi apresentado por Emanuel Rodrigo de Albuquerque Silva na **VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, realizada de 10 a 14 de setembro de 2007, em Recife-PE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Prof. Fernando José Freire
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria José de Sena
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. Paulo Donizeti Siepierski
Pró-Reitor de Extensão

Prof. Marcelo Carneiro Leao
Presidente da VII JEPEX

VII CONGRESSO DE INICIAÇÃO à DOCÊNCIA · XVII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA · VIII SIMPÓSIO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO · VII CONGRESSO de EXTENSÃO · V Encontro do Programa de Educação Tutorial



Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
VIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

UFRPE

Certificado

Certificamos que o trabalho intitulado **"CARACTERISTICAS EXPERIMENTAIS DE ARTIGOS CIENTIFICOS EM FISICA DO SOLO PUBLICADOS NA REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO DE -."** de autoria de Victor Casimiro Piscoya, Mario de Andrade Lira Junior, foi apresentado por Victor Casimiro Piscoya na forma de pôster durante a **VIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, realizada de 24 a 31 de outubro de 2008, em Recife-PE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Profa. Antônia Sherlânea Chaves Véras
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria José de Sena
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. Paulo Donizeti Siepierski
Pró-Reitor de Extensão

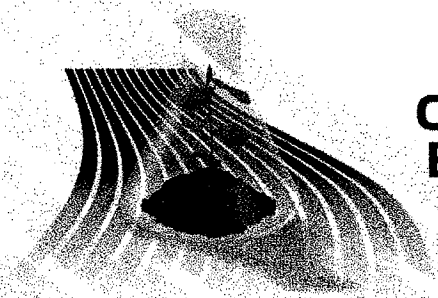
Prof. Joaquim Evêncio Neto
Presidente da VIII JEPEX



Evolução & Diversidade

VIII CONID · XVIII CIC · IX SIMPÓS · VIII CONEX · VI EPET

Apoio: CAPES · CNPq · FINEP · FACEPE · SBPC · ALEPE · Governo de Pernambuco · Ministério da Ciência e Tecnologia · Brasil, um país de todos · Governo Federal



XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

CONQUISTAS & DESAFIOS da Ciência do Solo brasileira





De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS

Certificado

Certificamos que

VICTOR CASIMIRO PISCOYA

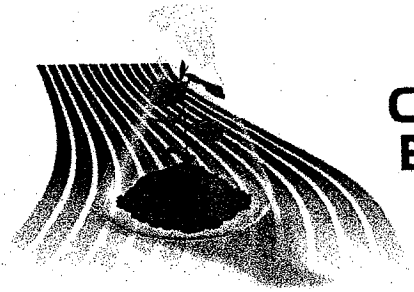
participou do XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, na qualidade de congressista.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Flávio A. Oliveira Camargo
Presidente do XXXI CBCS

Carlos Alberto Bissani
Secretário Geral do XXXI CBCS



XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

CONQUISTAS & DESAFIOS da Ciência do Solo brasileira





De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS

Certificado

Certificamos que

o trabalho CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE DOIS SOLOS INCUBADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE VINHAÇA

de autoria de J.A.Lima Neto, V.C. Piscoya, R.O. Melo, M.B.G.S. Galvão, M.M. Rolim, L.G.M. Pessoa

foi apresentado no XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Flávio A. Oliveira Camargo
Presidente do XXXI CBCS

Carlos Alberto Bissani
Secretário Geral do XXXI CBCS

Sônia Maria Portuga Soriano
Secretária Adm. do DTR/UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL

CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho intitulado "**ESTUDO DA INTENSIDADE DE RUÍDO NA INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DA MADEIRA EM GRAVATÁ-PE**" de autoria de Emanuel Rodrigo de Albuquerque Silva, Patrícia de Moura Serafim, Victor Casimiro Piscoya, foi apresentado por Patrícia de Moura Serafim no **I CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL E X SEMANA DE ENGENHARIA FLORESTAL - A ENGENHARIA FLORESTAL NO NORDESTE: POLÍTICA, AMBIENTE, TECNOLOGIA E MERCADO**, realizada de 16 a 20 de outubro de 2007, na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Confere com o original

Siape 6383609

Coordenadora do Evento
Profª. Drª. Ana Lícia Patriota Feliciano

Diretor do DCFL/UFRPE
Profº. Drº. Luiz Carlos Maranagon

Universidade Federal Rural de Pernambuco



IX CONID

XIX CIC

X SIMPÓS

IX CONEX

VII EPET

Certificamos que o trabalho intitulado **"MEDIÇÃO DA DESCARGA SÓLIDA EM SUSPENSÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIBARIBE"** de autoria de Douglas Monteiro Cavalcante, Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva, Maria Daniela Rodrigues de Oliveira Silva, Wagner Luís da Silva Souza, Meyre Barbosa Lima, Ana Lucia Braga Mineiro, Victor Casimiro Piscoya, Maria Helena Santiago Mendes, José Ramon Barros C, foi apresentado por Douglas Monteiro Cavalcante na forma Oral durante a **IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, realizada de 19 a 23 de outubro de 2009, em Recife-PE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Profa. Antonia Sherlânea Chaves Véras
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria José de Sena
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

Prof. Joaquim Evêncio Neto
Presidente da VIII JEPEX

CAPES

CNPq

SBPC

FINEP

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

Ministério da Ciência e Tecnologia

BRASIL UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

MEDIÇÃO DA DESCARGA SÓLIDA EM SUSPENSÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIBARIBE

Douglas Monteiro Cavalcante[1], Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva[2], Maria Daniela Rodrigues de Oliveira Silva[3], Wagner Luís da Silva Souza[4], Meyre Barbosa Lima[5], Ana Lucia Braga Mineiro[6], Victor Casimiro Piscoya[7], Maria Helena Santiago Mendes[8], José Ramon Barros Cantalice[9], Alex Mauricio Araújo[10]

Introdução

Rio Capibaribe ou rio das Capivaras, foi de grande importância para a implantação da cultura canavieira no estado de Pernambuco, devido ao seu tipo de solo, o massapé, terra vermelha e fértil, contribuindo para o desenvolvimento do estado, que não se deu apenas do centro para a periferia, mas também dos engenhos para os centros comerciais. Mais hoje, o Capibaribe encontra-se assoreado e poluído de dejetos orgânicos. Contribuindo para a aceleração desses acontecimentos, estão as atividades agrícolas não conservacionistas, construção de estradas, barragens, pontes, atividades de extração de areia, fatores que contribuem para deposição de sedimentos não previstos em condições naturais, Silva & Wilson Junior [1]. Os sedimentos desagregados no interior das bacias hidrográficas e transportados ao exutório das mesmas constituem a produção de sedimentos, que aportam nas zonas costeiras e no oceano, podendo ser mobilizados, transportados e depositados pela ação energética das ondas e das correntes, principais elementos hidrodinâmicos caracterizadores dos processos de erosão costeira.

O sedimento presente no curso d'água é originado da produção de sedimentos da bacia hidrográfica. Em ocasiões de chuva, o escoamento superficial decorrente, transporta muitas partículas para o rio onde esse sedimento se move em suspensão ou no leito, rolando, deslizando ou em saltos. Em suspensão no meio líquido encontra-se em maior quantidade partículas finas, como argila e silte, correspondendo em média de 70 a 95% da carga sólida total, sendo contemplada por sua fácil determinação por apresentar-se em maior quantidade Carvalho [2].

No Estado de Pernambuco pouco se sabe sobre o aporte da produção continental de sedimentos em toda sua zona costeira, deste modo o trabalho teve como objetivo monitorar através de campanha de medição direta da descarga líquida (vazão) e sólida em suspensão, uma de suas principais bacias hidrográficas como a do rio Capibaribe.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido do dia 16 de julho de 2009, através de campanha de medição direta da velocidade, vazão e da descarga sólida em suspensão, com operação de micromolinete e amostrador de sedimento suspenso (DH-48) e potes de 1000 ml para armazenamento das amostras, realizado a vau, ou seja, sem necessidade de barco. A seção transversal (**Figura 1**) escolhida tinha 20m de largura, sendo dividida em seguimentos igualmente espaçados de 2m, onde foram realizadas as medições de velocidade e sedimento suspenso. Na determinação da vazão do rio Capibaribe foi seguida a metodologia preconizada pelo,

1. Primeiro Autor é Aluno do Curso de Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: dougagronomo@yahoo.com.br
2. Segundo Autor é Aluno do Curso de Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: yuriufrpe@yahoo.com.br
3. Terceira Autora é Doutoranda do Programa de Pós-Graduação de Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: mariadani_rodrigues@hotmail.com
4. Quarto Autor é Mestrando do Programa de Pós-Graduação de Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: wagner_agro@hotmail.com
5. Quinta Autora é Engenheira Agrônoma, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: meyrebl@hotmail.com
6. SextaAutora é Mestranda em Engenharia Mecânica Naval Costeira, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: analuciabragaa@yahoo.com.br
7. Sétimo Autor é Doutorando em Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: vcpiscoya@hotmail.com
8. Oitava autora é Engenheira pesquisadora do projeto, Laboratório de Manejo e Conservação do Solo e Água, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: m.helenamendes@hotmail.com
9. Nono Autor é Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: cantalic@terra.com.br
10. Décimo Autor é Professor do Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, E-mail: ama@u
Apoio financeiro: CAPES e CNPq.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

USGS [3] e Edwards & Glysson [4], onde obtemos os perfis de velocidade com o micromolinete, cujo o seu posicionamento em cada uma das verticais dependeu da profundidade do curso de água (**Tabela 1**), e pelo somatório do produto de cada velocidade média por sua área de influência obtemos a vazão em ($m^3.s^{-1}$):

$$Q = \sum_{i=1}^{n} Q_i = \sum_{i=1}^{n} A_i . V_i$$

Em que:
Q: vazão do rio;
Q_i: vazão de cada perfil;
A_i: área de cada perfil;
V_i: velocidade média de cada perfil.

Na amostragem de sedimento suspenso foi utilizado o método de Igual Incremento e Largura (IIL) já utilizado por Araújo et. Al. [5], realizada através do amostrador DH-48 em cada uma das verticais da seção, onde o tempo de amostragem foi determinado pela velocidade média, velocidade de trânsito e o bico do amostrador utilizado.

Após a coleta, as amostras foram levadas ao laboratório de Uso, Manejo e Conservação do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) onde foram secas em estufa a 60° C para determinação dos valores de concentração de sedimento suspenso, obtidos pelo método da evaporação USGS [6], quando as amostras passam até 5 dias em repouso. Dessa forma, têm-se os valores da concentração de sedimentos (C_{ss}) em ($mg.l^{-1}$), determinados no laboratório:

$$C_{SS} = P_{sed} / Vol_{amostra}$$

Em que:
C_{SS} = Concentração de sedimento em suspensão na vertical amostrada;
P_{sed} = peso do sedimento;
$Vol_{amostra}$ = volume da amostra.

Os valores de descarga sólida em suspensão (Q_{SS}) foram determinados pelo somatório do produto entre a concentração de sedimento suspenso (C_{SS}) e a respectiva descarga líquida (Ql) de cada vertical, na forma da expressão abaixo:

$$Q_{SS} \equiv \sum \left(C_{SS} \cdot Ql_i\right) \cdot 0{,}0864$$

Em que:
Q_{ss} = descarga sólida em suspensão ($t.dia^{-1}$);
C_{ss}= concentração de sedimento em suspensão da vertical ($mg.l^{-1}$);
Q_l= descarga líquida da respectiva vertical ($m^3.s^{-1}$).

Resultados e Discussão

O rio Capibaribe apresentou uma vazão 2,885 $m^3.s^{-1}$, com uma concentração média de 594,94 $mg.l^{-1}$. Os respectivos dados das velocidades médias, vazões, concentrações e descarga sólida em suspensão dos pontos observados estão disponíveis na **tabela 2**. Pode-se observar que as maiores velocidades e, conseqüentemente, as maiores vazões foram obtidas nas verticais 7 e 8, que assim, se constituíram na corrente principal de escoamento. No primeiro ponto a 2m da margem não houve registro de velocidade, pois o escoamento encontrava-se impedido por vegetação. De forma geral, foram observadas as maiores concentrações entre as profundidades 0,52 a 0,72 m (**Tabela 2**).

A descarga sólida de sedimento suspenso de 180,32 $t.dia^{-1}$. Esse evento de descarga líquida e sólida do rio Capibaribe foi no período chuvoso, em um momento de cheia do rio, representando um evento de descarga sólida em nível alto de vazão. Assim, esse valor representará muito na produção anual de sedimento da bacia hidrográfica do rio Capibaribe. A **figura 2**, demonstra que as descargas sólidas do rio Capibaribe elevaram-se com o incremento das descargas líquidas, o que corrobora a tendência dos maiores valores de concentração de sedimentos, acima comentada.

Agradecimentos

A Deus, a todos os que colaboraram e ao meu orientador o professor José Ramon Barros Cantalice, pelas lições de vida e conhecimentos na área de Manejo e Conservação do Solo.

Referências

[1] SILVA, R.C.V.D.; WILSON JUNIOR, G. *Hidráulica Fluvial Volume II*. COPPE/UFRJ, 2005. 255 p.

[2] Carvalho, N. O. Guia de Práticas Sedimentométricas. Brasília: ANEEL, 2000. 116p.

[3] USGS – United States Geological Survey. *Sediment Data Collection Techniques*. Whashington, 2005.

[4] EDWARDS, T.K. & GLYSSON, G.D. *Field Methods for Measurement of Fluvial Sediment*. In: Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey (USGS). Reston, Virginia 1999.

[5] ARAÚJO, A.M.; CANTALICE, J.R.B.; MARANHÃO, A.L.A.; GONÇALVES, R.P.R.R.M. *Comparação entre métodos de estimativa das taxas de variação da altura de maré*. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal. Editora: ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Rio de Janeiro, 2008.

[6] USGS – United States Geological Survey. *Techniques of Water Resources Investigations*. Whashington, 1973.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Tabela 1: Posição do molinete na vertical em relação à profundidade

Profundidades (m)	Posição
0,15 a 0,60	0,6P
0,60 a 1,20	0,2P e 0,8P
1,20 a 2,00	0,2P; 0,6P e 0,8P
2,00 a 4,00	S; 0,2P; 0,4P; 0,6P e 0,8P
Acima de 4,00	S; 0,2P; 0,4P; 0,6P; 0,8P e F

A posição S (superfície) corresponde à profundidade de 0,10m, e a posição F (fundo) corresponde àquela determinada pelo comprimento da haste de sustentação do lastro

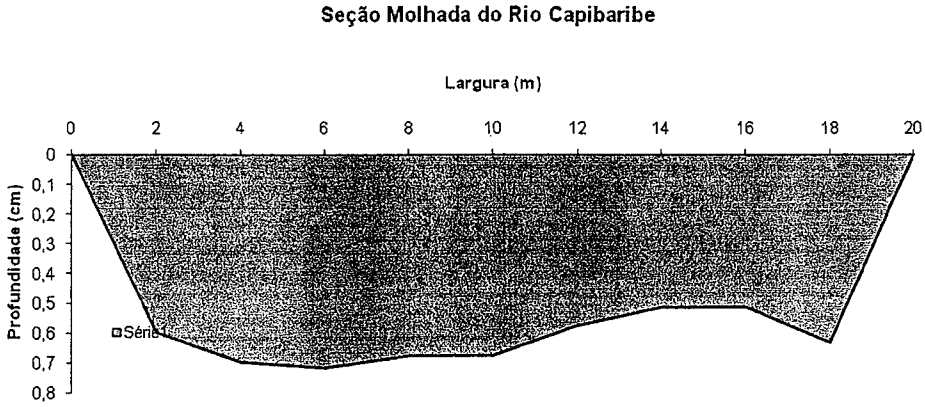
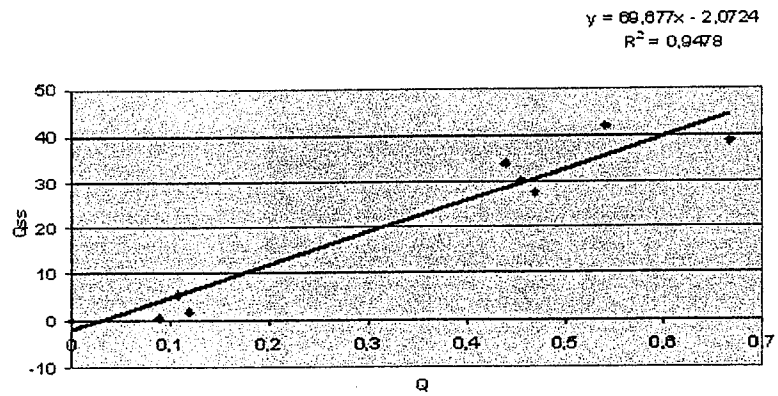


Figura 1. Esquema da Seção Transversal do Rio Capibaribe.

Tabela 2. Valores e respectivas unidades de variáveis analisadas na amostragem do Rio Capibaribe.

Verticais	Largura (m)	Profundidade (m)	A[1] (m^2)	Vm[2] (m/s)	Q_i[3] (m^3/s)	Css[4] (mg/l)	Qss[5] (t/dia)
1	2	0,6	1,2	0	0	0	0
2	4	0,7	1,4	0,0627	0,08778	64,44014048	0,488726398
3	6	0,72	1,44	0,0743	0,106992	586,8594938	5,424993011
4	8	0,68	1,36	0,0874	0,118864	194,6779736	1,99931351
5	10	0,68	1,36	0,335	0,4556	776,671389	30,57276829
6	12	0,58	1,16	0,405	0,4698	678,6101054	27,54527278
7	14	0,52	1,04	0,52	0,5408	893,5461598	41,75105154
8	16	0,52	1,04	0,641	0,66664	670,7619428	38,63434247
9	18	0,64	1,28	0,343	0,43904	894,006625	33,91240337
10	20	0	0	0	0	0	0

[1]A = Área; [2]Vm = Velocidade Média do Escoamento; [3]Q_i = Vazão de cada perfil; [4]Css = Concentração de Sedimento Suspenso de cada perfil; [5]Qss = Descarga Sólida em Suspensão de cada perfil.



Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Figura 2. Relação entre a Descarga Líquida e Descarga Sólida em Suspensão do rio Capibaribe no dia 16/07/09.

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E DO LENÇOL FREÁTICO DE DUAS BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO JACÚ - SERRA TALHADA -PE

Victor Casimiro Piscoya [1]; José Ramon Barros Cantalice [2] Vanessa Dina Cavalcante Barros [3] Luis Antonio de Almeida Neto[4] Maria de Fátima Cavalcanti Barros[2] Sandro Augusto Bezerra[5] Genival Barros Junior [6]

(1) Doutorando do Programa de Pós Graduação Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bairro Dois Irmãos, Recife, PE, CEP 52171-900 email vcpiscoya@hotmail.com (apresentador do trabalho); (2) Professor do Programa de Pós Graduação Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife,PE CEP 52171-900,email cantalic@terra.com.br, fatima@depa.ufrpe (3) Mestranda do Programa de Pós Graduação Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife,PE CEP 52171-900 email vanessa_dina@ig.com.br; (4) Engenheiro Agrônomo, Bolsista do Laboratório de Conservação do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife,PE CEP 52171-900 email luizz_antonio@hotmail.com; (5) Professor do Instituto Federal de Educação de Vitória de Santo Antão, Recife-PE CEP 55.602-970 email sabezerra@hotmail.com (6)Professor da Unidade Acadêmica de Serra Talhada-UFRPE. Serra Talhada,PE CEP 56.900-000 email barrosjnior@yahoo.com.br

RESUMO: Determinações da CE e RAS avaliam os perigos que a água oferece, em termos de indução de salinidade e aumento nos teores de sódio na solução do solo. Objetivando-se fazer uma avaliação qualitativa da água armazenada num poço amazonas e água do lençol freático, por ocasião da escavação na fase de implantação de duas barragens subterrâneas em áreas de plantio e de sequeiro. Foram determinados: pH, CE, Ca^{2+} , Mg^{2+}, Na^{+}, $CO^{=}_{3}$, HCO^{-}_{3} e RAS. (Richards, 1954). Os valores de pH, encontravam-se dentro da faixa normal. A água do poço amazonas, com CEai 1,19 foi classificada como C3 Água de alta salinidade e S1 Água de Baixo Sódio, de acordo com a RAS 4,94 . O lençol freático da barragem 1 com CEai 11,30 encontra-se na faixa C4 Água de salinidade muito alta, e S2 Água com médio Sódio, de acordo com a RAS 16,6 . O lençol freático da barragem 2 com CEai 31,00 foi classificada como C4.Água de salinidade muito alta, e S4 Água com Sódio muito alto, de acordo com a RAS 35,89.

A água do poço amazonas pode ser usada na irrigação de culturas tolerantes aos sais e apenas em solos que apresentem boa drenagem.

Palavras-chave: água, qualidade, irrigação, barragem, lençol freático, semi-árido.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

INTRODUÇÃO

Solos com alta concentração salina encontram-se geralmente, nas regiões de clima árido e semi-árido. Isto porque as baixas precipitações pluviais não são suficientes para lixiviar os sais do perfil do solo e transportá-los até o leito dos rios perenes. Em razão do clima quente e seco, a alta evapotranspiração contribui para a acumulação desses sais no perfil e na superfície do solo.(Ferreira et al, 2006)

A qualidade da água para irrigação no semi-árido é avaliada não apenas pelo seu conteúdo total de sais, mas também, pela composição dos íons presentes.

Alguns cátions e ânions, quando em excesso, podem trazer prejuízos ao solo (pelo efeito direto na sodificação) e às plantas cultivadas, dependendo do grau de tolerância destas aos sais (Ayers & Westcot, 1999, Richards, 1954)

Análises de rotina efetuadas em laboratórios de água, como determinações de pH e condutividade elétrica (CE), fornecem subsídios para se avaliar a possibilidade de precipitação de sais e a indução da salinidade em função da prática da irrigação. O cálculo da relação de adsorção de sódio (RAS) assume papel preponderante, posto que a combinação CE e RAS é usada para avaliar os perigos que a água oferece, respectivamente, em termos de indução de salinidade e aumento nos teores de sódio na solução do solo e como conseqüência aumento de sódio trocável no complexo sortivo.

O presente trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação qualitativa da água de chuva armazenada num poço amazonas em época seca (utilizada para irrigação), e da água do lençol freático, por ocasião da escavação na fase de implantação de duas barragens subterrâneas em áreas de plantio de sequeiro, próximo ao riacho Jacú. A relevância deste trabalho está fundamentado no fato de nos permitir um maior conhecimento da área da implantação das barragens no que se refere à qualidade da água, e com isto, nortear decisões futuras a serem adotadas influenciando na produção

e produtividade agrícola, fase a implantação de barragens subterrâneas no semi-árido..

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi iniciado em 18.08.2009 na bacia hidrográfica do riacho Jacú, região do alto Sertão do Pajeú, ambiente semi-árido do estado de Pernambuco, com coordenadas geográfica de 38°23'55.51" de longitude Oeste e 8°07'06.72"de latitude sul.

Os solos da região são solos jovens, pouco evoluídos, típicos da região semi-árida, com predominância de Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos, de acordo com a descrição da EMBRAPA (2007).

Foram coletadas amostras de água de aproximadamente 500 ml. em potes de plástico branco fosco de polietileno proveniente de um poço já existente no local, próximo a beira do riacho Jacu o qual é abastecido com água proveniente das chuvas sofrendo alguma influência da água do solo do lençol
freático. A segunda e terceira amostras, em função da localização das barragens subterrâneas, passaram a ser chamados de barragem 1 e barragem 2 respectivamente. Estas amostras de água foram provenientes do lençol freático da área de cada barragem, obtidas por ocasião da abertura de uma valeta transversal com profundidade até a camada de impedimento. A profundidade média do lençol freático da barragem 1 é de 1,94m com textura franco argilo arenoso e da barragem 2 é de 2,14 m com textura franco arenoso.

Para caracterização foi seguida a metodologia sugerida por Richards (1954), e foram determinados: o pH, a condutividade elétrica (CE), os cátions e anions solúveis de Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio(Mg^{2+}) por espectrofotometria de absorção atômica, o Sódio (Na^{+}) por fotometria de chama e o carbonato ($CO^{=}_3$) e bicarbonato (HCO^{-}_3) por titulação com H_2SO_4 0,005 mol/L.

Usando os valores encontrados para o cálcio, magnésio e sódio solúveis quantificaram-se os valores para a relação de adsorção de sódio (RAS), usando a expressão:

$$RAS = (Na^{+})/[(Ca^{++} + Mg^{++})/2]^{1/2}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função da análise da tabela 1, observa-se que os valores para o pH, foram:7,1 ; 8,2 ; 7,3 ; respectivamente, para o poço amazonas, barragem 1 e barragem 2 . Estes valores são considerados dentro da faixa normal (6,5 – 8,4) de acordo com as diretrizes de qualidade de água para irrigação, proposta pela University of California Committee of Consultants,1974 citados por Ayers & Westcot, 1999.

De acordo com o diagrama de classificação de água para irrigação, proposto por Richards, (1954), a água do poço amazonas, na época de estiagem, apresenta uma CEai (25° dS/m) de 1,19 equivalente a 1190 uS /cm o que determina seja classificada como uma água C3 Água de alta salinidade, as quais não podem ser usadas em solos de drenagem restrita, devendo-se adotar técnicas especiais de manejo de solo e água para controle da salinidade bem como a utilização de culturas com alta tolerância a salinidade.

Por outro lado, utilizando a RAS no valor de 4,94 para água do poço e de acordo com o diagrama de classificação de água para irrigação fica classificada, como sendo S1, Água de Baixo sódio: que podendo a mesma ser usada em irrigação em vários tipos de solos com pouco perigo de desenvolver níveis perigosos de sódio trocável. Entretanto, para algumas culturas sensíveis podem na seca acumular concentrações nocivas de sódio (tabela 1).

Utilizando ainda a classificação de água descrita em Richards (1954), a água do lençol freático da barragem 1 apresenta uma CEai (25° dS/m) de 11,30 equivalente a 11.300 uS / cm, o que determina que seja classificada como uma água C4. Considerando por outro lado, que a classificação C4 se encontra na faixa de 2251 – 5000 o valor obtido é bem superior a este intervalo; C4 é uma Água de salinidade muito alta: portanto, a mesma não deve ser aplicada para rega nas condições normais, podendo ser utilizada ocasionalmente sobre condições muito especiais. Recomenda-se a seleção de culturas muito tolerantes, solos altamente permeáveis e drenagem perfeita. A irrigação deve ser aplicada em excesso a fim de provocar uma considerável lixiviação dos sais.

Por outro lado utilizando a RAS no valor de 16,64 nos leva a classificar esta água de acordo com o diagrama de classificação de água para irrigação como sendo S2. Água com médio sódio: a mesma de

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

fato, apresenta perigo de sódio em solos de textura fina e alta CTC, especialmente na ausência de gesso e drenagem. Essa água pode ser utilizada em solos de textura média ou orgânicos de alta permeabilidade.

Segundo Richards, (1954), a água do lençol freático da barragem 2 apresenta uma CEai (25° dS/m) de 31,00 equivalente a 31.000 uS /cm, o que determina que seja classificada como uma água C4. Considerando por outro lado, que a classificação C4 se encontra na faixa de 2251 – 5000 o valor obtido, é bem superior a este intervalo; C4 é uma Água de salinidade muito alta: desta maneira, não deve ser aplicada para rega nas condições normais, podendo ser utilizada ocasionalmente sobre condições muito especiais. Além da seleção de culturas muito tolerantes, solos altamente permeáveis e drenagem perfeita são requeridos. Neste caso, a irrigação deve ser aplicada em excesso a fim de provocar uma considerável lavagem. Resultados semelhantes são relatados por Barros et al.,(2007)

Por outro lado utilizando a RAS no valor de 35,89 nos leva a classificar esta água de acordo com o diagrama de classificação de água para irrigação como sendo S4.Água com sódio muito alto: o que determina, que a mesma não é satisfatória para irrigação. O elevado teor de sódio ocasionará um aumento no sódio trocável favorecendo a dispersão da argila do solo,o transformando num meio impróprio para o desenvolvimento vegetal.

CONCLUSÕES

A água do poço amazonas pode ser usada na irrigação de culturas que têm razoável tolerância aos sais e apenas em solos que apresentem boa drenagem e mesmo assim devendo ter um monitoramento contínuo da salinidade do solo.

REFERÊNCIAS

AYERS R.S. & WESTCOT D.W. A qualidade da água na agricultura. 2ª Ed. Trad. GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande, UFPB, 1999.218p. Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 29.

BARROS,M DE F.C.; SANTOS, P.M.; MELO R.M.; FERRAZ,F.B. Avaliação de níveis de gesso para correção de sodicidade de solos. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 1: 17 – 21,2006

BARROS, M. F. C.; SANTOS, P.M .; FERRAZ., F. B. Qualidade da água de drenagem de solos degradados pela salinização e sodificação depois da aplicação de gesso e calcário e de lâminas de irrigação. In: MESSIAS, A.S. & COSTA, M.R.N.,Ed. Água superficial residual e sedimentos. Série encontro das águas. 3 ed. Recife, UNICAP, 2007. P. 363-378.

EMBRAPA.Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Brasilia, 2007. 412 p

FERREIRA P.A, Manejo de Água – Planta em Solos Salinos UFV,Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola.,Viçosa MG, 110p, setembro, 2.002.

RICHARDS, L.A., .Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington , US Department of Agriculture, 1954, 160p. USDA Agricultural Handbook, 60.

Confere com o original

Mroacyr Cunha Filho
Siape

Tabela 1. Resultados obtidos para pH, CE, concentração de Cátions Solúveis, Carbonatos, Bicarbonatos e RAS. da água do Poço e da água do lençol freático das Barragens 1 e 2.

Origem da água	pH	CE	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	RAS
		(dSm^{-1})	---------- $mmol_cL^{-1}$ ----------					($mmolL^{-1}$)$^{1/2}$
Água do Poço	7,1	1,19	2,99	1,48	7,39	0,00	2,47	4,94
Água Barragem1	8,2	11,30	28,94	16,30	79,16	0,40	7,16	16,64
Água Barragem2	7,3	31,00	46,56	52,26	252,28	0,40	1,36	35,89

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Universidade Federal Rural de Pernambuco

X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
18 a 22 de outubro de 2010
Recife - Garanhuns - Serra Talhada (PE)

2010 Ano Internacional da Biodiversidade

X CONID

XX CIC

XI SIMPÓS

X CONEX

VIII EPET

Certificamos que o trabalho **TAXAS DE EROSÃO EM PARCELAS EXPERIMENTAIS SOB PRESENÇA E AUSÊNCIA DE COBERTURA VEGETAL** de autoria de **YURI JACQUES AGRA BEZERRA DA SILVA, DOUGLAS MONTEIRO CAVALCANTE, WAGNER LUÍS DA SILVA SOUZA, CINTHIA MARIA CORDEIRO ATANÁZIO CRUZ, LUIZ ANTÔNIO DE ALMEIDA NETO, JOÃO VICTOR RAMOS DE ALEXANDRE, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE, MOACYR CUNHA FILHO** foi apresentado na forma de pôster durante a **X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2010)**, realizada no período de 18 a 22 de outubro de 2010, em Recife - Pernambuco.

Recife, 22 de outubro de 2010.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Profa. Antônia Sherlânea Chaves Véras
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria José de Sena
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

Prof. Joaquim Evêncio Neto
Presidente da VIII JEPEX

CAPES

CNPq

SBPC

FINEP

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

Ministério da Ciência e Tecnologia

BRASIL UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL

Universidade Federal Rural de Pernambuco

X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
18 a 22 de outubro de 2010
Recife - Garanhuns - Serra Talhada (PE)

X CONID

XX CIC

XI SIMPÓS

X CONEX

VIII EPET

Certificamos que o trabalho intitulado "**PARÂMETROS DA DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DAS PARTÍCULAS E FORMA DA CURVA GRANULOMÉTRICA DE SEDIMENTOS DO RIACHO JACU**" de autoria de **Douglas Monteiro Cavalcante, Victor Casimiro Piscoya, Luiz Antonio de Almeida Neto, Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva, Wagner Luis da Silva Souza, João Victor Ramos de Alexandre, Moacyr Cunha Filho, José Ramon Barros Cantalice** foi apresentado na forma de pôster.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Profa. Antonia Sherlanea Chaves Véras
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria José de Sena
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

Prof. Joaquim Evencio Neto
Presidente da VII JEPEX

FINEP

FACEPE

Ministério da Ciência e Tecnologia

Universidade Federal Rural de Pernambuco

X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
18 a 22 de outubro de 2010
Recife - Garanhuns - Serra Talhada (PE)

X CONID

XX CIC

XI SIMPÓS

X CONEX

VIII EPET

Certificamos que o trabalho **MEDIÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIBARIBE** de autoria de **DOUGLAS MONTEIRO CAVALCANTE, YURI JACQUES AGRA BEZERRA DA SILVA, MARIA DANIELA RODRIGUES DE OLIVEIRA SILVA, WAGNER LUÍS DA SILVA SOUZA, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, MARIA HELENA SANTIAGO MENDES, JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE, ALEX MAURICIO ARAÚJO** foi apresentado como comunicação oral durante a **X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2010)**, realizada no período de 18 a 22 de outubro de 2010, em Recife - Pernambuco.

Recife, 22 de outubro de 2010.

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Profa. Antônia Sherlânea Chaves Véras
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria José de Sena
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

Prof. Joaquim Evêncio Neto
Presidente da VIII JEPEX

CNPq

FINEP

FACEPE

Ministério da Ciência e Tecnologia

XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: Sustentabilidade e mudanças climáticas



Certificado

31 de julho a 05 de agosto de 2011
Center Convention - Uberlândia-MG

Certificamos que o trabalho intitulado "**CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-HÍDRICOS DE UMA TÍPICA BACIA DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO**" foi apresentado na forma pôster por **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** no XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado entre os dias 31 de julho a 05 de agosto de 2011, na cidade de Uberlândia, MG.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Beno Wendling
Presidente do XXXIII CBCS

Bruno Teixeira Ribeiro
Secretário Executivo do XXXIII CBCS

Promoção: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Realização: UFU/ICIAG Universidade Federal de Uberlândia Instituto de Ciências Agrárias

Co-realizadores: Uberlândia; Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Turismo; Prefeitura de Uberlândia

Apoio: agrisus; CNPq 60 anos; CAPES; Ministério da Educação; Governo Federal Brasil País rico é país sem pobreza; Embrapa Solos Milho e Sorgo; FAPEMIG; Rede FertBrasil; IPNI International Plant Nutrition Institute; Sbera Sociedade Brasileira dos Especialistas em Resíduos das Produções Agropecuária e Agroindustrial

XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros:
Sustentabilidade e mudanças climáticas



Certificado

31 de julho a 05 de agosto de 2011
Center Convention - Uberlândia-MG

Certificamos que **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** participou do XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado entre os dias 31 de julho a 05 de agosto de 2011, na cidade de Uberlândia, MG.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

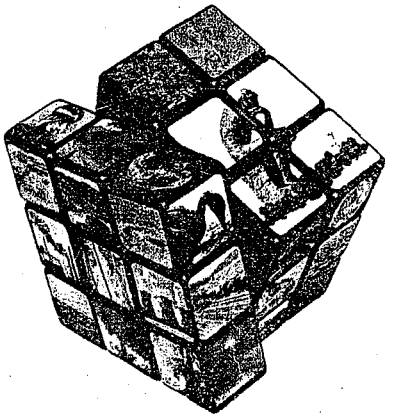
Beno Wendling
Presidente do XXXIII CBCS

Bruno Teixeira Ribeiro
Secretário Executivo do XXXIII CBCS

Promoção Realização Co-realizadores Apoio

Universidade Federal Rural de Pernambuco

XI Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
17 a 21 de outubro de 2011
Recife - Garanhuns - Serra Talhada (PE)



XI CONID

XXI CIC

XII SIMPÓS

XI CONEX

IX EPET

Certificamos que o trabalho **PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS DA MICROBACIA DO JACU - SEMI-ARIDO PERNAMBUCANO** de autoria de **JOÃO VICTOR RAMOS DE ALEXANDRE, DOUGLAS MONTEIRO CAVALCANTE, YURI JACQUES AGRA BEZERRA SILVA, WAGNER LUIS DA SILVA SOUZA, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, CINTHIA MARIA CORDEIRO ATANÁZIO CRUZ, JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE** foi apresentado como comunicação oral durante a **XI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2011)**, realizada no período de 17 a 21 de outubro de 2011, em Recife - Pernambuco.

Recife, 21 de outubro de 2011.

Confere com o original

Siape 6383609

Profa. Antônia Sherlânea Chaves Véras
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria José de Sena
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

Profa. Terezinha Rangel Câmara
Presidente da XI JEPEX

CAPES

CNPq

SBPC

FINEP

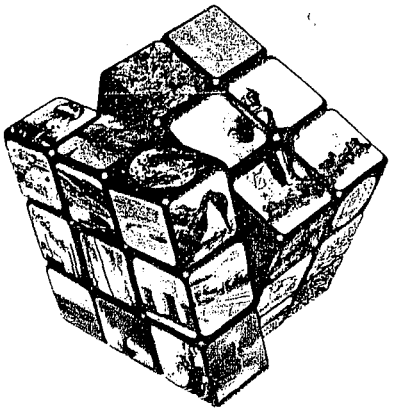
FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

Ministério da Ciência e Tecnologia

GOVERNO FEDERAL BRASIL PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Universidade Federal Rural de Pernambuco

XI Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
17 a 21 de outubro de 2011
Recife - Garanhuns - Serra Talhada (PE)



XI CONID

XXI CIC

XII SIMPOS

XI CONEX

IX EPET

Certificamos que o trabalho **TAXA DE ENTREGA DE SEDIMENTOS DA MICROBACIA DO RIACHO JACU - SEMI-ÁRIDO PERNAMBUCANO** de autoria de DOUGLAS MONTEIRO CAVALCANTE, JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE (CANTALIC@TERRA.COM.BR), VICTOR CASIMIRO PISCOYA (VCPISCOYA@HOTMAIL.COM), LUIZ ANTÔNIO DE ALMEIDA NETO (LUIZZ_ANTONIO@HOTMAIL.COM) foi apresentado como comunicação oral durante a **XI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2011)**, realizada no período de 17 a 21 de outubro de 2011, em Recife - Pernambuco.

Recife, 21 de outubro de 2011.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

Profa. Antônia Sherlânea Chaves Véras
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Maria José de Sena
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

Profa. Terezinha Rangel Câmara
Presidente da XI JEPEX

CAPES

CNPq

SBPC

FINEP

FACEPE

Ministério da Ciência e Tecnologia

BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

TAXA DE ENTREGA DE SEDIMENTOS DA MICROBACIA DO RIACHO JACU – SEMI-ÁRIDO PERNAMBUCANO

Douglas Monteiro Cavalcante[1], José Ramon Barros Cantalice[2], Victor Casimiro Piscoya[3], Luiz Antônio de Almeida Neto[4]

Introdução

No Brasil, muitas pesquisas são realizadas sobre as diversas fontes e processos erosivos em grandes bacias hidrográficas, mas poucos estudos são realizados sobre a taxa de entrega ou aporte de sedimentos, principalmente em bacias de regiões como o a do semi-árido. A região semi-árida brasileira apresenta uma área entre 750.000 a 850.000 km^2, com precipitação média anual de 700 mm ano^{-1}, em sua maioria composto por solos rasos e representado por um bioma único no Globo Terrestre, a Caatinga. O aumento da taxa de sedimento transportado para os corpos d'água (rios e reservatórios) prejudica a qualidade das águas superficiais, além de servir como veículos a outros poluentes, que se encontram adsorvidos a estes.

A taxa de entrega de sedimentos (SDR) é definida como a fração da erosão bruta que é transportada para fora de uma determinada área, por exemplo, uma bacia, ou seja, é a razão entre a produção de sedimentos e a erosão bruta em uma bacia hidrográfica:

$$SDR = \frac{Y}{E} \quad (1)$$

onde, SDR = relação de aporte de sedimento; Y = produção de sedimentos; E = erosão bruta. Apesar da simplicidade desta equação, há uma série de complexidades ligando o aporte de sedimentos a jusante com a perda de solo a montante Walling, 1988 [1]. Desta forma este trabalho teve como objetivo determinar a taxa de entrega de sedimentos da bacia hidrográfica do Riacho Jacu, bem como testar a aplicação de duas equações para estimativa da mesma, que consideram as características físico-hídricas da bacia.

Material e métodos

A bacia hidrográfica do riacho Jacu encontra-se na região do alto Sertão do Pajeú, ambiente semi-árido do estado de Pernambuco, pertencente ao limite municipal entre as cidades de Serra Talhada e Floresta, com coordenadas geográficas de 38°23'55" de longitude Oeste e 8°07'06" de latitude Sul. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen enquadra-se no tipo Bwh, denominado semi-árido, quente e seco, com chuvas de verão-outono com pluviosidade média anual de 647 mm ano^{-1} e temperatura média anual superior a 25°C. Os solos da região são solos jovens, pouco evoluídos e por isso raso, típico de região semi-árida. Na área da bacia hidrográfica do riacho Jacu predominam Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos, de acordo com a descrição da EMBRAPA, 2007 [2]. A produção de sedimentos (Y) do Riacho Jacu foi determinada através de campanhas de medição direta das descargas líquidas e sólidas, nas respectivas formas de vazão, sedimento suspenso e sedimento de fundo, em uma seção transversal escolhida (Fig. 1A) próxima ao exutório da bacia do Jacu. Essas atividades incluíram a operação de molinetes (Fig. 1B) para a determinação da velocidade média do escoamento, amostrador de sedimento suspenso (DH-48) e sedimento de fundo (US BLH-84) para a determinação da descarga sólida de sedimento suspenso e de fundo (Fig. 1C, 1D). A produção de sedimento total (Y_t) foi obtida pela soma da produção de sedimento suspenso e de fundo:

$$Y_t = Y_{ss} + Y_{sf} \quad (2)$$

em que: Y_t = produção de sedimento total (t km^{-2} ano^{-1} ou t ha^{-1} ano^{-1}); Y_{ss} = produção de sedimento suspenso (t km^{-2} ano^{-1} ou t ha^{-1} ano^{-1}); Y_{sf} = produção de sedimento de fundo (t km^{-2} ano^{-1} ou t ha^{-1} ano^{-1}). Na determinação da erosão bruta foi calculada a perda de solo por erosão em entressulcos e em sulcos, onde a soma entre a perda de solo causada por estes dois tipos de erosão hídrica foram considerados como a erosão bruta. As taxas de erosão em entressulcos foram obtidas a partir de chuvas simuladas em parcelas experimentais constituídas de chapas de zinco com área útil de 2 m^2 (1 m de largura por 2 m de comprimento), ficando a maior dimensão no sentido do declive, e delimitadas por chapas metálicas galvanizadas de 30 cm de altura, cravadas no solo a 20 cm de profundidade (Fig. 1E). Na extremidade da parcela existe uma calha coletora de sedimento e do escoamento superficial. A chuva simulada foi aplicada utilizando-se um simulador de chuva (Fig. 1F), constituído de um bico aspersor tipo Veejet 80-150 com diâmetro interno de 12,7 mm, fabricado pela Spraying System Company, semelhante ao descrito por Meyer & Harmon, 1979 [3], construído no laboratório de Manejo e Conservação do Solo e da Água, do Departamento de Engenharia Agronômica da UFRPE. As parcelas experimentais foram instaladas nas seguintes condições

1. Primeiro Autor é Aluno do Curso de Engenharia Agronômica, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: cavalcante.doug@gmail.com
2. Segundo Autor é Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: cantalic@terra.com.br
3. Terceiro Autor é Doutorando em Ciência do Solo, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: vcpiscoya@hotmail.com
4. Quarto Autor é Engenheiro Agrônomo e Pesquisador Bolsista de Extensão 3 do CNPQ. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bairro Dois Irmãos, Recife, PE, CEP 52171-900. E-mail: luizz_antonio@hotmail.com
Apoio financeiro: CAPES e CNPq.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

consideradas como tratamentos: solo sob caatinga semi-arbustiva (T1), solo com resíduo herbáceo em decomposição (T2), solo totalmente descoberto (T3), que consistiram em um experimento inteiramente casualizado com 3 repetições. A perda de solo por erosão em entressulcos foi obtida a partir da média dos tratamentos, sendo a perda de solo em cada tratamento obtida pela equação abaixo, segundo Bezerra & Cantalice, 2006 [4]:

$$P_s = \frac{\sum(Q \times C_s \times t)}{A} \quad (3)$$

em que, Ps = perda de solo (kg m^{-2}); Q = vazão (l s^{-1}); Cs = concentração de sedimentos em (kg l^{-1}); t = intervalo em segundos (s); A = área da parcela (m^2).

Na determinação das taxas de erosão em sulcos foram instalados 16 sulcos pré-formados onde foram divididos em 4 blocos de 4 sulcos de forma aleatória e submetidos a 4 níveis de vazão com duração de 20 minutos, alimentados com água conduzida por gravidade através de mangueiras calibradas, proveniente de um reservatório com capacidade de 1000 L (Fig. 1G), mantido sobre carga constante CANTALICE et al., 2005 [5]. Os sulcos pré-formados foram viabilizados com a utilização de uma enxada utilizando-se da extremidade cortante de formato triangular e mantendo-se a inclinação natural do terreno (Fig. 1H). As dimensões dos sulcos foram de 3 m de comprimento, no sentido da maior pendente, 6 cm de profundidade e 0,5 m de largura, delimitados superior e lateralmente pela colocação de chapas metálicas de zinco com 30 cm de altura, dos quais 15 cm foram enterrados. A perda de solo por erosão em sulcos foi obtida a partir da média dos diferentes níveis de vazão, sendo a perda de solo calculada pela equação abaixo:

$$PS = \frac{\sum Q_{in} C_{in} t}{A} \quad (4)$$

onde: PS= perda de solo (kg m^{-2}); Q_{in}= taxa de descarga líquida (L min^{-1}); C_{in} = concentração de sedimentos (kg L^{-1}); t = intervalo entre amostragens (min) e A = área do sulco em m^2.

A taxa de entrega de sedimentos SDR foi obtida pela expressão (1). Também foram testados os modelos de Maner, 1958 [6] e Vanoni, 1975 [7] para a obtenção da taxa de entrega de sedimentos, descritos abaixo. O modelo de Maner (1958) é descrito pela seguinte expressão:

$$\log SDR = 2{,}962 + 0{,}869 \log R - 0{,}854 \log L \quad (5)$$

em que: SDR = relação do aporte de sedimento; R = diferença de altura entre ponto mais alto e o exutório (m); L = comprimento da bacia (m). O modelo de Vanoni (1975) é descrito pela seguinte expressão:

$$SDR = 0{,}42A^{-0.125} \quad (6)$$

em que: SDR = relação do aporte de sedimento; A = área da bacia (m^2).

Resultados e Discussão

Foram realizadas campanhas de medição direta no mês de outubro de 2010 e no período de março a abril de 2011, caracterizando os dias em que ocorreu escoamento superficial na bacia do Jacu, sendo 15 dias em 2010 e 105 dias em 2011, referentes ao transporte de sedimentos de fundo e suspenso, onde os dados serviram de base para o cálculo da Taxa de Entrega de Sedimentos da bacia do Jacu. A produção total de sedimentos para o ano de 2010 foi de 0,0035135 t ha^{-1} ano^{-1} e para o ano de 2011 foi de 0,009013377 t ha^{-1} ano^{-1}. Esses valores situam-se entre um padrão leve de erosão na bacia segundo a World Meteorological Organization (2003) constantes da **Tabela 1**. Em relação a erosão bruta as perdas de solo (Ps) referente a erosão em entressulcos foi de 0,317 kg m^{-2} ou 3,17 t ha^{-1}, enquanto a perda de solo (PS) referente aos diferentes níveis de vazão da erosão em sulcos foi de 2,608 kg m^{-2} ou 26 t ha^{-1}, sendo o total da erosão bruta (E) de 2,925 kg m^{-2} ou 29,25 t ha^{-1}. A taxa de entrega de sedimentos – SDR foi obtida através da média entre a taxa de entrega de sedimentos para o ano de 2010 e a taxa de entrega de sedimentos para 2011. A taxa de entrega de sedimentos de 2010 e 2011 foram respectivamente 0,00012 e 0,00030, sendo a taxa de entrega de sedimentos 2010 – 2011 de 0,00021 ou 0,021%. Esse valor apresenta-se muito baixo em comparação com a taxa de entrega de sedimentos para o ano de 2008 que foi de 0,05004 ou 5%. A taxa de entrega de sedimentos obtida a partir das equações de Maner (1958) e Vanoni (1975), que apresentaram respectivamente, os valores de 116,59072 e 0,06807. Observar-se que a equação de Manner mostrou-se bastante distante dos dados obtidos, e dessa forma parece inadequada para bacia do Jacu, enquanto a equação de Vanoni mostra-se mais promissora e adequada para avaliação da taxa de entrega de sedimentos (SDR) do riacho Jacu. A taxa de entrega 2010 – 2011 apresentou um valor baixo em relação a taxa de entrega de 2008 que foi de 5 %, isso deve-se ao período curto de precipitação ocorrido nestes anos resultando em menor número de amostragens de sedimentos que foi de 3 em 2010 – 2011, enquanto em 2008 foi de 15. Ainda são necessários mais anos de amostragem para uma melhor validação das equações de estimativa da taxa de entrega de sedimentos (SDR).

Agradecimentos

A orientação do Prof. Ramon Cantalice e toda a equipe do Laboratório de Manejo e Conservação do Solo da UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Referências

[1] WALLING, D.E. 1988. *Measuring sediment yield from river basin*. In R. Lal (ed.): Soil Erosion Research Methods, SWCSA, Ankeny, p. 39-74.

[2] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (2007). *Sistema Brasileiro de classificação de solos*. Brasília, 412p.

[3] MEYER, L.D.; HARMON, W.C. *Multiple-intensity rainfall Simulator for erosion research on row sideslopes*. Transactions of the ASAE, St. Joseph, p.100-106, 1979.

[4] BEZERRA, S.A.; CANTALICE, J.R.B. *Redução das taxas de erosão entressulcos promovida pela cobertura vegetal da cana-de-açúcar sob chuva simulada*. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa. v. 29 p. 597-607, 2006.

[5] CANTALICE, J.R.B.; CASSOL, E.A.; REICHERT, J.M. & BORGES, A.L. de O. *Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em sulcos em solo franco-argilo-arenoso*. R. Bras. Ci. Solo, 29:597-607, 2005.

[6] MANER, S.B. 1958. *Factors affecting sediment delivery rates in the Red Hills physiographic área*. Trans. of the AM. Geoph. Union 39: 669-675.

[7] VANONI, V.A., ed. 1975. *Sedimentation Engineering*, ASCE Manuals & Report on Eng. Practice No. 54.

Tabela 1. Classificação dos Níveis de Produção de Sedimentos da World Meteorological Organization (2003).

Grau	Erosão Media anual t km^{-2} ano^{-1}	Espessura de camada de solo perdida (mm/a)
Leve	< 200, 500, 1 000	< 0.15, 0.37, 0.74
Fraco	200, 500, 1 000 - 2 500	0.15, 0.37, 0.74 - 1.9
Moderado	2 500 - 5 000	1.9 - 3.7
Intenso	5 000 - 8 000	3.7 - 5.9
Muito Intenso	8 000 - 15 000	5.9 - 11.1
Severo	> 15 000	> 11.1

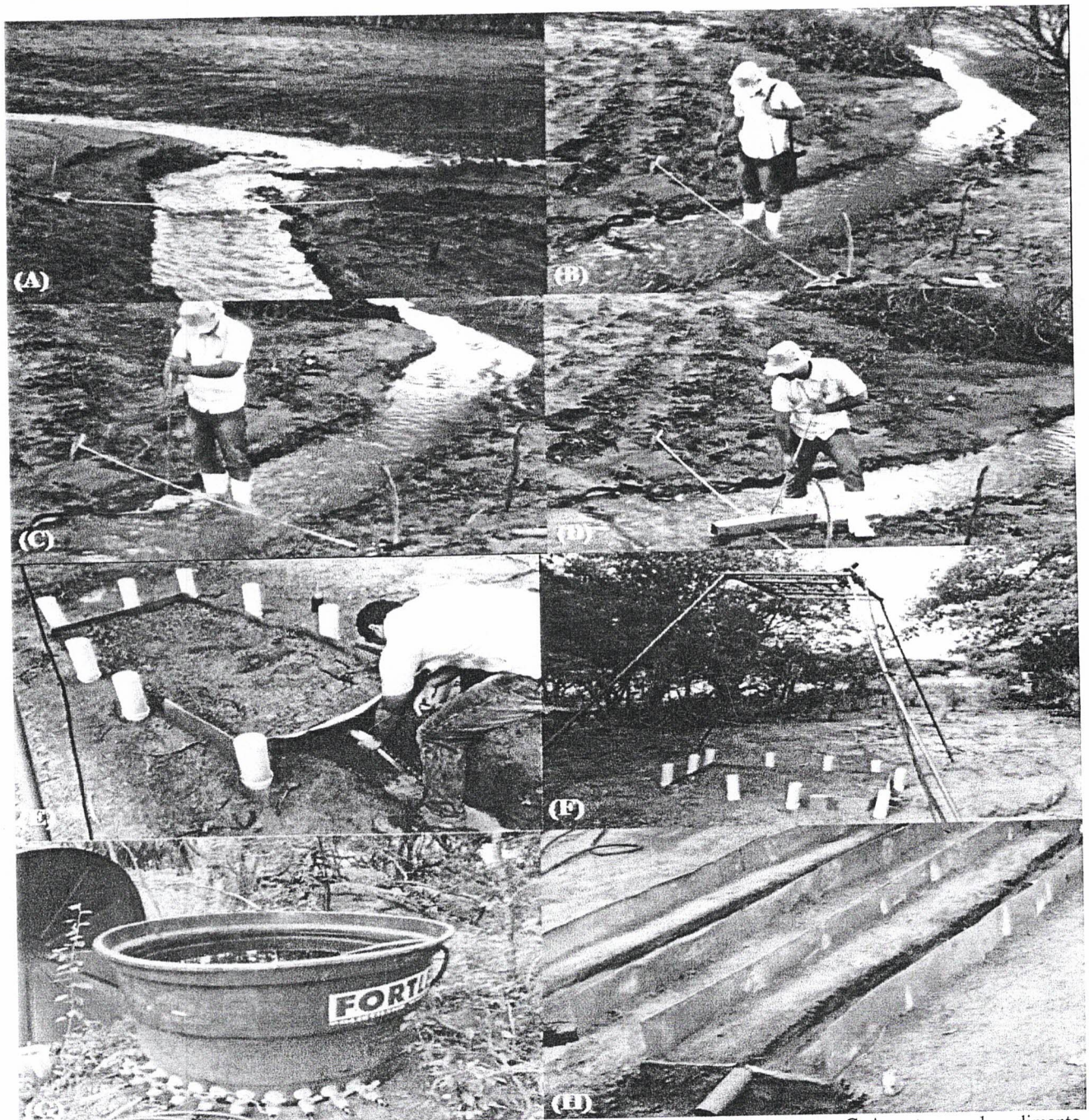


Figura 1. A. Seção transversal do riacho jacu; **B**. Determinação da velocidade média do escoamento; **C**. Amostragem de sedimento em suspensão; **D**. Amostragem de sedimento de fundo; **E**. Coleta na calha coletora da parcela experimental pela erosão em Entressulcos; **F**. Simulador de chuva; **G**. Reservatório com capacidade de 1000L; **H**. Sulco pré-formado utilizado no experimento de erosão em Sulcos.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape _____

XIX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água

29 de julho a 03 de agosto de 2012
Lages - SC

CERTIFICADO

Certificamos que **Victor Casimiro Piscoya**

apresentou o trabalho **INFLUÊNCIA DA VAZÃO NA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO DE BARRAGEM SUBTERRÂNEA LOCALIZADA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DE PERNAMBUCO**
na "*XIX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*" realizada de 29 de julho a 03 de agosto de 2012 promovida pela SBCS em Lages, SC.

Confere com o original
[redacted]
Moacyr Cunha Filho
Siape [redacted]

Co-autores: José Ramon Barros Cantalice, Moacyr Cunha Filho, Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva

[redacted]

Prof. Dr. Ildegardis Bertol
Presidente da XIX RBMCSA

SBCS

UDESC

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Epagri

XIX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água

29 de julho a 03 de agosto de 2012
Lages - SC

CERTIFICADO

Certificamos que VICTOR CASIMIRO PISCOYA

participou da *"XIX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água"* realizada de 29 de julho a 03 de agosto de 2012 promovida pela SBCS em Lages, SC.

Confere com o original
[redacted]
Moacyr Cunha Filho
Siape [redacted]

[redacted]

Prof. Dr. Ildegardis Bertol
Presidente da XIX RBMCSA

SBCS

UDESC

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Epagri

XIX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água
29 de julho a 03 de agosto de 2012
Lages - SC

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Influência da vazão na condutividade elétrica da água de irrigação de barragem subterrânea localizada na região semiárida de Pernambuco

Víctor Casimiro Piscoya[(1)]; José Ramon Barros Cantalice[(2)] Moacyr Cunha Filho[(3)] & Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva[(4)]

(1) Professor Adjunto, Depto Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE, Dom Manoel de Medeiros s/n – Dois Irmãos, CEP 52171-900, e-mail vcpiscoya@hotmail.com (apresentador); (2) Professor Associado do Dpto Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE, CEP 52171-900, e-mail cantalice21@hotmail.com; (3) Professor Adjunto, Depto Estatística e Informática, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE, CEP 52171-900, e-mail moacyr2006@ibest.com.br (4) Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo (UFRPE), Bolsista FACEPE, Recife, PE, CEP 52171-900, e-mail yuriufrpe@yahoo.com.br

RESUMO: A variabilidade da condutividade elétrica da água de irrigação em função da vazão influencia no aumento ou diminuição de produtividade de culturas agrícolas ocasionadas pela acumulação excessiva de sais. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi quantificar a variabilidade da condutividade elétrica da água de irrigação, no período de dois anos agrícolas, em função da vazão por ocasião da implantação de uma barragem subterrânea na bacia hidrográfica semiárida do riacho Jacu. A condutividade elétrica foi determinada nas amostras de água de irrigação coletadas tanto na época seca quanto na época chuvosa. Os dados de precipitação e vazão foram obtidos por meio de uma estação automática de registro de dados, constituída de um sensor de nível e vazão (Linígrafo) e de um pluviógrafo. Os níveis de vazões foram baixos desde a implantação da barragem até outubro de 2010, e elevaram-se com chuvas mais regulares do ano de 2011, determinando uma redução da condutividade elétrica. Os dados obtidos de condutividade elétrica (CE) indicam que durante o período de setembro de 2009 a maio de 2011, ocorreu variação acentuada da CE com valores entre 11,30 dS m^{-1} a 0,95 dS m^{-1}, evidenciando a influência da barragem subterrânea na condutividade elétrica.

Palavras-chave: qualidade da água de irrigação, pluviógrafo e sais solúveis.

INTRODUÇÃO

O aproveitamento de águas subterrâneas tem desempenhado um papel fundamental para o crescimento da agricultura e alimentação em muitas partes do mundo. Em regiões áridas as águas subterrâneas desempenham um papel crítico na manutenção da economia pecuária pela subsistência rural que torna possível a fixação humana no apoio como meio de subsistência das pessoas (Giordano, 2006).

As médias de precipitação e evapotranspiração no semiárido variam de 300 a 800 mm ano^{-1} e 1500 a 2000 mm ano^{-1}, respectivamente, (UNESCO, 1979). Entretanto, a escassez de água no período seco associado ao processo natural da evapotranspiração, conduz a uma baixa capacidade de diluição, podendo resultar numa deterioração extrema da qualidade da água e eliminação das comunidades biológicas naturais (Gasith & Resh, 1999).

A necessidade de estudos sobre o comportamento da dinâmica da água no solo da bacia têm se tornado cada vez mais importante no que diz respeito ao comportamento hidrológico, pois, as mesmas funcionam como reservatório natural de águas para as plantas e atuam também como agente regulador do escoamento superficial e sub-superficial (Coelho Netto, 1994).

A intensidade da acumulação de sais no solo depende da qualidade da água, do manejo de irrigação e da eficiência de drenagem. Para se evitar as perdas de rendimento das culturas ocasionadas pela acumulação excessiva de sais, estes devem ser mantidos numa concentração inferior aquela que afetaria seus rendimentos (Ayers & Westcot, 1999).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi quantificar a variabilidade da condutividade elétrica (CE) da água de irrigação, no período de dois anos agrícolas, em função da vazão por ocasião da implantação de uma barragem subterrânea na bacia hidrográfica semiárida do riacho Jacu.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na bacia hidrográfica do riacho Jacu, região do alto Sertão do Pajeú, ambiente semiárido do Estado de Pernambuco, entre as cidades de Serra Talhada e

Floresta (Fig. 1). O clima da região de acordo com a classificação de Köppen enquadra-se no tipo Bwh, denominado semiárido, quente e seco, com chuvas de verão-outono, com pluviosidade média anual para o período de 1912 a 1991 de 647 mm ano^{-1}, de acordo com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990) e temperatura anual superior a 25 °C. A precipitação pluvial durante o período das atividades encontra-se na (Fig. 2).

Na área da bacia hidrográfica semiárida do riacho Jacu predominam Neossolos Flúvicos, principalmente na área da bacia e Neossolos Litólicos nas partes de seus limites geográficos onde se mantém preservada a caatinga hiperxerófila arbórea arbustiva nativa, formando uma faixa que contorna em alguns pontos a área da bacia, de acordo com a descrição da EMBRAPA (2006).

Na ocasião da construção da barragem, foi aproveitado um poço amazonas que já existia na área para função de drenagem do excesso de sais na época das cheias, quando necessário.

A condutividade elétrica foi determinada com o auxilio de um condutivímetro em laboratório para o qual foram coletadas sete amostras em potes de 500 mL); distribuídas em três anos, sendo a primeira realizada no poço amazonas por ocasião da implantação da barragem subterrânea em dezembro/2009. Como no ano de 2010 as maiores precipitações pluviais ocorreram no mês de outubro, a segunda e terceira amostragem foram realizadas em janeiro e dezembro de 2010. No ano de 2011, com um período de distribuição melhor das chuvas, as coletas foram realizadas em março, abril e maio de 2011, finalizando com a coleta de uma amostra em fevereiro/2012.

Os dados de precipitação (mm) e vazão (m^3 s^{-1}) foram obtidos por meio da estação automática de registro de dados constituída de um sensor de nível e vazão (Linígrafo), o qual tem um sensor colocado no leito do riacho em sua seção de controle, para conhecimento dos regimes de nível e vazão, e de um pluviógrafo para registro de valores de precipitação e de sua duração. Os dados obtidos foram registrados automaticamente em Data Logger (modelo SL2000MIM) que também compõe a estação e que foi alimentado eletricamente por uma célula fotoelétrica e bateria auxiliar de 12 volts. O data logger foi calibrado a partir da curva-chave (vazão – altura da lâmina) do Jacu, a qual foi levantada por meio de 36 campanhas de medições diretas na seção transversal do riacho Jacu e a velocidade média do escoamento de cada seção vertical (m s^{-1}) por meio de micromolinete fluviométrico e altura da lâmina de escoamento.

Foi realizada análise de regressão entre a condutividade elétrica da água da barragem subterrânea e os valores de Vazão ao longo das estações anuais, utilizando-se o software Curve Expert 1.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 3 observa-se o comportamento dinâmico da condutividade elétrica da água da barragem subterrânea do riacho Jacu em função das precipitações, que produziram as vazões observadas, desde setembro de 2009 a maio de 2011. Inicialmente, observam-se valores em níveis altos da condutividade elétrica e que permaneceram em níveis altos por quase todo ano de 2010 em função das baixas precipitações, diminuindo apenas em outubro de 2010 quando ocorreram chuvas mais expressivas. Os níveis de vazões foram baixos desde a implantação da barragem até outubro de 2010, e elevaram-se com chuvas mais regulares do ano de 2011, determinando a redução da condutividade elétrica (CE).

Os dados obtidos de condutividade elétrica (CE) indicam que durante o período de setembro de 2009 a maio de 2011, ocorreu variação acentuada da CE com valores entre 11,30 dS m^{-1} (período seco) e 0,95 dS m^{-1} (período chuvoso), amostragem realizada no poço amazonas quando da implantação da barragem e amostragem realizada em maio de 2011, respectivamente. A elevada CE de 11,30 dS m^{-1} foi obtida devido à instalação da barragem que concentrou a água e os sais do lençol freático nesse septo devido ao carreamento de sais presentes no solo confinado entre o talvegue do riacho e a camada de impedimento do fundo do septo. Obviamente esse efeito foi otimizado pela condição natural do semiárido de baixas precipitações pluviais que são superadas em volume pela evapotranspiração, o que favorece a acumulação dos sais no perfil e na superfície do solo (Hanson et al., 1993; Holanda & Amorim, 1997; Ferreira, 2002; Santos, 2009).

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

CONCLUSÕES

1. No ato da implantação da barragem subterrânea em período seco ocorreu a concentração dos sais na água de irrigação pela convergência forçada do lençol freático no barramento que, no entanto, com as subsequentes estações de chuvas sofreu redução da condutividade elétrica da água de irrigação (CE).

REFERÊNCIAS

AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. trad. GHEYI, H.R et al., Campina Grande: UFPB,153 p. 1999 (estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

COELHO NETTO, A. L. HIDROLOGIA DE ENCOSTA NA INTERFACE COM A GEOMORFOLOGIA. GEOMORFOLOGIA: UMA ATUALIZAÇÃO DE BASES E CONCEITOS. 1994, P.93-148.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 2. ED. RIO DE JANEIRO, 2006. 306P.

FERREIRA, P. A. QUALIDADE DE ÁGUA E MANEJO ÁGUA-PLANTA EM SOLOS SALINOS. BRASÍLIA: ABEAS, VIÇOSA: UFV, 2002. 141P. CURSO DE ENGENHARIA E MANEJO DE IRRIGAÇÃO.

GASITH, A. & RESH, V. H. Streams in the Mediterranean climate regions: Abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. Ann. Rev.Ecol.Syst, 30: 51- 81.1999.

GIORDANO, M. Agricultural groundwater use and rural livelihoods in sub-Saharan Africa: A first-cut assessment. Hydrogeology Journal, 14: 310–318. 2006.

HANSON, B; GRATTAN. S. R; FULTON, A. Agricultural Salinity and drainage: A handbook for water managers. Water Management. University of California Irrigation Program, University OF California, 1993. Disponível na internet http://energy.ca.gov/agprogram/aeaptext/bubs/salinity.htm.

HOLANDA, J. S. & AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26. Campina Grande, 1997. 33 p.

SANTOS, M. O; FREITAS, I. M. de; BRITTO, L. T. DOS ANJOS. J.B. Barragem subterrânea: água para uso na agricultura. Niterói: SEAPPA, Programa Rio Rural, 14 p. 2009. (Manual Técnico, 17).

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Dados pluviométricos mensais do Nordeste. Recife: SUDENE, 1990.

UNESCO. Aridity definition. (UN Documents). United Nations Educational, Scientifica and Cultural Oraganization, NewYork. 1979. Disponível em: < http://www.unesco.org/new/en/unesco/resources/publication/ >

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

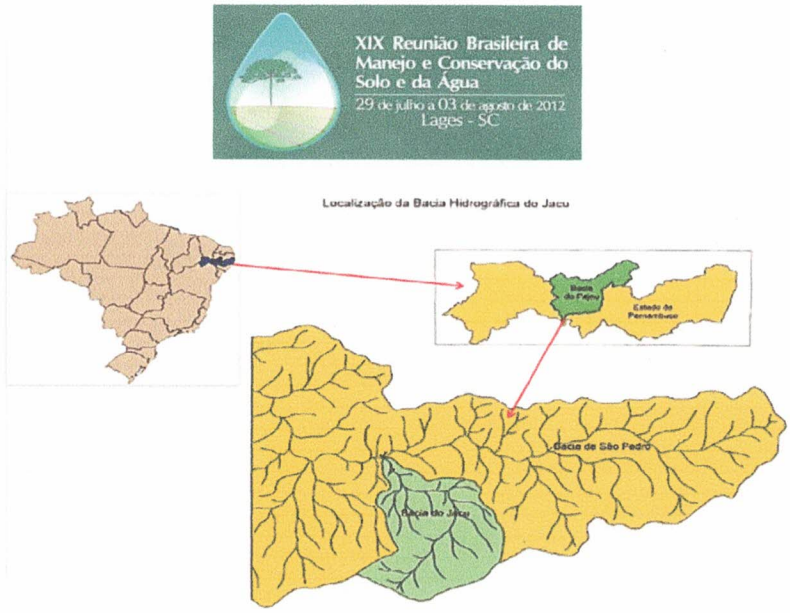


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do riacho Jacu inserida na bacia do Pajeú.

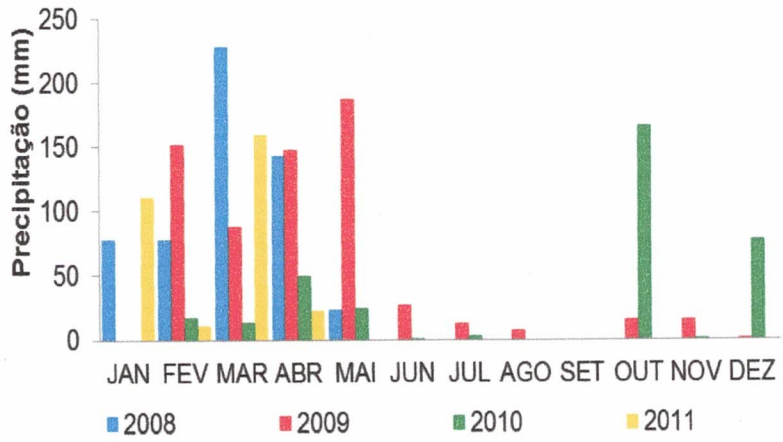


Figura 2. Distribuição quinzenal das chuvas na bacia hidrográfica riacho do Jacu, referente ao período compreendido entre os anos de 2008 a 2011.

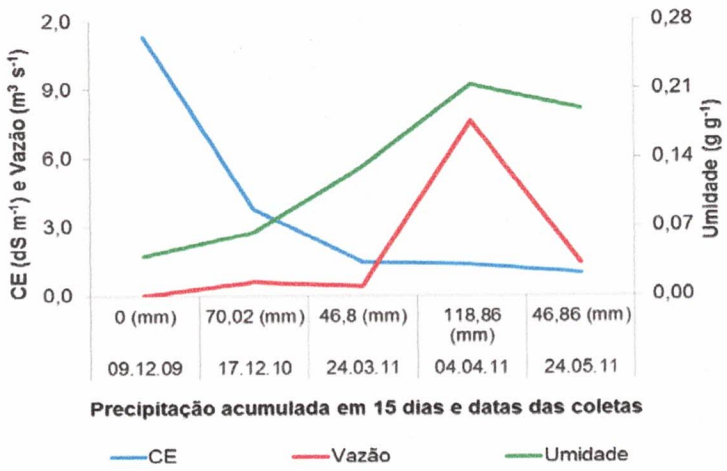
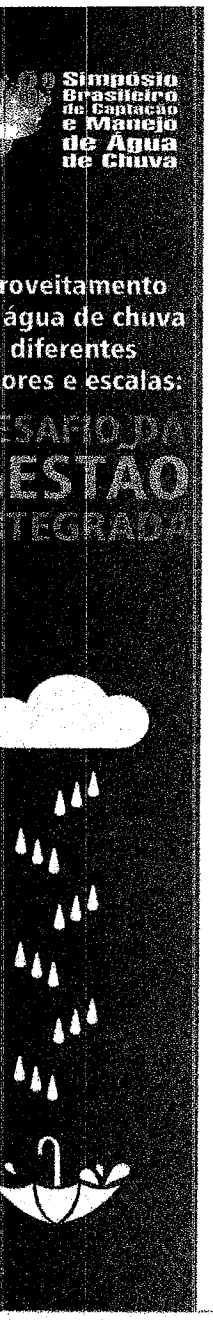


Figura 3. Valores da CE, Vazão e Umidade do solo em função da precipitação acumulada em 15 dias.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape



CERTIFICADO

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva

Certificamos para os devidos fins que **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** participou do **8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva**, sobre o tema central **Desafios da gestão integrada** realizado entre 14 e 17 de agosto de 2012 no auditório da Federação das Indústrias do Estado da Paraíba.

Campina Grande, 17 de agosto de 2012

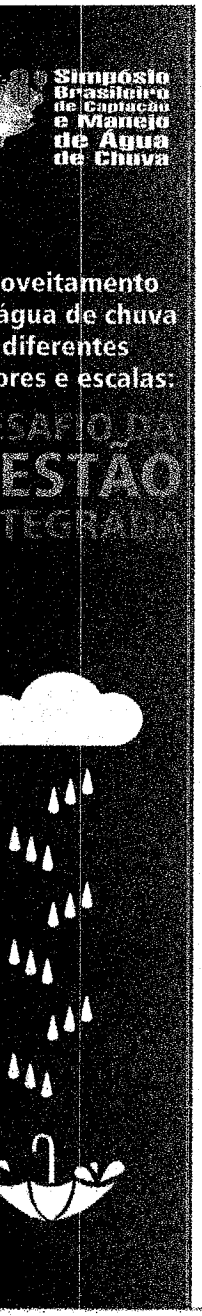
Johann Gnadlinger
Representante ABCMAC

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Salomão de Sousa Medeiros
Presidente da Comissão Organizadora

Organização

Apoio



CERTIFICADO

SESSÃO PÔSTER

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva

Certificamos para os devidos fins que **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** apresentou o trabalho intitulado IMPLANTACÃO DE BARRAGEM SUBTERRÂNEA E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA SEMIÁRIDA DO RIACHO JACU, SERRA TALHADA-PE, durante o **8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva**, sobre o tema central **Desafio da gestão integrada** realizado entre 14 e 17 de agosto de 2012 no auditório da Federação das Indústrias do Estado da Paraíba.

Campina Grande, 17 de agosto de 2012

Johann Gnadlinger
Representante ABCMAC

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

Salomão de Sousa Medeiros
Presidente da Comissão Organizadora

Organização

Apoio

57ª Reunião Anual da RBras

Certificamos que

Moacyr Cunha Filho

Apresentou trabalho intitulado "Modelo de Distribuição dos Dados Hidrossedimentométricos da Bacia Hidrográfica do Riacho Exu no Semiárido Pernambucano (UFRPE/FUNDAJ)", de autoria conjunta com Milton Perceus Santos de Melo, Victor Casimiro Piscoya e José Ramon Barros Cantalice na 57ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBras) realizada na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, no período de 05 a 09 de maio de 2012.

Piracicaba, 09 de maio de 2012

Clarice Garcia Borges Demétrio
Presidente da IBS
Coordenação da 57ª RBras

Joel Augusto Muniz
Coordenação da 57ª RBras

Roseli Aparecida Leandro
Presidente da RBras
Coordenação da 57ª RBras

Taciana Villela Savian
Coordenação da 57ª RBras

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

XENES

ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS

X ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS

DE 03 A 07 DE DEZEMBRO DE 2012

CERTIFICADO

Certificamos que, **YURI JACQUES AGRA BEZERRA DA SILVA; JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE; CINTHIA MARIA CORDEIRO ATANÁZIO CRUZ; WAGNER LUÍS DA SILVA SOUZA; DOUGLAS MONTEIRO CAVALCANTE & VICTOR CASIMIRO PISCOYA** apresentou o artigo científico intitulado "**MULTIVARIATE ANALYSIS OF SEDIMENT TRANSPORT IN CAPIBARIBE RIVER**" no X Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, realizado pela Associação Brasileira de Recursos Hídricos e Universidade Tecnológica Federal do Paraná entre os dias 03 e 07 de dezembro de 2012.

Foz do Iguaçu, 07 de dezembro de 2012.

Dr. Cristiano Poleto
Organizador do X ENES

Confere com o original
Moacyr Quinha Filho
Siape

Dr. Vladimir Caramori de Souza
Diretor de Eventos da ABRH

ORGANIZAÇÃO

ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos

UTFPR

UNILA Universidade Federal da Integração Latino-Americana

APOIO

GPS2 Grupo de Pesquisas em Sistemas Sustentáveis

FPTI Fundação Parque Tecnológico Itaipu

PATROCÍNIO

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CAPES

Fundação Araucária Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná

Paraná Governo do Estado Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

Itaipu Binacional

hobeco www.hobeco.net

SantoAntônio Energia

Universidade Federal Rural de Pernambuco

XII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
26 a 30 de novembro de 2012
Recife-Garanhuns-Serra Talhada (PE)

XII CONID

XXII CIC

XIII SIMPÓS

XII CONEX

X EPET

Certificamos que **PRISCILA SOUZA ALVES** apresentou o trabalho **"DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO SEDIMENTOS ATRAVÉS DO "BED LOAD HAND" NO RIACHO EXU/SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO"** de aut de PRISCILA SOUZA ALVES, MOACYR CUNHA FILHO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, JOSÉ RAMON BARF CANTALICE, ANA CLARA PAIXÃO CAMPOS, na sessão de **comunicação pôster** durante a **XII JORNADA ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2012)** realizada no período de 26 a 30 de novembr 2012.

Recife, 30 de novembro de 2012.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Mônica Maria Lins Santiago
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. José Carlos Batista Dubeux Júnior
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

CNPq

FINEP

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

Ministério da Educação
Ministério da Ciência e Tecnologia

Universidade Federal Rural de Pernambuco

XII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
26 a 30 de novembro de 2012
Recife-Garanhuns-Serra Talhada (PE)

XII CONID

XXII CIC

XIII SIMPÓS

XII CONEX

X EPET

Certificamos que **ISYS PRYSCILLA DE ALBUQUERQUE LIMA** apresentou o trabalho **"REGRESSÃO LOGÍSTICA EM UM ESTUDO DE CASO DA MORTALIDADE DE IDOSOS NECROPSIADOS NA CIDADE DO RECIFE"** de autoria de ISYS PRYSCILLA DE ALBUQUERQUE LIMA, MARIA CRISTINA FALCÃO RAPOSO, GEORGE TADEU NUNES DINIZ, MOACYR CUNHA FILHO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, DAVID VENANCIO DA CRUZ, na sessão de **comunicação pôster** durante a **XII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2012)** realizada no período de 26 a 30 de novembro de 2012.

Recife, 30 de novembro de 2012.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Mônica Maria Lins Santiago
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. José Carlos Batista Dubeux Júnior
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

FINEP

CNPq

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

Ministério da Educação
Ministério da Ciência e Tecnologia

GOVERNO FEDERAL BRASIL PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Universidade Federal Rural de Pernambuco

XII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
26 a 30 de novembro de 2012
Recife-Garanhuns-Serra Talhada (PE)

Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFRPE 100 anos
1912 • 2012

Certificamos que **PRISCILA SOUZA ALVES** apresentou o trabalho **"TAXA DE ENTREGA DE SEDIMENTOS DE UMA TÍPICA BACIA SEMIÁRIDA PERNAMBUCANA"** de autoria de PRISCILA SOUZA ALVES, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE, MOACYR CUNHA FILHO, DOUGLAS MONTEIRO, SÉRGIO MONTHEZUMA SANTOIANNI GUERRA, VICENTE DE PAULA SILVA, na sessão de **comunicação pôster** durante a **XII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2012)** realizada no período de 26 a 30 de novembro de 2012.

Recife, 30 de novembro de 2012.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siap

Profa. Mônica Maria Lins Santiago
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Prof. José Carlos Batista Dubeux Júnior
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

CNPq
FINEP
FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco
Ministério da Educação
Ministério da Ciência e Tecnologia
GOVERNO FEDERAL BRASIL PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Universidade Federal Rural de Pernambuco

XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
09 a 13 de dezembro de 2013
Recife-Garanhuns-Serra Talhada (PE)

UFRPE

XIII CONID

XXIII CIC

XIV SIMPÓS

XIII CONEX

XII CONEX

III CITI

Certificamos que **KAREN FERNANDA RODRIGUES NEVES BELTRÁN** apresentou o trabalho **"CARCTERIZAÇÃO PRELIMINAR DE VOÇOROCA LOCALIZADA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO EXU, SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO"** de autoria de KAREN FERNANDA RODRIGUES NEVES BELTRÁN, CINTHIA MARIA CORDEIRO ATANÁZIO CRUZ, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, SÉRGIO MONTHEZUMA SANTOIANNI GUERRA, MOACYR CUNHA FILHO, JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE, CÍCERO GOMES, na sessão de **comunicação pôster** durante a **XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2013)** realizada no período de 09 a 13 de dezembro de 2013, em Recife/Garanhuns/Serra Talhada - Pernambuco.

Pernambuco, 13 de dezembro de 2013.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Mônica Maria Lins Santiago
Pró-Reitora de Ensino e Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

CAPES

CNPq

FINEP

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

Ministério da Ciência e Tecnologia

GOVERNO FEDERAL BRASIL PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Universidade Federal Rural de Pernambuco

XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
09 a 13 de dezembro de 2013
Recife-Garanhuns-Serra Talhada (PE)

UFRPE

XIII CONID

XXIII CIC

XIV SIMPÓS

XIII CONEX

XII CONEX

III CITI

Certificamos que **KARLA PRISCILA SCHREIBER** apresentou o trabalho "**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA PRELIMINAR DE VOÇOROCA EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO**" de autoria de KARLA PRISCILA SCHREIBER, MOACYR CUNHA FILHO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE, KAMILA ALVES PEREIRA, JÚLLIO VICTOR PEDROSA DE ALMEIDA, na sessão de **comunicação pôster** durante a **XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2013)** realizada no período de 09 a 13 de dezembro de 2013, em Recife/Garanhuns/Serra Talhada - Pernambuco.

Pernambuco, 13 de dezembro de 2013.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Mônica Maria Lins Santiago
Pró-Reitora de Ensino e Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

CAPES

CNPq

FINEP

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

Ministério da Ciência e Tecnologia

GOVERNO FEDERAL BRASIL PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA



Certificado

XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO
28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

Certificamos que

VICTOR CASIMIRO PISCOYA

apresentou na forma de PÔSTER o trabalho intitulado **HIDRÁULICA DO ESCOAMENTO E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM ENTRESSULCOS E EM SULCOS EM CAMBISSOLO HÁPLICO AMBIENTE SEMIÁRIDO** no XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado entre os dias 28 de julho e 2 de agosto de 2013, em Florianópolis, SC, tendo como autor(es) '.VICTOR CASIMIRO PISCOYA; JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE; MOACYR CUNHA FILHO; YURI JACQUES AGRA BEZERRA DA SILVA; SÉRGIO MONTHEZUMA SANTOIANNI GUERRA; MANOEL VIEIRA DE FRANÇA.'

Florianópolis, 02 de agosto de 2013

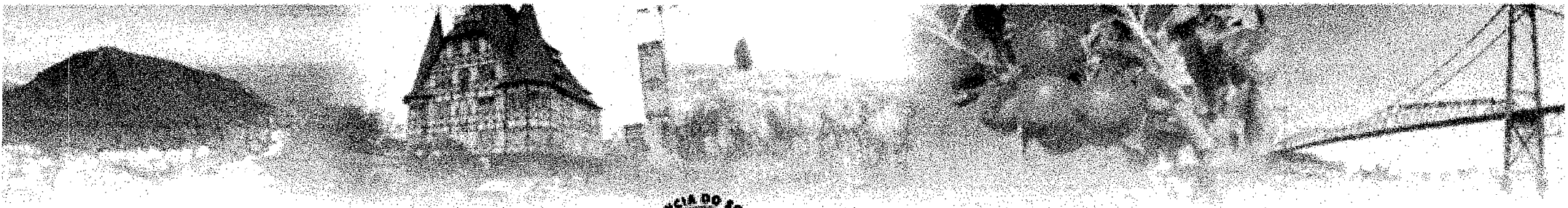
Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Ivan Luiz Zilli Bacic
Presidente do XXXIV CBCS

Gonçalo Signorelli de Farias
Presidente da SBCS

Luiz Ademir Hessmann
Presidente da Epagri



Certificado

XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO
28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

Certificamos que

VICTOR CASIMIRO PISCOYA

participou do XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado de 28 de julho a 02 de agosto de 2013 em Florianópolis/SC.

Florianópolis, 02 de agosto de 2013

Confere com o original

Moacyr Gunha Filho
Siape

Ivan Luiz Zilli Bacic
Presidente do XXXIV CBCS

Gonçalo Signorelli de Farias
Presidente da SBCS

Luiz Ademir Hetsmann
Presidente da Epagri

14º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL
01 a 06 de dezembro de 2013 - Rio de Janeiro - RJ

14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

CERTIFICADO

A Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental – ABGE certifica que

Vitor Casimiro Piscoya

apresentou no **14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental**, realizado de 01 a 06 de dezembro de 2013, no Rio de Janeiro - RJ, o trabalho **"PROPOSTAS DE AÇÕES PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE BIOTÉCNICAS NA PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO DE TALUDES EM ATERRO SANITÁRIO URBANO"**, PAP014231, de autoria de:

Clodomir Barros Pereira Júnior, Vicente De Paula Silva, Marcus Metri Correa, Romildo Morant De Holanda, Vitor Casimiro Piscoya, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Valmir Cristiano Marques De Arruda, Suélica Mônica da Silva Lima, Natércia Maria Correia de Araújo.

Rio de Janeiro, 06 de dezembro de 2013

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

João Jerônimo Monticelli
Presidente da ABGE

Emílio Velloso Barroso
Coordenador da Comissão Técnico-Científica do 14º CBGE

Thales de Queiroz Sampaio
Presidente da Comissão Organizadora do 14º CBGE

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas

Feira de Informações em Agropecuária e Conhecimentos Gerais

Certificado

Certificamos que o trabalho

Avaliação da perda do solo e água em diferentes declividades e cobertura vegetal sob condições de chuva natural

de autoria de

Débora Alves do Amaral, Dandara Costa França, Vicente de Paula Silva, Vitor Casimiro Pyscoia, Vicente de Paula Silva

foi apresentado na XXVIII Feira de Informações em Agropecuária e Conhecimentos Gerais (FIA): *Na Natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma* , realizado no período de 17 a 19 de abril de 2013.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Diretor Geral CODAI/UFRPE
SIAPE: 0384614

Suely A. de Lima Agra
Vice - Diretoria/CODAI-UFRPE
Mat. SIAPE 1310724

São Lourenço da Mata — 2013

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ–REITORIA DE ATIVIDADES DE EXTENSÃO

CERTIFICADO

Certificamos que ***VICTOR CASIMIRO PISCOYA***

Participou da Ação de Extensão ***"Seminário em comemoração ao Dia Nacional da Conservação do Solo e aos 40 anos da Embrapa: manejo conservacionista do solo em bacias hidrográficas no contexto das mudanças climáticas ".***

Na qualidade de **Ouvinte**

Sob a coordenação dos Professores/Pesquisadores: **José Ramon Barros Cantalice, André Julio do Amaral, Maria Sonia Lopes da Silva, Izabel Cristina de Luna Galindo** e com a Supervisão desta Pró–Reitoria de Atividades de Extensão.

Confere com o original

Realizado no Salão Nobre/UFRPE.

Moacyr Cunha Filho
Siape

No dia 16 de Abril de 2013.

Recife, 16/04/2013.

Coordenador (a) de Educação Continuada

Prof. João Morais de Sousa
Coordenador de Educação Continuada
PRAE/UFRPE

Pró–Reitor de Atividades de Extensão da UFRPE

Prof. Deisom Lamarque
Pró-Reitor da Extensão
UFRPE

Pró- Reitoria de Extensão - UFRPE
COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Nº de Ordem:
Livro n Reg. às fls.
Em. 10 / 04 / 2013

Palestras Realizadas Durante o *Seminário em comemoração ao Dia Nacional da Conservação do Solo e aos 40 anos da Embrapa: manejo conservacionista do solo em bacias hidrográficas no contexto das mudanças climáticas.*

❖ Palestra de Abertura – Perspectivas e desafios para o manejo conservacionista do solo em Bacias Hidrográficas no contexto das mudanças climáticas — Carga horária 01 (uma) hora

❖ Mesa Redonda: Agricultura conservacionista no contexto de mudanças climáticas — Carga horária 01(uma) hora

Palestra I – Manejo conservacionista do solo no geoambiente dos Tabuleiros Costeiros

Palestra II – Manejo conservacionista de solos arenosos

Palestra III – Resultados de pesquisa em manejo e conservação do solo no Agreste e Sertão de Pernambuco — Carga horária 02(duas) horas

❖ Palestra – Experiência norte americana no manejo conservacionista de solo com ênfase em Ecohidrologia — Carga horária 02(duas) horas

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Carga horária total: 06 (seis) horas.

XVII SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO
SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL

CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO

Certificamos que o Sr. (a) ***VICTOR CASIMIRO PISCOYA***

participou do ***XVII Seminário de Atualização de Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal,*** *realizado nos dias 19 e 20 de Maio de 2014, na cidade de Campinas - São Paulo.*

Dr. Jorge Roberto Malinovski

Confere com o original

Siape

Campinas, 20 de Maio de 2014

Organização:

Malinovski Florestal

XVII SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO
SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL

PROGRAMAÇÃO

Horário	18/05 - DOMINGO
16:00 - 19:00	Credenciamento - Entrega de Material

19/05 - SEGUNDA-FEIRA

BLOCO 1 - GESTÃO DE PESSOAS

Horário	Moderadora: Daviane Chemin - Executiva de Recursos Humanos do Sistema FIEP e Presidente da ABRH-PR
08:30 - 09:00	Lideranças com os RH's em um Tempo de Grandes Transformações: A Grande Oportunidade Palestrante: Yoshio Kawakami (UEXP/ PAIZ/ YOSKAW/ SAE)
09:00 - 09:30	A Principal Tecnologia: Os Diferenciais Humanos nos Negócios Palestrante: Leyla Nascimento - Presidente da ABRH-Nacional
09:30 - 10:00	INTERVALO
10:00 - 10:30	Gestão Mediada - A Gestão Baseada nos Princípios da Aprendizagem Mediada Palestrante: David Sasson - Diretor da INsights - Reflective Thinking Systems - Israel
10:30 - 11:30	Painel: Construindo um Futuro de Resultados pelo Caminho da Educação, Experiência e Conexões Globais Painelistas: Marco Antonio de Areias Secco (Diretor Regional do Senai-PR), Osvaldo Fernandes (Diretor Ibaiti Soluções Florestais), Julia Ruback (Gerente de RH da Suzano)
11:30 - 12:00	Discussão

19/05 - SEGUNDA-FEIRA

BLOCO 2 - LOGÍSTICA EM OPERAÇÕES FLORESTAIS

Horário	Moderador: Luiz Calvo Ramires Junior - Presidente da Câmara Setorial de Silvicultura do MAPA
14:00 - 14:30	Sistemas de Controle e Logístico de Frota de Caminhões Florestais Palestrante: José Artemio Totti - Diretor Florestal da Klabin
14:30 - 15:00	Sistemas Modernos de Controle Logisitico Operecional Palestrante: Prof. Dr. Dirk Jaeger e Prof. Dr. Dr. h.c Gero Becker - Faculdade para Meio Ambiente e Recursos Naturais - Freiburg (BR - Alemanha
15:00 - 15:30	INTERVALO
15:30 - 16:00	Desafios e Oportunidades para o Transporte de Madeira Palestrante: Germano Aguiar Vieira - Diretor Florestal da Eldorado
16:00 - 16:30	Gestão de Contratos na Cadeia de Suprimento Florestal Palestrante: Mario Nelson Marques Cardoso - Gerente de Suprimentos e Logística da Veracel Celulose
16:30 - 17:00	Eficiência Logística na Cadeia do Gusa a Biorredutor Palestrante: Douglas Seibert Lazaretti - Gerente Florestal da Gerdau em Minas Gerais
17:00 - 17:30	Discussão

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

XVII SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO
SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL

PROGRAMAÇÃO

DIA 20/05 - TERÇA-FEIRA

BLOCO 3 - NOVAS TECNOLOGIAS

Horário	Moderador: Roosevelt de Paula Almado - Gerente de PF e Meio Ambiente da ArcelorMittal Bioflorestas
08:30 - 09:00	Colheita em Regiões Acidentadas com Equipamentos de Alta Performance Palestrante: Deuseles João Firme - Gerente do Dept. de Operações Florestais da Cenibra
09:00 - 09:30	Sistemas de Controle de Máquinas e Equipamentos Florestais Palestrante: José Ricardo Paraíso Ferraz - Diretor Florestal da Duratex
09:30 - 10:00	INTERVALO
10:00 - 10:30	Os Desafios do Transporte de Madeira no Brasil Palestrante: Adriano Thiele - Diretor Executivo da JSL S/A
10:30 - 11:00	Utilização de Biomassa Residual e Tocos para Produção de Energia Palestrante: Adriano Almeida - Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento da International Paper
11:00 - 11:30	Produção de Carvão Através do Uso de Madeira Estratificada por Diâmetro Palestrante: Edimar de Melo Cardoso - Gerente Executivo de Colheita Florestal e Transporte de Madeira da Aperam Bioenergia
11:30 - 12:00	Discussão

DIA 20/05 - TERÇA-FEIRA
BLOCO 4 - CADEIA PRODUTIVA DA MADEIRA
O BLOCO 4 SERÁ COMUM COM O 3º ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA

Horário	Moderador: Maurício Antônio Lopes - Presidente da Embrapa
14:00 - 14:30	Silvicultura, Mercados e Qualidade da Madeira Palestrante: Armando Glacomet - Diretor da Braslumber/ Braspine
14:30 - 15:00	Desafios da Silvicultura e Colheita para Áreas Fomentadas Palestrante: Rodrigo Zagonel - Gerente de Silvicultura e Viveiro ES/BA da Fibria
15:00 - 15:30	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Cadeia Produtiva da Madeira Palestrante: Vanderley Porfírio-da-Silva - Pesquisador da Embrapa Florestas
15:30 - 16:00	INTERVALO
	Formação de Clusters para o Desenvolvimento de Regiões Madeireiras Palestrante: Manoel Moreira - Diretor Executivo da Agência da Madeira
	Florestas Plantadas no Brasil: Atualização na Legislação e Estímulos Governamentais Palestrante: Fernando Castanheira - Subsecretário de Desenvolvimento Sustentável da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
17:00 - 17:30	Discussão
17:30 - 18:15	PALESTRA DE ENCERRAMENTO Tendências e Perspectivas para o Setor de Florestas Plantadas no Brasil Palestrante: Carlos Augusto Lira Aguiar - Pres. do Conselho Deliberativo da Ibá

JEPEX 2014

CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA ENFRENTAMENTO DE PROBLEMAS GLOBAIS

Universidade Federal Rural de Pernambuco
XIV Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

Certificado

Certificamos que **CINTHIA MARIA CORDEIRO ATANAZIO CRUZ SILVA** apresentou o trabalho **"AVALIAÇÃO DE CURVA-CHAVE (ALTURA DA LÂMINA DE ESCOAMENTO X VAZÃO) E CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA"** de autoria de CINTHIA MARIA CORDEIRO ATANAZIO CRUZ SILVA, YURE JACQUES AGRA BEZERRA DA SILVA, SÉRGIO MONTHEZUMA SANTOIANNI GUERRA, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, MOACYR CUNHA FILHO, CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, JOSE RAMON BARROS CANTALICE, na sessão de **comunicação pôster** durante a **XIV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2014)** realizada no período de 17 a 21 de novembro de 2014, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 21 de novembro de 2014.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria Angela Vasconcelos de Almeida
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Atividades de Extensão

Prof. José Vitor Moreira Lima Filho
Presidente da XIV JEPEX

Prof. Severino Mendes Azevêdo Júnior
Pró-Reitor de Gestão Estudantil

Realização:
Pró-Reitoria de Ensino de Graduação PREG
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação PRPPG
Pró-Reitoria de Atividades de Extensão PRAE
Pró-Reitoria de Gestão Estudantil PROGEST

Organização:

Apoio:

CAPES

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

JEPEX 2014

CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA ENFRENTAMENTO DE PROBLEMAS GLOBAIS

Universidade Federal Rural de Pernambuco
XIV Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

Certificado

Certificamos que **WALDEMIR PEREIRA DE SOUZA** apresentou o trabalho "**LEVANTAMENTO PRELIMINAR DE ESPÉCIES POTENCIAIS PARA REPOSIÇÃO DE FAIXA CILIAR NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO**" de autoria de WALDEMIR PEREIRA DE SOUZA, CRISTINA SANTOS RIBEIRO MARTINS, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação pôster** durante a **XIV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2014)** realizada no período de 17 a 21 de novembro de 2014, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 21 de novembro de 2014.

Confere com o original

Siape

Profa. Maria Angela Vasconcelos de Almeida
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Atividades de Extensão

Prof. José Vitor Moreira Lima Filho
Presidente da XIV JEPEX

Prof. Severino Mendes Azevêdo Júnior
Pró-Reitor de Gestão Estudantil

Realização:
Pró-Reitoria de Ensino de Graduação PREG
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação PRPPG
Pró-Reitoria de Atividades de Extensão PRAE
Pró-Reitoria de Gestão Estudantil PROGEST

Organização:

Apoio:

CAPES

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

JEPEX 2014

CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA ENFRENTAMENTO DE PROBLEMAS GLOBAIS

Universidade Federal Rural de Pernambuco
XIV Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

Certificado

Certificamos que **WALDEMIR PEREIRA DE SOUZA** apresentou o trabalho **"ESPÉCIES DE MYXOMYCETES SUCULENTÍCOLAS OCORRENTES EM REGIÃO DO AGRESTE PARAIBANO."** de autoria de WALDEMIR PEREIRA DE SOUZA, CRISTINA SANTOS RIBEIRO MARTINS, VICTHOR ALEXANDRE RODRIGUES DE CARVALHO MAIA, ALEXANDRE SERAFIM MOURA, LAISE DE HOLANDA CAVALCANTE, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação pôster** durante a **XIV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2014)** realizada no período de 17 a 21 de novembro de 2014, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 21 de novembro de 2014.

Confere com o original

Siape

Profa. Maria Angela Vasconcelos de Almeida
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Atividades de Extensão

Prof. José Vitor Moreira Lima Filho
Presidente da XIV JEPEX

Prof. Severino Mendes Azevêdo Júnior
Pró-Reitor de Gestão Estudantil

Realização:
Pró-Reitoria de Ensino de Graduação PREG
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação PRPPG
Pró-Reitoria de Atividades de Extensão PRAE
Pró-Reitoria de Gestão Estudantil PROGEST

Organização:

Apoio:

CAPES

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

JEPEX 2014

CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA ENFRENTAMENTO DE PROBLEMAS GLOBAIS

Universidade Federal Rural de Pernambuco
XIV Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

Certificado

Certificamos que **WALDEMIR PEREIRA DE SOUZA** apresentou o trabalho **"LEVANTAMENTO DE DOENÇAS FUNGICAS EM FOLHAGEM DE MUDAS FLORESTAIS PRODUZIDAS NO JARDIM BOTÂNICO DO RECIFE"** de autoria de CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, WALDEMIR PEREIRA DE SOUZA, CECILIA LIRA MELO DE OLIVEIRA SANTOS, CINTHIA MARIA CORDEIRO ATANAZIO CRUZ SILVA, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação pôster** durante a **XIV JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2014)** realizada no período de 17 a 21 de novembro de 2014, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 21 de novembro de 2014.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria Angela Vasconcelos de Almeida
Pró-Reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Atividades de Extensão

Prof. José Vitor Moreira Lima Filho
Presidente da XIV JEPEX

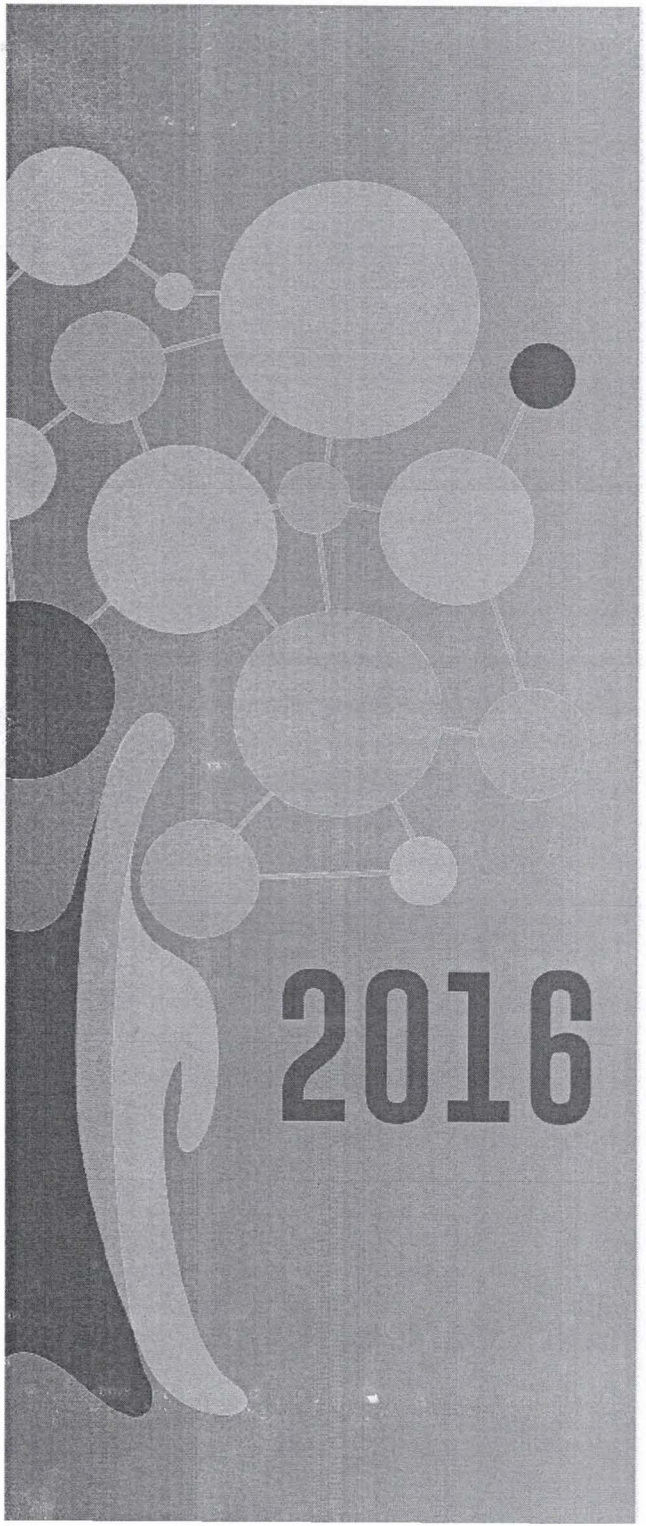
Prof. Severino Mendes Azevêdo Júnior
Pró-Reitor de Gestão Estudantil

Realização:
Pró-Reitoria de Ensino de Graduação PREG
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação PRPPG
Pró-Reitoria de Atividades de Extensão PRAE
Pró-Reitoria de Gestão Estudantil PROGEST

Organização:

Apoio:

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco



XVI JEPEX 2016
Inovação tecnológica em Ensino, Pesquisa e Extensão

CERTIFICADO

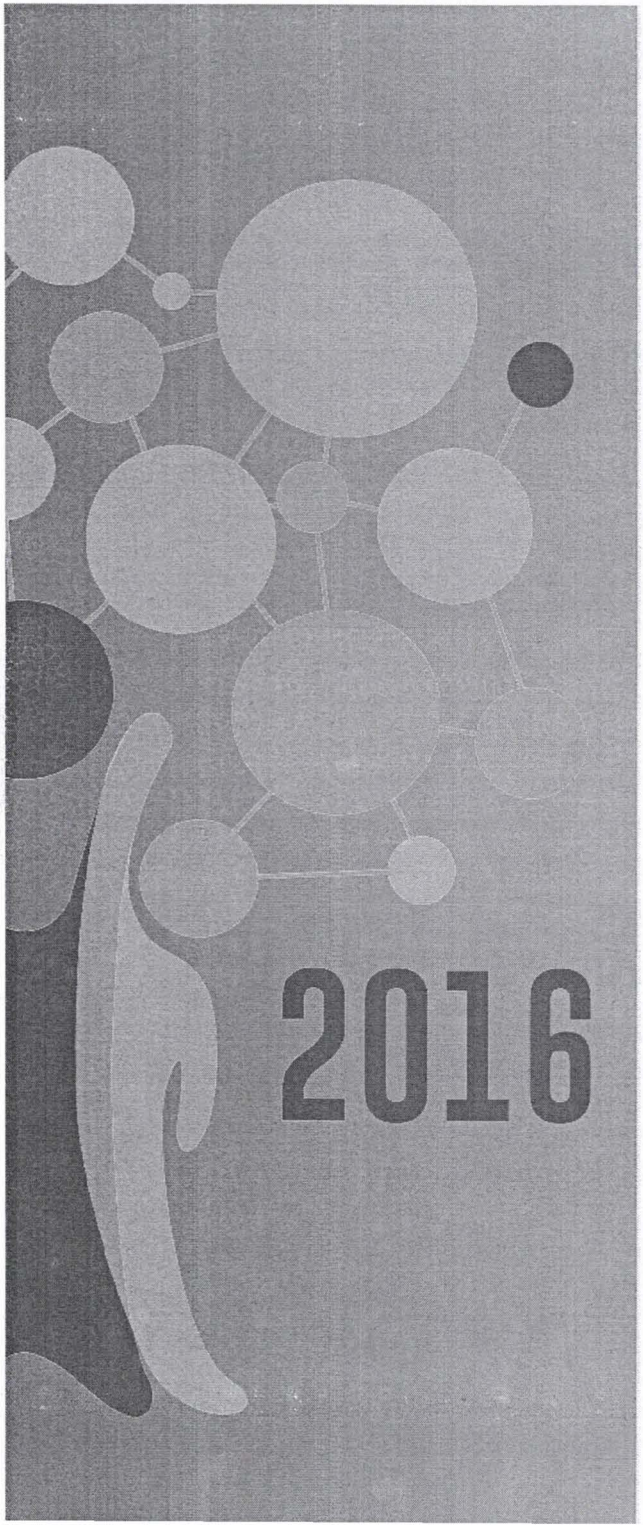
Certificamos que **CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS** apresentou o trabalho **"LEVANTAMENTO DE DOENÇAS FUNGICAS EM MUDAS DE OXANDRA RETICULATA MAAS."** de autoria de CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS , ALINE FONSECA COUTINHO, WAGNER XIMENES FERREIRA, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, TEREZA CRISTINA DE ASSIS, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, na sessão de **comunicação e-pôster** durante a **XVI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2016)** realizada no período de 25 a 27 de outubro de 2016, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 27 de outubro de 2016.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UFRPE · TEC UFRPE · UAG · UAST · CODAI · UACSA Campus das Engenharias



XVI JEPEX 2016
Inovação tecnológica em Ensino, Pesquisa e Extensão

CERTIFICADO

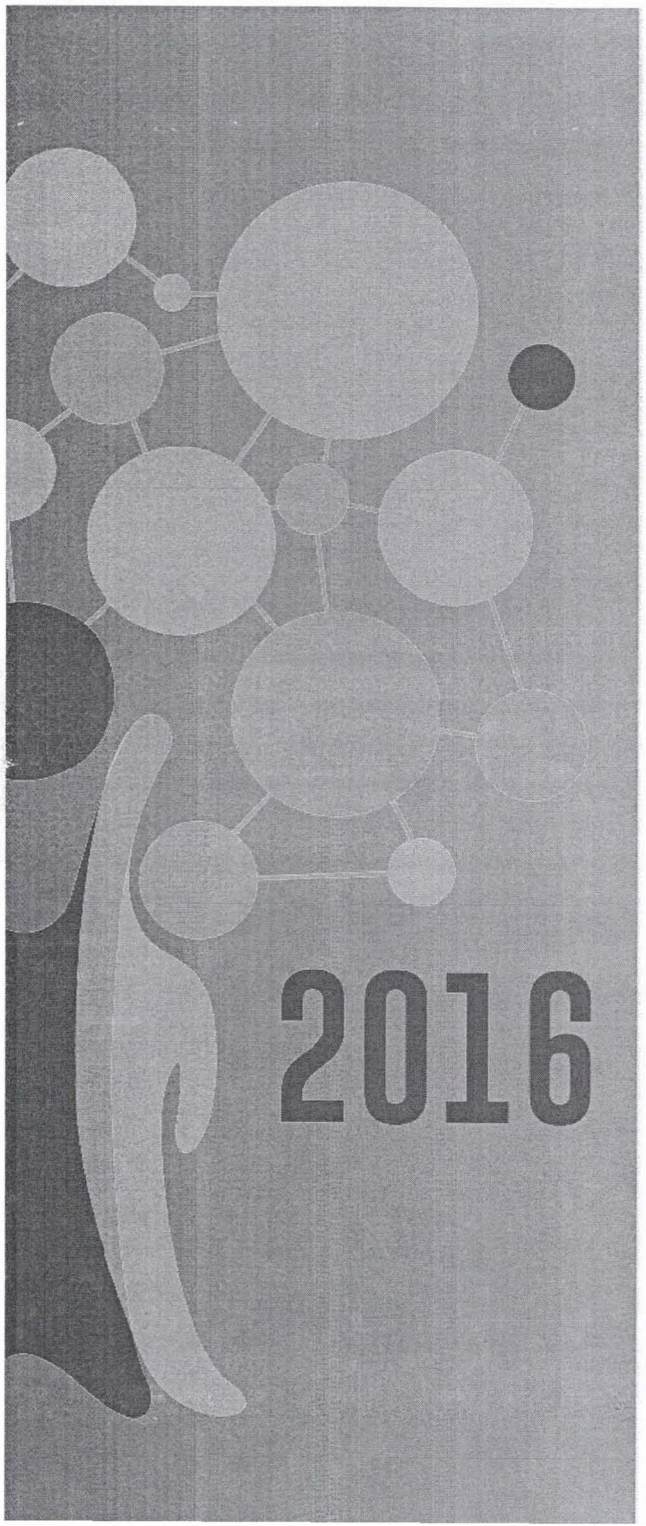
Certificamos que **CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS** apresentou o trabalho **"MANCHAS FOLIARES ASSOCIADAS À MUDAS DE ESCHWEIRA OVATA MART. PRODUZIDAS EM VIVEIROS FLORESTAIS"** de autoria de CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS , ALINE FONSECA COUTINHO, WAGNER XIMENES FERREIRA, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, TEREZA CRISTINA DE ASSIS, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, na sessão de **comunicação e-pôster** durante a **XVI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2016)** realizada no período de 25 a 27 de outubro de 2016, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 27 de outubro de 2016.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape [illegible]

UFRPE · TEC UFRPE · UAG UFRPE · UAST · CODAI · UACSA Campus das Engenharias



XVI JEPEX 2016
Inovação tecnológica em Ensino, Pesquisa e Extensão

CERTIFICADO

Certificamos que **ALINE FONSECA COUTINHO** apresentou o trabalho "**EFEITOS DE DIFERENTES SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE MUDAS DE MICRANDRA ELATA MÜLL.**" de autoria de ALINE FONSECA COUTINHO , CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, WAGNER XIMENES FERREIRA, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, na sessão de **comunicação e-pôster** durante a **XVI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2016)** realizada no período de 25 a 27 de outubro de 2016, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 27 de outubro de 2016.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UFRPE · TEC UFRPE · UAG · UAST · CODAI · UACSA Campus das Engenharias

CERTIFICADO

XVI Jepex 2016

XVI Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS XAVIER** apresentou o trabalho **LEVANTAMENTO DE FUNGOS ENDOLÍTICOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE CAESALPINA ECHINATA LAM** autoria de GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS , ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e pôster** na **XVI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2016)** realizada no período de 24 a 26 de outubro de 2016, em Recife – Pernambuco.

Pernambuco, 26 de outubro de 2016.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

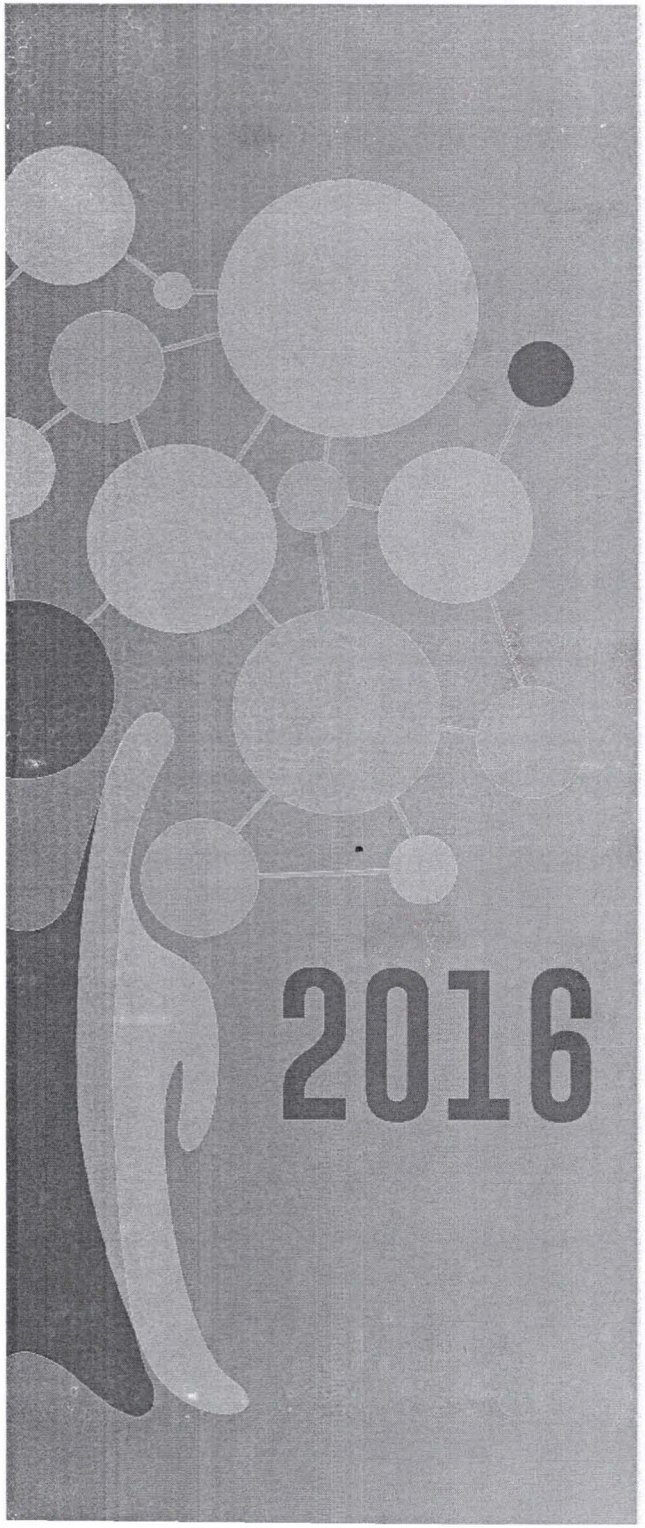
UFRPE

REALIZAÇÃO

PRPPG

Pro-Reitoria de Extensão

APOIO



XVI JEPEX 2016
Inovação tecnológica em Ensino, Pesquisa e Extensão

CERTIFICADO

Certificamos que **CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS** apresentou o trabalho **"INCENTIVO AO USO RACIONAL DE PLANTAS MEDICINAIS"** de autoria de CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS , ALINE FONSECA COUTINHO, WAGNER XIMENES FERREIRA, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, na sessão de **comunicação e-pôster** durante a **XVI JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2016)** realizada no período de 25 a 27 de outubro de 2016, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 27 de outubro de 2016.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UFRPE TEC UFRPE UAG UFRPE UAST CODAI UACSA Campus das Engenharias

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PERNAMBUCO

I Congresso Internacional das Ciências Agrárias
COINTER - PDVAgro 2016

CERTIFICADO

Certificamos que **EDJA LILLIAN PACHECO DA LUZ** apresentou o trabalho intitulado **ELABORAÇÃO DA CARTA DE VEGETAÇÃO NA REPRESENTAÇÃO DA AGRICULTURA DE SEQUEIRO E CAATINGA ARBUSTIVA E SEMI-ARBUSTIVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DO JACU**, de autoria de **EDJA LILLIAN PACHECO DA LUZ; VICTOR CASIMIRO PISCOYA; JOSÉ RAMON BARROS CANTALICE**, foi premiado em **3º Lugar** em sessão de **COMUNICAÇÃO ORAL,** no **I CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS – COINTER - PDVAgro**, evento realizado no período de 28 de Novembro a 02 de Dezembro 2016, com carga horária de 40h, no Instituto Federal de Pernambuco – *Campus* Vitória – Brasil, promovido pelo **PROGRAMA INTERNACIONAL DESPERTANDO VOCAÇÕES PARA CIÊNCIAS AGRÁRIAS,** e publicado o **ARTIGO COMPLETO** nos Anais do evento.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Prof. Msc. Erick Viana da Silva
Coordenador Geral do Programa Internacional
Despertando Vocações para Ciências Agrárias (PDVAgro)

CERTIFICADO

XVII Jepex 2017

XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **GABRIEL DE QUEIROZ CALADO** apresentou o trabalho **LEVANTAMENTO DE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS EM MUDAS DE HIMATANTHUS PHAGEDAENICUS MART PRODUZIDAS EM VIVEIROS FLORESTAIS** de autoria de GABRIEL DE QUEIROZ CALADO , ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS, CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, KLEYTON DANILO DA SILVA COSTA, ERICK GUILHERME RODRIGUES DE AGUIAR SILVA, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e-pôster** na **XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2017)** realizada no período de 17 a 19 de outubro de 2017, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 19 de outubro de 2017.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

UFRPE

REALIZAÇÃO

APOIO

Pro-Reitoria de Extensão

CERTIFICADO

XVII Jepex 2017

XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS XAVIER** apresentou o trabalho **EFEITOS DA COMPACTAÇÃO DO SOLO NO DESENVOLVIMENTODE MUDAS FLORESTAIS** autoria de GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS, ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e pôster** na **XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2017)** realizada no período de 16 a 18 de outubro de 2017, em Recife – Pernambuco.

Pernambuco, 18 de outubro de 2017.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

UFRPE

REALIZAÇÃO

APOIO

Pro-Reitoria de Extensão

CERTIFICADO

XVII Jepex 2017

XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **GABRIEL DE QUEIROZ CALADO** apresentou o trabalho **COMPORTAMENTO DE SEMENTES DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS AO ARMAZENAMENTO** de autoria de GABRIEL DE QUEIROZ CALADO , ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS, KLEYTON DANILO DA SILVA COSTA, CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS XAVIER, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e-pôster** na **XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2017)** realizada no período de 17 a 19 de outubro de 2017, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 19 de outubro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

UFRPE

REALIZAÇÃO

APOIO

Pro-Reitoria de Extensão

CERTIFICADO

XVII Jepex 2017

XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **GABRIEL DE QUEIROZ CALADO** apresentou o trabalho **GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CAESALPINIA PELTOPHOROIDES EM DIFERENTES SUBSTRATOS** de autoria de GABRIEL DE QUEIROZ CALADO , CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, KLEYTON DANILO DA SILVA COSTA, ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS, RHAYHONAY SOUZA RODRIGUES DE LIMA, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e-pôster** na **XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2017)** realizada no período de 17 a 19 de outubro de 2017, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 19 de outubro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

UFRPE

REALIZAÇÃO

APOIO

Pro-Reitoria de Extensão

CERTIFICADO

XVII Jepex 2017

XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **RAYHONAY SOUZA RODRIGUES DE LIMA** apresentou o trabalho **CRESCIMENTO DE MUDAS DE CANAFISTULA EM DIFERENTES SUBSTRATOS ORGÂNICOS** de autoria de RAYHONAY SOUZA RODRIGUES DE LIMA , CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS, KLEYTON DANILO DA SILVA COSTA, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, MAXWEL RODRIGUES NASCIMENTO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e-pôster** na **XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2017)** realizada no período de 17 a 19 de outubro de 2017, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 19 de outubro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

UFRPE

REALIZAÇÃO

APOIO

Pro-Reitoria de Extensão

CERTIFICADO

XVII Jepex 2017

XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS XAVIER** apresentou o trabalho **TAXA DE ENTREGA DE SEDIMENTOS NA BACIA SEMIARIDA DO RIO PAJEU** de autoria de GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS XAVIER , CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS, KLEYTON DANILO DA SILVA COSTA, GABRIEL DE QUEIROZ CALADO, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e-pôster** na **XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2017)** realizada no período de 17 a 19 de outubro de 2017, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 19 de outubro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

UFRPE

REALIZAÇÃO

APOIO

Pro-Reitoria de Extensão

CERTIFICADO

XVII Jepex 2017

XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS XAVIER** apresentou o trabalho **DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA SEMIÁRIDA DO RIO EXU** de autoria de GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS XAVIER , ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS, CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, KLEYTON DANILO DA SILVA COSTA, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, PAULO RICARDO DOS SANTOS, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e-pôster** na **XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2017)** realizada no período de 17 a 19 de outubro de 2017, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 19 de outubro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

UFRPE

REALIZAÇÃO

APOIO

Pro-Reitoria de Extensão

CERTIFICADO

XVII Jepex 2017

XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **ILOANE DOS SANTOS LIMA** apresentou o trabalho **ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA CLASSIFICAÇÃO DO AZEITE DE OLIVA VIRGEM**, de autoria de ILOANE DOS SANTOS LIMA, MOACYR CUNHA FILHO, JUCARLOS RUFINO DE FREITA, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e-pôster** na **XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2017)** realizada no período de 17 a 19 de outubro de 2017, em recife - Pernambuco.

Pernambuco, 19 de outubro de 2017.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

UFRPE

REALIZAÇÃO

APOIO

Pro-Reitoria de Extensão

CERTIFICADO

XVII Jepex 2017

XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão

DISSEMINANDO A CULTURA ATRAVÉS DO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Certificamos que **GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS XAVIER** apresentou o trabalho **PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS EM DIFERENTES SUBSTRATOS** de autoria de GUSTAVO HENRIQUE VELOSO DE BARROS XAVIER , ANA MARIA MACIEL DOS SANTOS, CRISTINA DOS SANTOS RIBEIRO MARTINS, KLEYTON DANILO DA SILVA COSTA, PAULO RICARDO DOS SANTOS, REJANE RODRIGUES DA COSTA E CARVALHO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, na sessão de **comunicação e-pôster** na **XVII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2017)** realizada no período de 17 a 19 de outubro de 2017, em Recife - Pernambuco.

Pernambuco, 19 de outubro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Profa. Maria do Socorro de Lima Oliveira
Pró-reitora de Ensino de Graduação

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Ana Virgínia Marinho
Pró-reitora de Extensão

Prof. Alex Souza Moraes
Presidente da XVII JEPEX 2017

UFRPE

REALIZAÇÃO

APOIO

Pro-Reitoria de Extensão

PPG EM BIOMETRIA
E ESTATÍSTICA APLICADA
UFRPE

Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº - CE
P 52.171-900, Dois Irmãos – Recife-PE.
Fone/Fax 81-3320-6490
Email coordenacao.pgbea@ufrpe.br
Site: http://ww2.ppgbea.ufrpe.br/br

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CERTIFICADO

Certificamos que o Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya participou, como ouvinte, da palestra do Prof. Dr. Claudio Delrieux da Universidad Nacional del Sur – Argentina, intitulada: "Automatic acquisition of body structure in 3D", no Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em 16 de novembro de 2017.

Recife, 16 de novembro de 2017.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Prof Dr. Claudio Delrieux
Palestrante

Prof. Dr. Borko Stosic
Coordenador do Evento

Prof. Dr. Moacyr Cunha Filho
Coordenador do PPGBEA

UFRPE
BIOMETRIA
e Estatística Aplicada

Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº - CE
P 52.171-900, Dois Irmãos – Recife-PE.
Fone/Fax 81-3320-6490
Email coordenacao.pgbea@ufrpe.br
Site: http://ww2.ppgbea.ufrpe.br/br

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CERTIFICADO

Certificamos que Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya participou do minicurso intitulado "Entropy theory and its application in water engineering", oferecida pelo Prof. Vijay Singh, Ph.D. da Texas A & M University _ USA, no Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada da Universidade Federal Rural de Pernambuco, entre os dias 25 e 26 de janeiro de 2017, com carga horária de 08 horas.

Recife, 26 de janeiro de 2017.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Prof. Vijay Singh, Ph.D.	Prof. Dr. Borko Stosic	Prof. Dr. Paulo José Duarte Neto	Prof. Dr. Moacyr Cunha Filho
Palestrante	Coordenador do Evento	Coordenador do Evento	Coordenador do PPGBEA

UFRPE
BIOMETRIA
e Estatística Aplicada

Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº - CE
P 52.171-900, Dois Irmãos – Recife-PE.
Fone/Fax 81-3320-6490
Email coordenacao.pgbea@ufrpe.br
Site: http://ww2.ppgbea.ufrpe.br/br

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CERTIFICADO

Certificamos que o Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya participou da palestra intitulada: "Entropy-Based Modeling", oferecida pelo Prof. Vijay Singh, Ph.D. da Texas A & M University _ USA, no Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em 25 de janeiro de 2017.

Recife, 26 de janeiro de 2017.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Prof. Vijay Singh, Ph.D.	Prof. Dr. Borko Stosic	Prof. Dr. Paulo José Duarte Neto	Prof. Dr. Moacyr Cunha Filho
Palestrante	Coordenador do Evento	Coordenador do Evento	Coordenador do PPGBEA

62ª Reunião Anual da RBras

17º SEAGRO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Certificamos que o trabalho

Análise Estatística com Enfoque Bayesiano para o Equilíbrio de Hardy-Weinberg

de autoria de **José Nilton Maciel dos Santos, Moacyr Cunha Filho, Carlos Eduardo Neves de Oliveira, Victor Casimiro Piscoya.** foi apresentado na categoria pôster na 62ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria (RBras) e 17º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica (SEAGRO), realizados na Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, no período de 24 a 28 de julho de 2017.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape [redacted]

Alessandro Dal'Col Lúcio
Presidente da RBras

Júlio Sílvio de Sousa Bueno Filho
Coordenador Geral da 62ª RBras e 17º SEAGRO

III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS
CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COINTER - PDVAGRO 2018

CERTIFICADO

Certificamos que **JUCARLOS RUFINO DE FREITAS** apresentou o trabalho intitulado **MODELAGEM EM SÉRIES TEMPORAIS APLICADOS A NÚMEROS DE NOTIFICAÇÕES MENSAIS DE DENGUE EM PERNAMBUCO** , de autoria de **JUCARLOS RUFINO DE FREITAS, ANDRÉ LUIZ PINTO DOS SANTOS, VICTOR CASIMIRO PISCOYA, ANA LUÍZA XAVIER CUNHA e MOARCY CUNHA FILHO**, na modalidade **COMUNICAÇÃO ORAL** no **III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS - III COINTER PDVAGRO 2018**, evento realizado no período de 08 a 13 de Dezembro 2018, no Espaço Cultural José Lins do Rego, João Pessoa - PB - Brasil, promovido pelo Instituto Internacional Despertando Vocações, e publicado o **ARTIGO COMPLETO** nos Anais do evento (ISSN: 2358-9728).

Prof. MSc. Erick Viana da Silva
Coordenador Geral do PDV

Prof.ª Dr.ª Kilma da Silva Lima Viana
Presidente do IIDV

Prof. Dr. Gesivaldo Jesus Alves de Figueirêdo
Coordenador Executivo do COINTER PDV 2018

Realização:

INSTITUTO INTERNACIONAL DESPERTANDO VOCAÇÕES

INSTITUTO FEDERAL Paraíba

Confere com o original

Moacyr [illegible]
Siape [illegible]

CÓDIGO DE REGISTRO DE CERTIFICADO:
B163FC919DCABBAFEDC0A90EC887F55B45D7BF64
Para confirmação de autenticidade de registro do documento acesse:
certificados.institutoidv.org

PPG EM BIOMETRIA
E ESTATÍSTICA APLICADA
UFRPE

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CERTIFICADO

Certificamos que VICTOR CASIMIRO PISCOYA **assistiu a palestra intitulada:"Characterization and Analysis of time series by quantifiers based on Information Theory", oferecida pelo Prof. Dr. Osvaldo Anibal Rosso da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).**

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Recife, 27 de setembro de 2018.

Prof. Osvaldo Anibal Rosso
Palestrante

Prof. Dr. Borko Stosic
Coordenador do Evento

Prof. Dr. Moacyr Cunha Filho
Coordenador do PPGBEA

UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

63ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria
Departamento de Estatística
Universidade Federal do Paraná

Certificamos que o trabalho intitulado **Estudo comparativo de três modelos diferentes não lineares para a característica de ganho de peso em bovinos de corte da raça Sindi** submetido pelo (s) autor(ES) *Moacyr Cunha Filho, Victor Casimiro Piscoya e Ana Luiza Xavier Cunha*, foi apresentando na forma de Apresentação em Póster na 63ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria , realizada no Campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná em Curitiba/PR/Brasil no período de 23 a 25 de Maio de 2018.

Curitiba, 25 de Maio de 2018

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siap

Alessandro Dal'Col Lúcio
Presidente da RBras

Walmes Marques Zeviani
Coordenador da 63ª RBras

II SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL

A autoavaliação na ordem do dia: Graduação e Pós-Graduação

UFRPE

CPA Comissão Própria de Avaliação | UFRPE

CERTIFICADO

Certificamos que **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** participou, na condição de ouvinte, do **II Simpósio sobre Avaliação Institucional - a autoavaliação na ordem do dia: graduação e pós-graduação** realizado em 21 de novembro de 2019 na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, com carga horária de **6 horas.**

Recife, 21 de novembro de 2019.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Isabel Cristina Pereira de Oliveira
Presidente da Comissão Própria de Avaliação da UFRPE
Portaria nº 532/2018-GR, de 02 de maio de 2018.

CERTIFICADO

FIEPE *AMBIENTAL*

10 ANOS

A FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO - FIEPE confere o presente certificado a **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** pela sua participação no **"FIEPE Ambiental – Desafios Socioambientais de SUAPE"** realizado no dia 05 de setembro de 2019, com carga horária de 02 horas.

CONFERE COM ORIGINAL

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Recife, 05 de setembro de 2019

Juliana Virginia L. Afonso de Lima
Assistente em Administração/UFRPE
Siape 2145410

Anísio Bezerra Coelho
Presidente do Conselho Temático de Meio Ambiente da FIEPE

SINDICATOS
Sindicato forte. Indústria forte.

FIEPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6383609

CERTIFICADO

FIEPE *AMBIENTAL*

10 ANOS

A FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE PERNAMBUCO - FIEPE confere o presente certificado a **VICTOR CASSIMIRO PISCOYA** pela sua participação no **"FIEPE Ambiental – A Logística Reversa de Eletroeletrônicos"** realizado no dia 03 de outubro de 2019, com carga horária de 02 horas.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Recife, 03 de outubro de 2019

Anísio Bezerra Coelho
Presidente do Conselho Temático de Meio Ambiente da FIEPE

SINDICATOS
Sindicato forte. Indústria forte.

FIEPE

SEMINÁRIO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E AGRONEGÓCIO

Gestão, Inovação e Oportunidades

Certificamos a participação de **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** no **Seminário de Sustentabilidade Ambiental e Agronegócio,** realizado dia 19 de agosto de 2019 das 8h30 às 13h.

Realização

FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES
FADURPE

URBANO VITALINO
ADVOGADOS

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

PPG EM BIOMETRIA
E ESTATÍSTICA APLICADA
UFRPE

Rua Dom Manuel de Medeiros, s/nº - CE
P 52.171-900, Dois Irmãos – Recife-PE.
Fone/Fax 81-3320-6490
Email coordenacao.pgbea@ufrpe.br
Site: http://ww2.ppgbea.ufrpe.br/br

;/nº - CE
fe-PE.
e.br
r/br

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CERTIFICADO

Certificamos que o Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya, participou da Palestra oferecida pelo Prof. Dr. Renisson Neponuceno de Araújo Filho da Universidade Federal de Tocantins (UFT) intitulada: "Recuperação hidroambiental com técnicas de bioengenharia de solos", no Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em 27 de novembro de 2019.

Recife, 27 de novembro de 2019.

Prof. Dr. Moacyr Cunha Filho
Coordenador do PPGBEA

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ATIVIDADES DE EXTENSÃO

CERTIFICADO DE RECONHECIMENTO

A(o) Prof. VICTOR CASIMIRO PISCOYA

pela relevante colaboração prestada a UFRPE como Conferencista, no dia 13/5/82, do II SIMPÓSIO DE ASSUNTOS FLORESTAIS, realizado no período de 10 a 13/5/1982.

Recife, 18 de fevereiro de 1983.

Coordenador do Evento

Pró-Reitor de Atividades de Extensão
Prof. Espedito Meira Couceiro

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Pró-Reitoria de Extensão/UFRPE
Coordenadoria de Cursos e Treinamentos
Nº de Ordem [redacted]
Livro Nº 01/83 *Reg. às fls.* 03
EM 18 / 02 / 19 83

Confere com o original

[redacted]
Moacyr Quinha Filho
Siape [redacted]

I ENCONTRO DE DIRIGENTES
DA UFRPE
de 15 a 17 de julho de 1983

CERTIFICADO

Certificamos que o Prof. VICTOR CASIMIRO PISCOYA participou do I ENCONTRO DE DIRIGENTES DA UFRPE, *realizado no Centro de Treinamento da Telebrás, no período de 15 a 17/07/83.*

Recife, 17 de julho de 1983

WALDECY FERNANDES PINTO
REITOR DA UFRPE

PARTICIPANTE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ATIVIDADES DE EXTENSÃO

CERTIFICADO DE RECONHECIMENTO

A(o) Prof. VICTOR CASIMIRO PISCOYA

pela relevante colaboração prestada a UFRPE como Coordenador dos Cursos de Extensão em Manejo de Áreas Silvestres - 09 a 14/5/83, e Melhoramento Genético Florestal no período de 25 a 30/4/83.

Recife, 02 de agosto de 1983.

Victor Casimiro Piscoya
VICE COORDENADOR
Curso de Engenharia Florestal

Coordenador do Evento

Pró-Reitor de Atividades de Extensão
Prof. Espedito Meira Couceiro

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Pró-Reitoria de Extensão/UFRPE
Coordenadoria de Cursos e Treinamentos
Nº de Ordem _____
Livro Nº 01/83 *Reg. às fls.* 09
EM 02 / 08 / 19 83

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Victor

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº 05/90

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e, de acordo com o Art. 25 - Parágrafo Único do Estatuto desta Universidade,

RESOLVE, designar os Docentes: GERALDO DE ARAÚJO BARRETO CAMPELLO, OSANI GODOY, PEDRO NOBERTO DE OLIVEIRA e VICTOR CASIMIRO PISCOYA, para comporem a Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade.

C u m p r a - s e

Recife, 20 de março de 1990

Prof. Paulo de Araújo Barreto Campelo
(Vice-Diretor em exercício)

Confere com o original

Moacyr Gonna Filho
Siape

Victor

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº 05/90

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e, de acordo com o Art. 25 - Parágrafo Único do Estatuto desta Universidade,

RESOLVE, designar os Docentes: GERALDO DE ARAÚJO BARRETO CAMPELLO, OSANI GODOY, PEDRO NOBERTO DE OLIVEIRA e VICTOR CASIMIRO PISCOYA, para comporem a Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade.

C u m p r a - s e

Recife, 20 de março de 1990

Prof. Paulo de Araújo Barreto Campelo
(Vice-Diretor em exercício)

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº08/90

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e de acordo com o Regimento desta Univereidade,

Resolve tornar sem efeito a Portaria nº05/90-DTR, e ao mesmo tempo designar os Docentes: Geraldo de Araujo Barreto Campelo, Osani Godoy, Pedro Noberto de Oliveira, Victor Casimiro Piscoya e o Engenheiro Agronomo José Benjamin Machado Coêlho, na qualidade de Assessor, para comporem a Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade.

C u m p r a - s e

Recife, 28 de Junho de 1990

Profa. Naldo Halliday Pires Ferreira
Diretor do DTR

Confere com o original

Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº02/91

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições;

Resolve tornar sem efeito a Portaria nº08/90-DTR, e ao mesmo tempo designar os Docentes: JENNER RAMOS PINTO, OSANI GODOY, PEDRO NOBERTO DE OLIVEIRA, VICTOR CASIMIRO PISCOYA e o Engenheiro Agronomo JOSÈ BENJAMIN MACHADO COÊLHO, na qualidade de Assessor, pára comporem a Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade.

C u m p r a - s e

Recife, 05 de março de 1991

Prof. WALDO HALLIDAY PIRES FERREIRA
Diretor

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ATIVIDADES DE EXTENSÃO

CERTIFICADO

Certificamos que o profº VICTOR CASIMIRO PISCOYA

coordenou o I SEMINÁRIO DE INTRODUÇÃO AS PESQUISAS DE TECNOLOGIA DE PRODUTOS FLORESTAIS E EXPLORAÇÃO E TRANSPORTE DE MADEIRA, promovido pelo Departamento de Tecnologia Rural.

com a Supervisão desta Pró-Reitoria de Extensão.

Realizado na UFRPE, no período de 20 de março de 1992.

Recife, 27 de abril de 1992.

[redacted]

Coordenador da Educação Continuada
Prof. Hernande Pereira da Silva
Coord. de Educação Continuadas - PRAE
UFRPE

Confere com o original

[redacted]

Moacyr Cunha Filho
Siape [redacted]

[redacted]

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE
Prof. Severino [illegible]
Pró-Reitor de Atividades de Extensão-UFRPE

PRO - REITORIA DE EXTENSAO / UFRPE
Coordenadoria de Educação Continuada

Nº de Ordem [redacted]
Livro Nº 01/92 Regr. às fls 20
Em 29 / 04 / 92

[redacted]

Confere com o original

[redacted]

Moacyr Cunha Filho
Siape [redacted]

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

CERTIFICADO

Certificamos que o Prof. VICTOR PISCOYA participou da II Semana da Engenharia Florestal Ministrando o Mini-Curso Sobre "USO DA MOTO-SERRA", promovido pelo Diretório Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal. sob a Coordenação do Prof. Marco Antônio Amaral Passos e com a Supervisão desta Pró-Reitoria de Extensão. Carga horária: 08(oito) h/a.

Realizado na UFRPE, no período de 08 a 11 de julho de 1997.

Recife, 24 de julho de 1997.

Coordenador da Educação Continuada
Prof. Romero Falcão B. de Vasconcelos
Coord. de Educação Continuada - PRAE
- UFRPE -

Confere com o original
Moacyr Gunha Filho
Siape

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE
Prof. José Swami Pais de Melo
Pró-Reitor de Extensão - UFRPE

Pró - Reitoria de Extensão - UFRPE
COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
Nº de Ordem: _____
Livro nº: 01/97 Reg às fls. 157
Em, 25 / 07 / 97

Confere com o original

Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº03/99

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve, designar os Docentes: ELVIRA MARIA REGIS PEDROSA (Presidente), JOÃO AUDIFAX CESAR DE ALBUQUERQUE FILHO, VICTOR CASIMIRO PISCOYA e ZENEUDO LUNA MACHADO, para comporem a Comissão Permanente de Ensino do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade.

C u m p r a - s e

Recife. 05 de ianeiro de 1999.

Prof. CLARIVALDO GERMANO DA COSTA
Diretor do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Gunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

CERTIFICADO

Certificamos que O Prof. VICTOR CASIMIRO PISCOYA

coordenou O Mini-Curso Intitulado "CONHECIMENTOS DA MOTO-SERRA E TÉCNICAS DE CORTE", promovido pelo Departamento de Tecnologia Rural.

com a Supervisão desta Pró-Reitoria de Extensão. Com carga horária de 16(dezesseis) horas.

Realizado na UFRPE, no período de 17 a 20 de novembro de 1999.

Recife, 26 de junho de 2001.

Coordenador da Educação Continuada
Profª Sheila Mª Bretas Bittar
Coordenadora de Educação Continuada da PRAE
UFRPE

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE
Profª Maria Alice Vasconcelos Rocha
Pro-Reitora de Extensão da UFRPE

C O N T E Ú D O P R O G R A M Á T I C O

T E O R I A:

- Introdução, Histórico da Moto-Serra, O Que é Necessário Conhecer Para Comprar Uma Moto-Serra, O Que é Necessário Para Operar Uma Moto-Serra, Cuidados a Serem Observados Com a Moto-Serra, Partes da Moto Serra, Parte Cortante, Pinhão, Sabre ou Barra, Corrente, Parte Motor, Cilindro, Silenciador, Carter, Pistão, Aneis ou Molas de Seguimento, Platinado, Vela, Algunmas Recomendações Referentes ao Pinhão, Corrente e Sabre, Passos a Serem Seguidos Para se Trabalhar com Uma Corrente Nova, Ângulos do Dente de Corte, Manutenção Semanal da Moto Serra, Armazenamento da Moto Serra, Na Oficina Mecânica, Desmontagem e Montagem da Moto-Serra, Regulagem do Carburador da Moto-Serra.

P R Á T I C A:

- Manuseio da Moto Serra
- Derrubada de Árvores
- Traçamento de Toras.

Pró-Reitoria de Extensão - UFRPE
COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Nº de Ordem: [redacted]

Livro nº: 01/2001 Reg às fls 49

Em, 26 / junho / 2001

[redacted]

Confere com o original

[redacted]

Moacyr Cunha Filho
Siape [redacted]

Piscoya

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

Recife, 12 de setembro de 2000.

P O R T A R I A **Nº015/2000.**

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições Legais e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve tornar sem efeito a Portaria nº05/2000, e ao mesmo tempo designar os Docentes **IRINEIDE TEIXEIRA DE CARVALHO** (Presidente), **INALDO GALDINO DE MENEZES, LAÉRCIA DA ROCHA FERNANDES LIMA, MANOEL VIEIRA DE FRANÇA,SIMONE MARIA DA SILVA e VICTOR CASIMIRO PISCOYA**, para comporem a Comissão Permanente de **Extensão** do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade.

C u m p r a - s e

Recife, 12 de setembro de 2000.

Prof. **ROMERO FALCÃO BEZERRA DE VASCONCELOS**
Diretor do **DTR/UFRPE**.

Confere com o original

Moacyr Gunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
SECRETARIA GERAL DOS CONSELHOS DA ADMINISTRAÇÃO SUPERIOR
CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

RESOLUÇÃO Nº 143/2001.

EMENTA: Oficializa realização do Projeto de Extensão intitulado: "CONHECIMENTOS DA MOTO-SERRA E TÉCNICAS DE CORTE".

O Presidente do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições e tendo em vista o disposto no Parágrafo 6º do Art. 15 do Estatuto da Universidade e considerando os termos da Decisão Nº 16/2001 da Câmara de Extensão deste Conselho, em sua I Reunião Extraordinária, realizada no dia 26 de abril de 2001, exarada no Processo UFRPE Nº 23082.009698/2000,

R E S O L V E:

Art. 1º - Oficializar, em sua área de competência, a realização do Projeto de Extensão intitulado: "CONHECIMENTOS DA MOTO-SERRA E TÉCNICAS DE CORTE", ocorrido no período compreendido entre 06 a 11 de novembro de 2000, sob a coordenação geral do Professor VICTOR CASIMIRO PISCOYA, do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade, com a colaboração do Mecânico CLÁUDIO KENEDY e do Moto-Serrista LUIZ CARLOS G. DOS SANTOS, tendo como objetivo geral dar a conhecer aos participantes noções acerca do seu funcionamento, manutenção e técnicas de trabalho, dando maior atenção a segurança, e como objetivo específico fornecer reconhecimentos teóricos e práticos do manejo, manutenção, técnicas de corte, montagem e desmontagem de moto-serras, direcionado principalmente para alunos dos Cursos de Graduação em Engenharia Florestal e de Agronomia, conforme consta do Processo UFRPE Nº 23082.009698/2000 acima mencionado.

Art. 2º - Revogam-se as disposições em contrário.

SALA DOS CONSELHOS DA UFRPE, em 02 de maio de 2001.

PROFº EMÍDIO CANTÍDIO DE OLIVEIRA FILHO
= PRESIDENTE =

Confere com o original

Confere com o original assinado pelo Reitor e arquivado nesta Secretaria Geral.

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

CERTIFICADO DE RECONHECIMENTO

Ao Prof. VICTOR CASIMIRO PISCOYA

pela relevante colaboração prestada a UFRPE Coordenando o Projeto: "Tecnologia da utilização da madeira", durante a 61ª Exposição de Animais e Produtos Derivados, no Stand da UFRPE, promovido pela Secretaria de Agricultura do Estado de PE/Sociedade Nordestina de Criadores, sob a Coordenação do Prof. Edson Ferreira da Silva, no período de 10 a 17-11-2002.

Recife, 28 de novembro de 2002.

Coordenador do Evento
Edson Ferreira da Silva
Coordenador de Integração Comunitária - PRAE
UFRPE

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE
Profª Maria Alice Vasconcelos Rocha
Pró-Reitora de Extensão
UFRPE

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

CONSELHO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

DECISÃO Nº01/2002.

O Conselho Técnico Administrativo do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em sua 1ª reunião ordinária, realizada no dia 17 de janeiro de 2002, e examinando o expediente em pauta do Processo nº09998/2001 do Professor Victor Casimiro Piscoya, encaminhando ao Diretor do DTR/UFRPE, o Projeto de Extensão intitulado " CONHECIMENTOS DA MOTO-SERRA E TÉCNICAS DE CORTE " a ser realizado no período de 25 a 29/mar/2002. Este Conselho aprovou o parecer da Comissão Permanente de Extensão do DTR, e do relator do referido processo Professor Manoel Vieira de França.

.....
.....
.....
.....

CTA/DTR, em 17 de janeiro de 2002.

1,..... (Presidente).
2
3
4
5
6
7..
...-8.....
....9.....
10.....

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL
Comissão Permanente de Extensão

PROJETO DE ATIVIDADES DE EXTENSÃO
TECARTE
(Tecnologia, Comunicação, Arte e Cultura)

Comissão Permanente de Extensão

Irineide Teixeira de Carvalho (Presidente)
Inaldo Galdino de Menezes
Laércia da Rocha Fernandes Lima
Manoel Vieira de França
Simone Maria Silva
Victor Cassimiro Piscoya

Março 2002

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

PROJETO: TECARTE (Tecnologia, Comunicação, Arte e Cultura DTR)

RESPONSABILIDADE: DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

COORDENADOR E PROPOSITOR: Profª. LAÉRCIA DA ROCHA FERNANDES LIMA

EQUIPE ENVOLVIDA: Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural - DTR

I – JUSTIFICATIVA

A Universidade tem sido definida, historicamente, como uma instância de saber voltada para a tarefa do ensino, pesquisa e extensão no contexto de sociedade na qual está inserida. Nesta perspectiva, sua missão se legitima à medida em que envolve um compromisso com as reais necessidades e aspirações da população a quem deve servir, não podendo afastar-se dos interesses do país nem de suas diversidades regionais.

As atividades extensionistas, ainda na nossa universidade insipiente, porém no Departamento de Tecnologia Rural já vem sendo trabalhadas desde a sua criação se consolidando no ensino e na pesquisa.

Constatamos que iniciativas na área de Arte e Cultura já figuraram ou figuram na agenda deste Departamento, à exemplo das iniciativas do professor Clarivaldo Germano da Costa que vem contribuindo com promoções de eventos culturais como apresentações de trabalhos na área de poesias, música (músicas regionais e eruditas), historiadores do nosso folclore regional, entre outras atividades.

Quanto à promoção de cursos de extensão, o Departamento se destaca na universidade, com cursos na área de mecanização, irrigação e drenagem, técnicas de conservação de alimentos vegetal e animal, eletrificação rural, fontes alternativas de energia, estudos sócio-econômico e cultural e apoio a diversos projetos através de levantamento topográfico e sensoriamento remoto. Tais iniciativas vêm agregar a universidade, através dos seus Campi, à sociedade, conferindo legitimidade às disciplinas e à própria instituição.

Com tal biografia, o Departamento, através da sua Comissão de Extensão, percebe a necessidade de articular melhor estas ações, haja vista verificar que há carência de atividades culturais que venham fortalecer o vínculo do aluno com o departamento e com sua região, contribuindo para uma formação generalista e profissional.

Quanto à articulação dessas ações, o projeto prevê uma nova metodologia que busque integrar e fortalecer tais atividades.

O projeto busca também, através das atividades previstas, dar um maior significado às disciplinas ministradas no seu departamento, onde observa-se um desequilíbrio entre as atividades teóricas e práticas.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Finalizando, conferimos que existe, no momento, o Projeto Interdisciplinar de Comunicação, Arte e Cultura, da Coordenação de Comunicação, Arte e Cultura da PRAE, onde o mesmo se propõe viabilizar uma política que fomente, no âmbito da UFRPE, atividades desta natureza.

II OBJETIVOS

GERAIS:

Promover ações extensionistas que venham fortalecer o vínculo dos funcionários, professores e estudantes com seu departamento, seus cursos, sua realidade cultural;

Contribuir para o fortalecimento da identidade e coesão social.

ESPECÍFICOS

Identificar as prioridades específicas, por área de conhecimento;

Identificar demandas na área artística e cultural;

Promover ações que venham a atender os anseios artísticos, culturais dos estudantes, docentes e funcionários envolvidos;

Integrar as diversas áreas trabalhadas através dessas ações;

Fortalecer o ensino e a pesquisa com ações extensionistas que venham a dar identidade às disciplinas ministradas nos cursos.

III METODOLOGIA

a) Elaboração de subprojetos por área de atuação;
b) Identificação de demandas no departamento quanto à área de Comunicação, Arte e Cultura;
c) Análise dos dados e levantamento dos recursos disponíveis para as ações;
d) Discussão, no âmbito do departamento, áreas, DAs e demais departamentos envolvidos;
e) Planejamento das atividades e formação dos grupos responsáveis (núcleos);
f) Execução das atividades.

IV ATIVIDADES PROPOSTAS

1. Cursos de atualização;
2. Seminários, jornadas interdepartamentais;
3. Debates e Mesas Redondas;
4. Viagens culturais;
5. Incentivo à criação de grupos musicais, participação no Coral Universitário, grupos folclóricos;
6. Atividades envolvendo promoção de oficinas, seminários e jornadas tecnológicas nos Campi Avançados e no Campus;
7. Realização de feiras de atividades relacionadas aos cursos, aberta ao público interno e externo;

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

8. Realização de festivais para identificar e valorizar os novos talentos;
9. Elaboração de filmes e documentários;
10. Exposição de trabalhos de teses ou pesquisas de campo realizadas no âmbito do departamento

V RECURSOS

Os recursos serão captados individualmente, por área de atuação através dos órgãos de fomento pertinentes.

VI EQUIPE ENVOLVIDA

Comissão de Extensão: Inaldo Galdino de Menezes
Irineide Teixeira de Carvalho
Laércia da Rocha Fernandes Lima
Manoel Vieira de França
Simone Maria Silva
Victor Cassimiro Piscoya

VII RECURSOS MATERIAIS DISPONÍVEIS:

Sala/auditório DTR
Laboratório DTR
Vídeo cassete, televisor, DVD
Projetor de Slides, retroprojetor
Data show
Painéis
Banner

VIII CRONOGRAMA

Este projeto terá a duração de 04 semestres e cada subprojeto terá o seu cronograma estabelecido de acordo com as atividades a serem desenvolvidas dentro do seu planejamento

IX PARTICIPANTES:

Alunos, docentes, técnico-administrativos, comunidade em geral.

X – AVALIAÇÃO

A avaliação será definida dentro de cada subprojeto de acordo com as normas vigentes desta IFE e será conferido certificados aos participantes através da Pró-Reitoria de Extensão.

Confere com o original

Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

CERTIFICADO DE RECONHECIMENTO

A(o) Prof. VICTOR CASIMIRO PISCOYA

pela relevante colaboração prestada a UFRPE Coordenando o Projeto: "Tecnologia da utilização da madeira", durante a 61ª Exposição de Animais e Produtos Derivados, no Stand da UFRPE, promovido pela Secretaria de Agricultura do Estado de PE/Sociedade Nordestina de Criadores, sob a Coordenação do Prof. Edson Ferreira da Silva, no período de 10 a 17-11-2002.

Recife, 28 de novembro de 2002.

Coordenador do Evento
Edson Ferreira da Silva
Coordenador de Integração Comunitária - PRAE
UFRPE

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE
Profª Maria Alice Vasconcelos Rocha
Pró-Reitora de Extensão
UFRPE

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

C E R T I F I C A D O

Certificamos que Prof. Victor Casimiro Piscoya

Participou d a 62ª Exposição de Animais e Produtos Derivados, coordenando o projeto: "Bambu: Cultura, utilização e perspectivas para a região do nordeste", promovido pela Secretaria de Agricultura do Estado de PE/Sociedade Nordestina de Criadores.

Sob a Coordenação Maria de Lourdes Couceiro Silveira

e com a Supervisão desta Pró-Reitoria de Extensão.

Realizado no Parque do Cordeiro - PE *no período de* 09 a 16 de novembro de 2003.

Recife, 09 de dezembro de 2003.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Coordenador da Educação Continuada
Prof. Edson Ferreira da Silva
Coordenador de Educação Continuada
UFRPE

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE
Profª Sheila Mª Bretas Bittar
Pró-Reitora de Extensão da UFRPE
UFRPE

Pró-Reitoria de Extensão - UFRPE
COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

N.º de Ordem:

Livro n.º: 01/2003 Reg. às fls. 93

Em, 09 / Dezembro / 2003

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape 6

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que o prof. **VICTOR CASIMIRO PISCOYA,**ministrou a disciplina de Língua Espanhola no curso de Auxiliar de Serviços de Bar, Cozinha e Restaurante, através do projeto de Capacitação e Desenvolvimento Pessoal e Social de Jovens para área de Hotelaria e outros segmentos do Setor de Turismo, desenvolvido através do convênio UFRPE/MAMER, no período de 09/10/2003 a 10/11/2003 com 90 horas de aula.

Recife , 10 de Novembro de 2003.

Profa. Joseana Maria Saraiva,
Coordenadora do Projeto.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº043/2005.

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições Legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve designar os Docentes: MARCUS METRI CORRÊA, MANOEL VIEIRA DE FRANÇA e VICTOR CASIMIRO PISCOYA, para comporem, sob a Presidência do primeiro a Comissão de Elaboração de Normas para Gestão de Cursos de Extensão, que use as instalações físicas do DTR/UFRPE.

C u m p r a – s e

Recife, 22 de setembro de 2005.

Prof. **Rônaldo Freire de Moura**
Diretor do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

CERTIFICADO

Certificamos que **VICTOR CASIMIRO PISCOYA**

Participou da Ação de Extensão **Curso: "Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle"**

Na qualidade de **Participante**

Promovido pelo(a) **Departamento de Tecnologia Rural e Curso de Gastronomia e Segurança Alimentar**

Sob a Coordenação **Prof. Irineide Teixeira de Carvalho**

e com a supervisão desta Pró-Reitoria de Extensão. **Carga horária: 20h.**

Realizado **na sala de seminário do CEGOE**

No **período de 11 a 15 de julho de 2005**

Recife, 14/07/05

Coordenador(a) de Educação Continuada

Prof. João Gilberto de Farias Silva
Coordenador de Educação Continuada
PRAE-UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Pró-Reitor(a) de Extensão da UFRPE

Prof. Paulo Donizéti Siepierski
Pró-Reitor de Extensão
UFRPE

Pró-Reitoria de Extensão - UFRPE

COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Nº de Ordem: 22

Livro Nº.: D/05 Certificação: 41/05

Em, 14/07/05

.....

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:
- Pré-requisitos, PPHO, GMP e POP'S;
- Definições do APPCC;
- Sete princípios do APPCC;
- Determinação dos perigos;
- Plano resumo e auditoria.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Semana de Engenharia Florestal

Sustentabilidade dos Ecossistemas Florestais

30 anos Engenharia Florestal

Confere com Original

Sônia Maria Pontual Soriano
Secretária Adm. do DTR/UFRPE

CERTIFICADO

Certificamos que **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** ministrou o minicurso **"Utilização de Moto Serra"** na **SEMANA DE ENGENHARIA FLORESTAL - 30 Anos da Engenharia Florestal no Nordeste: Sustentabilidade dos Ecossistemas Florestais** realizado pelo Programa de Educação Tutorial - Eng.ª Florestal e Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco no período de 23 a 25 de agosto de 2005 no Departamento de Ciência Florestal com carga horária de 12 horas.

Confere com o original

Siape

Professora Ana Lúcia Farrola Feitosa
Coordenadora do Evento

Professor Luiz Carlos Marangon
Diretor do Departamento de Ciência Florestal

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

CERTIFICADO

Certificamos que VICTOR CASIMIRO PISCOYA

Participou da Ação de Extensão 65ª Exposição de Animais e Produtos Derivados, no Stand da UFRPE, Coordenando o Projeto Intitulado: "LIXO: UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS FLORESTAIS NA SUSTENTABILIDADE DAS FAMILIAS DE BAIXA RENDA".

Na qualidade de Coordenador(a) do Projeto

Promovido pelo(a) Secretaria de Agricultura do Estado de Pernambuco e Sociedade Nordestina de Criadores.

Sob a Coordenação do(a) Mesmo(a)

e com a Supervisão desta Pró-Reitoria de Extensão. Com carga horária de 24(vinte e quatro) horas.

Realizado No Parque de Exposição de Animais no Cordeiro - Recife/PE.

No Período de 11 a 19 de novembro de 2006.

Recife, 19 de março de 2007.

Coordenador(a) de Integração Comunitária

Fátima Navarro
Coordenadora de Integração Comunitária
UFRPE - PRAE

Confere com o original

Siape

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE

Prof. Paulo Donizéti Siepierski
Pró-Reitor de Extensão
UFRPE

Pró- Reitoria de Extensão - UFRPE

COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Nº de Ordem: _____

Livro nº 01/2007 *Reg. às fls.* 143

Em, 21 / março / 2007

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

CERTIFICADO

Certificamos que VICTOR CASIMIRO PISCOYA

Participou da Ação de Extensão Projeto Intitulado: "UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS FLORESTAIS NA SUSTENTABILIDADE DAS FAMILIAS DE BAIXA RENDA", apresentado durante a 65ª Exposição de Animais e Produtos Derivados, no Stand da UFRPE.

Na qualidade de Coordenador do Projeto

Promovido pelo(a) Secretaria de Agricultura do Estado de Pernambuco e Sociedade Nordestina de Criadores.

Sob a Coordenação do Mesmo

e com a Supervisão desta Pró-Reitoria de Extensão. Com carga horária de 24(vinte e quatro) horas.

Realizado No Parque de Exposição de Animais no Cordeiro – Recife/PE.

No Período de 11 a 19 de novembro de 2006.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Recife, 19 de setembro de 2007.

Coordenador(a) de Integração Comunitária

Fátima Navarro
Coordenadora de Integração Comunitária
UFRPE - PRAE

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE

Prof. Paulo Donizeti Siepierski
Pró-Reitor de Extensão
UFRPE

Pró- Reitoria de Extensão - UFRPE

COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Nº de Ordem: _____

Livro nº 03/07 *Reg. às fls.* 86

Em, 20 /Setembro/2007.

Confere com o original

Moacyr Gurnia Filho
Siape

Confere com

Sônia Maria Pontual Soriano
Secretaria Adm. do DTR/UFRPE.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

CERTIFICADO

Certificamos que VICTOR CASIMIRO PISCOYA

Participou da Ação de Extensão Projeto Intitulado: "CONHECIMENTOS BÁSICOS DA PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS", apresentado durante a 65ª Exposição de Animais e Produtos Derivados, no Stand da UFRPE.

Na qualidade de Coordenador do Projeto

Promovido pelo(a) Secretaria de Agricultura do Estado de Pernambuco e Sociedade Nordestina de Criadores.

Sob a Coordenação do Mesmo

e com a Supervisão desta Pró-Reitoria de Extensão. Com carga horária de 24(vinte e quatro) horas.

Realizado No Parque de Exposição de Animais no Cordeiro Recife/PE.

No Período de 11 a 19 de novembro de 2006.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Recife, 19 de setembro de 2007.

Coordenador(a) de Integração Comunitária

Fátima Navarro
Coordenadora de Integração Comunitária
UFRPE - PRAE
UFRPE

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE

Prof. Paulo Donizeti Siepierski
Pró-Reitor de Extensão
UFRPE

Pró- Reitoria de Extensão - UFRPE

COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Nº de Ordem _____

Livro nº 03/07 *Reg. às fls.* 86

Em, 20 [illegible]

_____ _____

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº01/2011.

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições Legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve tornar sem efeito a Portaria nº16/2009 e ao mesmo tempo designar os Docentes: Simone Maria da Silva, Amanda de Morais Oliveira, Anildo Monteiro Caldas, Inaldo Galdino de Menezes, Laércia da Rocha Fernandes Lima, Manasses Mesquita da Silva, Manoel Vieira de França, Leocádia Terezinha Cordeiro Beltrame e Victor Casimiro Piscoya, para comporem, sob a Presidência da primeira a Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural da UFRPE.

C u m p r a – s e

Recife 22 de março de 2011

Prof. Marcus Metri Corrêa
Diretor do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Roacyr Gurma Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº32/2013.

O Diretor Pró-Tempore do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco,no uso de suas atribuições Legais e de acordo com o Regi mento desta Universidade,

Resolve tornar sem efeito a Portaria nº20/2011 e ao mesmo tempo designar os Docentes: Simone Maria da Silva, Amanda de Morais Oliveira Siqueira, Inaldo Galdino de Menezes, José Aécio Corrêa de Araújo, Manoel Vieira de França, e Victor Casimiro Piscoya, para comporem, sob a Presidência da primeira a Comissão Permanente de Extensão do Departamento de Tecnologia Rural da UFRPE.

C u m p r a – s e

Recife.. 12 de novembro de 2013

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto
Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
SECRETARIA GERAL DOS CONSELHOS DA ADMINISTRAÇÃO SUPERIOR
CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

RESOLUÇÃO Nº 245/2013.

EMENTA: Oficializa Projeto de Extensão intitulado: "BAMBÚ: CULTURA, UTILIZAÇÃO E PERSPECTIVAS PARA A REGIÃO NORDESTE", sob a responsabilidade do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade.

A Presidente do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições e tendo em vista o disposto no Parágrafo 6º do artigo 15 do Estatuto da Universidade e considerando os termos da Decisão Nº 022/2013 da Câmara de Extensão deste Conselho, em sua I Reunião Ordinária, realizada no dia 10 de junho de 2013, exarada no Processo UFRPE Nº 23082.012288/2007

R E S O L V E:

Art. 1º - Oficializar, em sua área de competência, o Projeto de Extensão intitulado: "BAMBÚ: CULTURA, UTILIZAÇÃO E PERSPECTIVAS PARA A REGIÃO NORDESTE", sob a responsabilidade do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade, no período de 11 a 18 de novembro de 2007, tendo como Coordenador o Professor VICTOR CASSIMIRO PISCOYA e como colaboradores os discentes DEYSE ALMEIDA LINS, WAGNER ANTONIO BARATA, GLAIDASE DANIELLE DUTRA DE ALCANTARA SANTOS, JOSEMÁRIO LUCENA DA SILVA, JOSÉ AGEU BRITO DE BARROS JUNIOR e MONICA CECÍLIA BORBA DE ARAÚJO NOVAES, cujo o objetivo é difundir aos participantes o conhecimento das variedades de bambu e suas diferentes alternativas de uso, visando um incremento na renda familiar, conforme consta no processo acima mencionado.

Art. 2º - Revogam-se as disposições em contrário.

SALA DOS CONSELHOS DA UFRPE, em 13 de junho de 2013.

PROFA. MARIA JOSÉ DE SENA
= PRESIDENTE =

Confere com o original

Confere com o original assinado pela Reitora e arquivado nesta Secretaria Geral.

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº035/2013.

O Diretor Pró-Tempore do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições Legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve tornar sem efeito a Portaria nº13/09 e ao mesmo tempo designar os Docentes: Fernando Cartaxo Rolim Neto – Presidente, José Aécio Correia de Araújo, Neide Kazue Sakugawa Shinohara, Sérgio Monthezuma Santoianni Guerra e Victor Casimiro Piscoya para comporem a Comissão Permanente de Pesquisa do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade.

C u m p r a – s e

Recife, 19 de novembro de 2013

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto
Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

Universidade Federal Rural de Pernambuco

XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão
09 a 13 de dezembro de 2013
Recife-Garanhuns-Serra Talhada (PE)

UFRPE

XIII CONID

XXIII CIC

XIV SIMPÓS

XIII CONEX

XII CONEX

III CITI

Certificamos que **VICTOR CASIMIRO PISCOYA** participou, na qualidade de **AVALIADOR** de apresentações painel, da **XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE (JEPEX 2013)** realizada no período de 09 a 13 de dezembro de 2013.

Confere com o original

Siape

Profa. Maria Madalena Pessoa Guerra
Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Profa. Mônica Maria Lins Santiago
Pró-Reitora de Ensino e Graduação

Prof. Delson Laranjeira
Pró-Reitor de Extensão

CAPES

CNPq

FINEP

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

Ministério da Ciência e Tecnologia

GOVERNO FEDERAL BRASIL PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Certificado

Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Superintendência de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas
Coordenação de Desenvolvimento de Pessoas

UFRPE

Certificamos que **Victor Casimiro Piscoya** **participou do Treinamento para o SCDP**, realizado no Departamento de Educação da UFRPE-RECIFE, no dia 31/10/2016, perfazendo uma carga horária total de **03h/a**.

Portador do Certificado

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Coordenadora da CDP

Superintendente da SUGEP

SUGEP
SUPERINTENDÊNCIA DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Treinamento no Sistema de Concessão de Diárias e Passagens.

SUGEP- UFRPE
Coordenação de Desenvolvimento de Pessoas
Divisão de Desenvolvimento de Competências

REGISTRADO EM LIVRO

Pág. 47

EM. 17/11/16

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOMETRIA E ESTATÍSTICA APLICADA

D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos para os devidos fins que o Professor **Victor Casimiro Piscoya** matrícula SIAPE 0384195, esteve participando do Projeto de Extensão intitulado: "Produção orgânica e agroecologia no Sertão do Pajeú/PE: visão estratégica a partir da criação de Núcleo de Extensão Agrícola (NEA) para a melhoria da qualidade de vida nas comunidades de Poço do Serrote e Três Irmãos", entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e o Instituto Federal e Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), entre os anos de 2017 a 2018.

Recife, 18 de setembro de 2018.

Prof. Moacyr Cunha Filho
Coordenador Substituto

Prof. Moacyr Cunha Filho
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Biometria e Estatística Aplicada

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ATIVIDADES DE EXTENSÃO

CERTIFICADO DE RECONHECIMENTO

A(o) Prof. VICTOR CASIMIRO PISCOVA

pela relevante colaboração prestada a UFRPE como Conferencista, no dia 13/5/82, do II SIMPÓSIO DE ASSUNTOS FLORESTAIS, realizado no período de 10 a 13/5/1982.

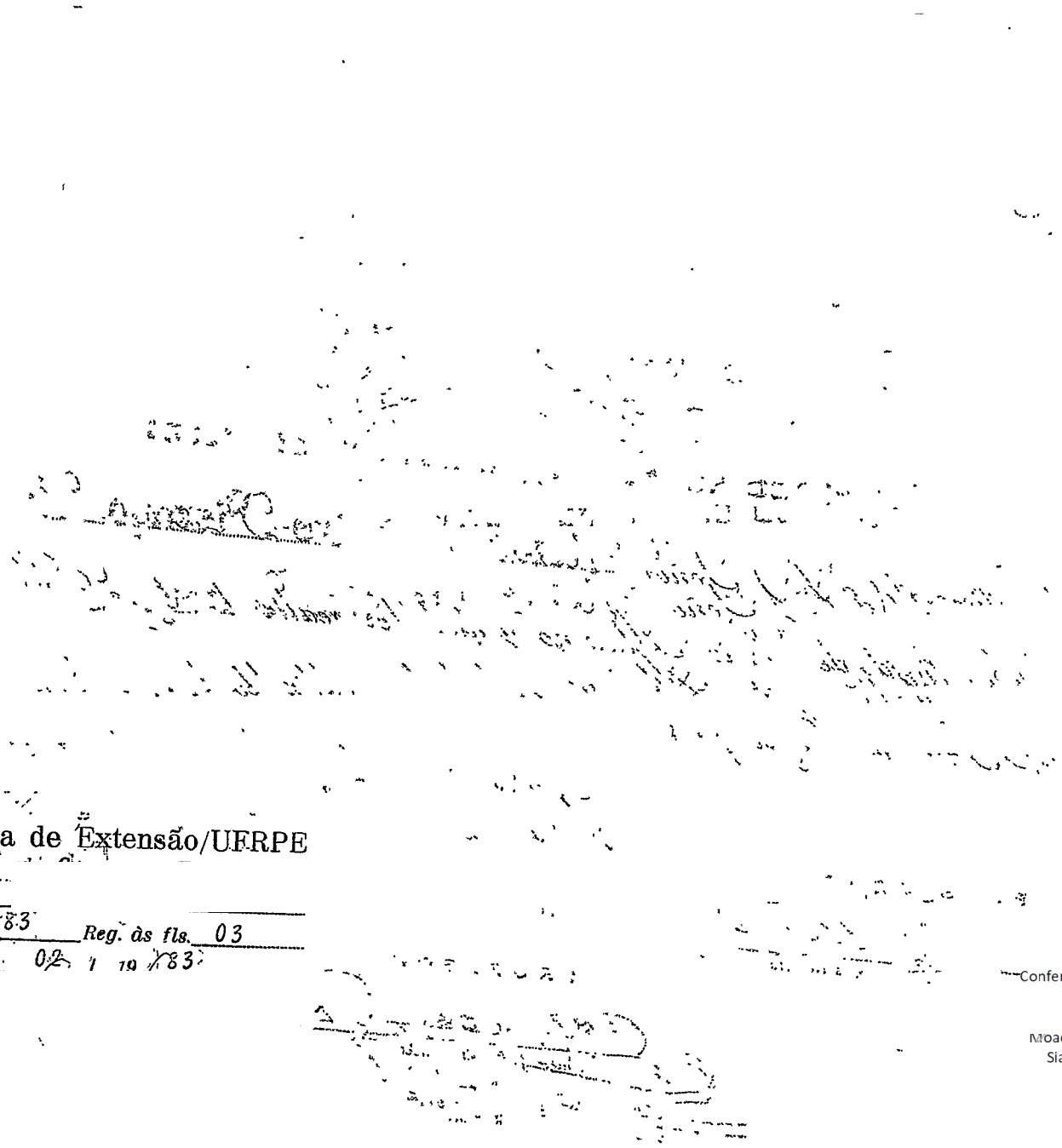
Recife, 18 de fevereiro de 1983.

Coordenador do Evento

Pró-Reitor de Atividades de Extensão
Prof. Espedito Meira Coucciro

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape



Pró-Reitoria de Extensão/UFRPE
Coordenadoria
Nº de Ordem
Livro Nº 01/83 *Reg. às fls.* 03
EM 18 / 02 / 1983

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
Rua Prof. Moraes Rêgo, s/n , Cidade Universitária
50.670-901 Recife - PE

Telefone: (081) 271 8352
Fax: (081) 271 8350
E-Mail: eccb@npd.ufpe.br

INFORMAÇÃO

Informo para os devidos fins, que o Prof. **VICTOR CASSIMIRO PISCOYA**, proferiu à convite da Professora Jarcilene Silva de Almeida Cortez, em dois de junho do corrente ano, uma palestra dentro da disciplina Botânica Econômica, sobre "Técnicas de Análises de Sistema Aplicadas a Colheita e Transporte de Madeira". SECRETARIA DO DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, em 06 de novembro de 2000.

Prof. José Vicente da Silva
Chefe do Deptº Botânica UFPE

Confere com o original

Moacyr Gama Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO

CERTIFICADO

Certificamos que **Victor Casimiro Piscoya** participou como palestrante da V SEMANA DE ECOLOGIA DA UFRPE, sobre o tema "ÁGUA: ECOLOGIA, GESTÃO E CONSERVAÇÃO", realizada no Prédio Central da UFRPE, no dia 20 DE NOVEMBRO DE 2013, com carga horária de 2 horas, promovido pelo PET Ecologia, sob a coordenação da Professora Ana Carolina Borges Lins e Silva e supervisão desta Pró-Reitoria de Extensão, com a mesa redonda intitulada "**Agricultura Irrigada e Gestão dos Recursos Hídricos com a Integração do Meio Ambiente**".

Recife, 18 de Novembro de 2013.

Coordenador de Educação Continuada
Prof. João Morais de Sousa

Confere com o original
Moacyr Cunha Filho
Siape

Pró-Reitor de Extensão da UFRPE
Prof. Delson Laranjeira

Pró- Reitoria de Extensão - UFRPE
COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Nº de Ordem:
Livro nº 04 -13 **Reg. às fls.** 99
Em, 13 / 11 / 2013

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 157/82-GR, de 11 de novembro de 1982

O VICE-REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no exercício da Reitoria, no uso de suas atribuições legais e tendo em vista o Processo UFRPE Nº 8397/82,

RESOLVE designar os docentes abaixo relacionados, para Coordenador e Vice-Coordenador, respectivamente, do Curso de Engenharia Florestal, com mandatos de 2 (dois) anos, a partir desta data, na forma do Art. 52, § 3º do Regimento Geral desta Universidade:

COORDENADOR

Prof. Assistente NIVALDO EDUARDO RIZZI

VICE-COORDENADOR

Prof. Assistente VICTOR CASIMIRO PISCOYA.

(PROF. MURILO SALGADO CARNEIRO)
- Vice-Reitor, no exercício da Reitoria -

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 147/82-GR, de 04 de novembro de 1982

O VICE-REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no exercício da Reitoria, no uso de suas atribuições legais e tendo em vista o Memorandum nº 013/GR/82,

RESOLVE designar os Professores Assistentes VICTOR CASIMIRO PISCOYA e NIVALDO EDUARDO RIZZI, do Departamento de Agronomia, respectivamente, Titular e Suplente na execução, em nome desta Universidade, como Órgão Executor, do Convênio SUBIN 064/82, celebrado entre a Secretaria de Cooperação Econômica e Técnica Internacional da Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Secretaria Geral do Ministério da Educação e Cultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE e a Universidade Federal do Paraná - UFPR, para execução do Projeto "Formação de Recursos Humanos em Florestas de Áreas Úmidas e Semi-Áridas no Nordeste do Brasil".

(PROF. MURILO SALGADO CARNEIRO)
- Vice-Reitor, no exercício da Reitoria -

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Recife, 02 de fevereiro de 1983

PORTARIA Nº 04/83-DEPA

O Professor Adjunto Domicio Alves Cordeiro, Respondendo pela Diretoria do Departamento de Agronomia, "Ad referendum" do Conselho Técnico Administrativo, no uso de suas atribuições.

R E S O L V E,

Designar o Professor Assistente Victor Casimiro Piscoya, para membro suplente do cargo de "Supervisor da Área de Floresta" do mencionado Departamento.

Prof. Domicio Alves Cordeiro
-Resp. p/ Diretoria-

Confere com o original

Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº02/88

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em uso de suas atribuições legais e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve designar o Professor Adjunto VICTOR CASSIMIRO PISCOYA Suplente do Supervisor da Área de Mecânica Agrícola até ulterior deliberação.

C u m p r a - s e
Recife, 27 de abril de 1988

Prof. Naldo Halliday Pires Ferreira
[Diretor - DTR/UFRPE]

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº07/2000.

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições Legais, e de acordo com o regimento desta Universidade,

Resolve tornar sem efeito a Portaria Nº01/98, e ao mesmo tempo designar o Professor VICTOR CASIMIRO PISCOYA para ocupar o cargo de Supervissor da Área de Mecânica Agícola do DTR/UFRPE, pelo período de dois anos a partir de 30/jun/2000 a 30 /jun/2002.

C u m p r a - s e

Recife, 30 de junho de 2000.

Prof. Romero Falcão Bezerra de Vasconcelos
Diretor do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 722/2004-GR, de 14 de dezembro de 2004.

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, *no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no PROCESSO UFRPE Nº 23082.010124/2004,*

RESOLVE designar o servidor ***VICTOR CASIMIRO PISCOYA,*** *do Quadro Único de Pessoal desta IFES, ocupante do cargo de Professor Adjunto, nível 04, lotado no Departamento de Tecnologia Rural, Matrícula SIAPE nº 0384195, como Substituto Eventual da Coordenadoria do Curso de Gastronomia e Segurança Alimentar da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação, a partir de 27.09.2004, conforme Memo nº 115/2004, de 23.09.2004.*

VALMAR CORRÊA DE ANDRADE
REITOR

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº034/2005.

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições Legais, e de acordo com o Regimento des ta Universidade,

Resolve designar o Professor **VICTOR CASIMIRO PISCOYA,** para ocupar o cargo de Supervisor da Área de Mecânica Agrícola do DTR/UFRPE, pelo período de dois (2) anos a partir do dia 03 de agosto de 2005 a 03 dc agosto dc 2007, cm substituição do Profcssor ANTÔNIO TRAVASSOS SOBRINHO, para afastamento de Doutorado.

C u m p r a – s e

Recife. 03 de agosto de 2005.

Prof. **Ronaldo Freire de Moura**
Diretor do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 350/2016-GR, 02 de maio de 2016.

A REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no Processo UFRPE Nº 23082.005999/2016-91,

RESOLVE:

DESIGNAR para a **Função *pro tempore* de Diretor do Departamento de Tecnologia Rural (FG-01)**, o(a) servidor(a) **VICTOR CASIMIRO PISCOYA**, do Quadro Único de Pessoal desta IFES, Matrícula SIAPE nº. 384195, **a partir de 1º/04/2016**, tendo em vista o afastamento de Marcus Metri Correa, titular da Função, conforme Resolução nº. 44/2016-GR, de 17/03/2016, do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão.

MARIA JOSÉ DE SENA
REITORA

Universidade Federal Rural de PE
Profª. Maria José de Sena
Vice-Reitora no Exercício da Reitoria

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
FOLHA Nº 31
RUBRICA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº. 969/2017-GR, de 10 de agosto de 2017

A REITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no Processo UFRPE nº. 23082.005861/2017-73,

RESOLVE:

DESIGNAR para Coordenadora e Fiscal do Convênio de Cooperação Técnica, Científica e Financeira celebrado entre o Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), os servidores abaixo relacionados:

Nome	Nº. SIAPE	Designação
Soraya Giovanetti El-Deir	6435762	Coordenadora
Victor Casimiro Piscoya	0384195	Fiscal

MARIA JOSÉ DE SENA
REITORA

Confere com o original
Siape

Erasmus+ **Ação Modelo 1**

- Mobilidade para estudantes e funcionários -

Mobilidade para Estudantes e Funcionários na Educação Superior

Acordo [1] Interinstitucional 2018-2021[2]

entre instituições do Programa e Países Parceiros[3]

[Requisitos Mínimos][4]

As instituições listadas abaixo concordam em cooperar para a mobilidade de estudantes e/ou funcionários no contexto do Programa Erasmus+. Elas se comprometem a respeitar os requisitos de qualidade da carta Erasmus para a Educação Superior em todos os aspectos da organização e manutenção da mobilidade, em particular do reconhecimento dos créditos (ou equivalentes) alcançados pelos alunos da instituição parceira. As instituições também se comprometem ao gerenciamento transparente e correto do financiamento enviado a eles através do Erasmus+.

A. Informação sobre as instituições de educação superior

Nome completo da instituição / país	Código Erasmus ou cidade[5]	Detalhes para contato[6] (email, telefone)	Website (ex. do catálogo dos cursos)
Universidade Transilvânia de Brasov **ROMÊNIA**	RO BRASOV01	**Coordenador Institucional** [Nome] Prof. Dr. Eng. Simona LACHE e-mail: slache@unitbv.ro Erasmus Office B-dul Eroilor nr 29, RO-500036 Brasov. Romania [redacted]: +40 268473473 incoming@unitbv.ro **Coordenador do Departamento** [Nome] Assoc. Prof. Dr. Nicolae MARINESCU e-mail: marinescu@unitbv.ro	https://www.unitbv.ro/en/international.html

[1] Acordos interinstitucionais podem ser assinados entre duas ou mais Instituições de Ensino Superior (IES), quando ao menos uma destas esteja localizada em um País do Programa Erasmus+.

[2] Instituições de Educação Superior devem concordar com o período de validade deste acordo.

[3] Os países do Programa Erasmus+ são os 28 países da UE, os países do EFTA e outros países europeus como definido na Chamada para propostas. Países parceiros elegíveis estão listados no Guia do Programa.

[4] Cláusulas podem ser adicionadas a este modelo de acordo para melhor refletir a natureza da parceria institucional.

[5] Instituições de Ensino Superior (IES) dos Países do Programa Erasmus+ devem indicar seu código Erasmus enquanto IES de Países Parceiros devem mencionar a cidade onde estão localizadas.

[6] Detalhes para contato do responsável pelo acordo.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape [redacted]

Visto
Reitora
UFRPE

Universidade Federal Rural de Pernambuco UFRPE **Número PIC:** 948732751	Recife-PE, Brasil CEP 52171-900	**Coordenador do Departamento** [Nome] Prof. Dr. Victor Casimiro Piscoya e-mail: victor.piscoya@ufrpe.br Fone: +55(81)3320-6277 Celular: +55(81)99912-5477 **Vice-Coordenador** Prof. Dr. Moacyr Cunha Filho e-mail: moacyr2006@gmail.com Fone: +55(81)3320-6490 Celular: +55(81)99954-5977 **Coordenador Institucional** [Nome] Profa. Dra. Rita de Cássia Carvalho MAIA Assessora da Cooperação Internacional e-mail: rita.carvalho@ufrpe.br Fone: +55(81)3320-6010	http://ufrpe.br

B. Número de Mobilidades[7] por ano acadêmico

DE [Código Erasmus ou cidade da Instituição de Envio]	PARA [Código Erasmus ou cidade da Instituição de acolhimento]	*Código da área da Disciplina* * [ISCED]	*Nome da área da Disciplina* *	*Ciclo de Estudo [curta duração, 1st, 2nd or 3rd]* *	Número de períodos de mobilidade estudantil	
					Mobilidade Estudantil por Estudos *[Número total de meses dos períodos de estudo ou média de duração*]*	*Mobilidade Estudantil por Tutores* *
RO BRASOV01	UFRPE 948732751	041	Administração	1º 2º 3º	8 meses (2 estudantes x 4 meses)	
UFRPE 948732751	RO BRASOV01	041	Administração	1º 2º 3º	8 meses (2 estudantes x 4 meses)	

*[*Opcional: código da área da disciplina & nome e ciclo de estudo são opcionais.]*

[7] Números de mobilidade podem ser fornecidos pelas instituições de envio/acolhimento e por cada campo educacional (opcional*: *http://www.uis.unesco.org/Education/Pages/international-standard-classification-of-education.aspx)*

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho

Visto
Reitoria
UFRPE

DE [Código Erasmus da Instituição de Envio]	PARA [Código Erasmus da Instituição de acolhimento]	*Código da área da Disciplina* * [ISCED]	*Nome da área da Disciplina* *	Número de períodos de mobilidade de funcionários	
				Mobilidade de Funcionários para o Ensino *[Número total de dias dos períodos de ensino ou média de duração*]*	*Mobilidade de Funcionários para Treinamento* *
RO BRASOV01	UFRPE 948732751	041	Administração	14 dias (2 x 1 semana)	14 dias (2 x 1 semana)
UFRPE 948732751	RO BRASOV01	041	Administração	14 dias (2 x 1 semana)	14 dias (2 x 1 semana)

C. Nível recomendado de idioma

A instituição de envio, seguindo o acordo com a instituição de acolhimento, é responsável por providenciar apoio ao seus candidatos nomeados para que eles possam atingir o nível de idioma recomendado no início do período de estudo ou ensino:

Instituição de envio [Código Erasmus ou cidade]	*Opcional: Área da Disciplina*	Idioma de instrução 1	Idioma de instrução 2	Nível de idioma de instrução recomendado [8]	
				Mobilidade Estudantil por Estudos *[Nível mínimo recomendado: B1]*	Mobilidade de Funcionários para Ensino *[Nível mínimo recomendado: B2]*
RO BRASOV01		Romeno	Inglês*	B1 – Romeno or Inglês*	B2 – Romeno or Inglês*
UFRPE 948732751		Português Brasileiro	Inglês*	B1 – Português Brasileiro ou Inglês	B2 – Português Brasileiro ou Inglês

* Apenas para programas de estudo ensinados em Inglês. Contudo, estudantes podem receber suporte em Inglês (bibliografia e avaliação).

Para maiores detalhes sobre a as recomendações da língua de instrução, acesar o catálogo de cursos de cada instituição [Links fornecidos na primeira página].

D. Respeito a princípios fundamentais e outros requerimentos de mobilidade

A instituição de educação superior localizada em um dos **Países do Programa** Erasmus+ deve respeitar a Carta Erasmus para a Educação Superior da qual deve fazer parte. A carta pode ser localizada em:https://eacea.ec.europa.eu/erasmus-plus/actions/erasmus-charter_en

[8]Para um entendimento mais fácil e consistente dos requisitos de idioma, o uso do Modelo Comum Europeu de Referência de Idiomas (CEFR) é recomendado, emhttp://europass.cedefop.europa.eu/en/resources/european-language-levels-cefr

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Visto
Reitoria
UFRPE

A instituição de educação superior localizada em um dos **Países do Programa** Erasmus+ deve respeitar os seguintes princípios de requerimentos:

A instituição de educação superior concorda em:

- Respeitar por inteiro os princípios de não-discriminação e promover e garantir acesso e oportunidades iguais aos participantes de mobilidade de todos os extratos sociais, em particular de grupos vulneráveis.
- Aplicar um processo de seleção que seja justo, transparente e documentado, garantindo oportunidades iguais aos participantes elegíveis para mobilidade.
- Garantir e reconhecer de forma satisfatória atividades completas de mobilidade estudantil e, quando possível, treinamentos de seus estudantes de mobilidade.
- Não cobrar taxas, no caso de mobilidade de créditos, para estudantes em chegada para matrícula, mensalidade, exames ou acesso ao laboratório e bibliotecas. Entretanto, eles podem ser cobrados por pequenas taxas equiparadas aos estudantes locais para custos como seguro, sindicatos estudantis, e o uso de material de estudos.

A instituição de educação superior localizada em um dos **Países do Programa** Erasmus+ também se compromete a:

Antes da mobilidade

- Fornecer informações dos cursos (conteúdo, nível, abrangência, idioma) com bastante antecedência aos períodos de mobilidade, para que haja transparência a todas as partes e permitir que estudantes de mobilidade façam escolhas bem informadas sobre os cursos que irão seguir.
- Garantir que participantes estejam bem preparados para a mobilidade, incluindo ter alcançado o nível necessário de proficiência de idioma.
- Garantir que o propósito de estudantes e funcionários de mobilidade para educação ou treinamento seja baseado em um acordo de aprendizado para estudantes e em um acordo de mobilidade para funcionários, validados previamente entre as instituições de envio e de acolhimento e os participantes de mobilidade.
- Fornecer assistência relacionada a obtenção de vistos, quando necessário, para participantes de mobilidade vindo ou voltando. Custos para vistos podem ser acobertados com a bolsa de mobilidade. Ver a informação em "vistos" para detalhes de contato.
- Fornecer assistência relacionada a obtenção de seguros, quando necessário, para participantes de mobilidade vindo ou voltando. A instituição do País Parceiro deve informar os participantes de mobilidade sobre casos em que o custo com o seguro não será automaticamente acobertado. Custos para seguros podem ser acobertados com a bolsa do apoio organizacional. Ver a informação em "seguros" para detalhes

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Visto
Reitoria
UFRPE

de contato.

- Fornecer orientação para participantes de mobilidade em chegada para achar acomodação. Ver a informação em "acomodação" para detalhes de contato.

Durante e após a mobilidade

- Garantir serviços e tratamento acadêmico igual para estudantes e servidores da casa e participantes de mobilidade e integrar participantes em chegada à rotina da instituição, e ter um lugar apropriado para receber e orientar os alunos de mobilidade assim como um apoio linguístico apropriado para os participantes em chegada.

- Aceitar todas as atividades indicadas no acordo de aprendizado como válidas na aquisição do diploma, ao passo que estas tenham sido completadas de forma satisfatória pelos estudantes de mobilidade.
- Fornecer, sem custos, aos estudantes de mobilidade e às instituições de envio, históricos em Inglês ou na língua da instituição de envio, contendo um histórico integral, preciso e atualizado do seu desempenho ao final do período de mobilidade.
- Apoio à reintegração dos participantes e fornecer oportunidade, ao retorno, de fazerem uso de suas experiências para benefício da Instituição e seus pares
- Assegurar que funcionários recebam reconhecimento pelo ensino e atividades de treinamento realizadas durante o período de mobilidade, baseado em um acordo de mobilidade.

E. Requerimentos Adicionais

[A ser completado se necessário. Outros requerimentos podem ser adicionados em aspectos organizacionais ou acadêmicos, ex. o critério de seleção para estudantes e funcionários; medidas para preparação, recebimento e integração de estudantes e/ou funcionários de mobilidade incluindo preparação cultural antes da mobilidade; as ferramentas de reconhecimento utilizadas]

[Favor especificar se as instituições tem infraestrutura para receber estudantes e funcionários com deficiência.]

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siap

Visto
UFRPE

RO BRASOV01:

A seleção/preparação/integração de estudantes e funcionários em chegada serão realizadas de acordo com os princípios da Carta Erasmus de Universidades. Informações adicionais são encontradas em https://www.unitbv.ro/en/international.html

Universidades parceiras irão enviar uma lista de nomeação detalhadas com os beneficiários da mobilidade Erasmus, por e-mail, para incoming@unitbv.ro, junto aos documentos necessários. Os documentos necessários serão enviados por e-mail (formato pdf) e os originais por correios para o endereço do Escritório Erasmus.

Poderemos especificar em tempo hábil, caso solicitado, se as necessidades especiais de estudantes e funcionários com deficiência poderão ser satisfeitas.

UFRPE 948732751

A seleção/preparação/integração de estudantes e funcionários em chegada serão realizadas de acordo com os princípios da Carta Erasmus de Universidades. Informações adicionais são encontradas em intercoop.reitoria@ufrpe.br

F. Calendário

1. Aplicações/informações sobre estudantes nomeados devem chegar à instituição de acolhimento por:

Instituição de Acolhimento [Código Erasmus ou cidade]	Termo de Outono* [mês]	Termo de Primavera* [mês]
RO BRASOV01	15 de Junho	15 de Dezembro
UFRPE 948732751	15 de Julho	15 de Fevereiro

[a ser adaptado em caso de um sistema por trimestre]*

2. A instituição de acolhimento irá enviar sua decisão dentro de [x] semanas.

RO BRASOV01 irá enviar à instituição parceira sua decisão dentro de no máximo 4 semanas da recepção dos documentos requeridos, de acordo com as informações obtidas em https://www.unitbv.ro/en/international.html

UFRPE 948732751 irá enviar à instituição parceira sua decisão dentro de no máximo 4 semanas da recepção dos documentos requeridos, de acordo com as informações obtidas em intercoop.reitoria@ufrpe.br

3. Um Histórico Acadêmico irá ser emitido pela instituição de acolhimento até [xx] semanas após o período de avaliações terminar na IES de acolhimento. [Normalmente não deve exceder cinco semanas de acordo com o guia da Carta Erasmus de Educação Superior]

RO BRASOV01: Um histórico acadêmico será emitido pela RO BRASOV01 em não mais do que 4 semanas após o período de avaliação terminar, e enviado por correios para a instituição de envio.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

Visto
Reitora
UFRPE

UFRPE 948732751: Um histórico acadêmico será emitido pela UFRPE 948732751 em não mais do que 4 semanas após o período de avaliação terminar, e enviado por correios para a instituição de envio.

4. Término do acordo

NO evento de um término unilateral, um aviso prévio de ao menos um ano acadêmico deve ser feito. Isso significa que uma decisão unilateral de descontinuar o intercâmbio notificada pela outra parte em 1º de setembro 20xx terá efeito apenas em 1º de setembro de 20xx+1. Nem a Comissão Europeia nem as Agências Nacionais podem ser responsabilizadas em caso de conflito.

G. Informação

1. Sistemas de Notas das Instituições

[é recomendado que as instituições de acolhimento providenciem a estatística da distribuição de notas de acordo com as descrições usadas no guia ECTS [9] Um link da página é suficiente. A tabela irá facilitar a interpretação de cada nota obtida pelo estudante e irá facilitar a transferência de crédito pela instituição de envio.]

RO BRASOV01

(1 crédito = 25 horas totais)
1 ano acadêmico completo = 60 créditos
1 semestre = 30 créditos
3 meses = 20 créditos
A distribuição de notas será fornecida pelo Histórico Acadêmico do estudante.

Sistema de Notas Romeno	Nota ECTS
10 = Excelente	A = Excelente
9= Muito bom	B = Muito bom
De 7 a 8 = Bom	C = Bom
6 = Satisfatório	D = Satisfatório
5 = Suficiente	E = Suficiente
De 1 a 4 = Reprovado	F = Reprovado

UFRPE 948732751

(1 crédito = 15 horas totais)
1 ano acadêmico completo = 100 créditos
1 semestre = 50 créditos
3 meses = 25 créditos
A distribuição de notas será fornecida pelo Histórico Acadêmico do estudante.

Sistema de Notas Brasileiro	Nota ECTS

[9] http://ec.europa.eu/education/tools/docs/ects-guide_en.pdf

Visto
Reitoria
UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

10 = Excelente	A = Excelente
9= Muito bom	B = Muito bom
De 7 a 8 = Bom	C = Bom
6 = Satisfatório	D = Satisfatório
5 = Suficiente	E = Suficiente
De 1 a 4 = Reprovado	F = Reprovado

2. Visto

As instituições de envio e acolhimento irão providenciar assistência, quando solicitado, em garantir os vistos para participantes de mobilidade em chegada ou partida, de acordo com os requerimentos da Carta Erasmus de Educação Superior.

Informações e assistências podem ser providenciadas pelos contatos a seguir:

Instituição [Código Erasmus ou cidade]	Detalhes para contato (email, telefone)	Site para informação
RO BRASOV01	incoming@unitbv.ro telefone: +40 268 473 473	https://www.unitbv.ro/en/international.html
UFRPE 948732751	intercoop.reitoria@ufrpe.br telefone: +55(81)3320-6010	http://ufrpe.br

3. Seguro

As instituições de envio e acolhimento irão providenciar assistência, em obter seguro para participantes de mobilidade em chegada ou partida, de acordo com os requerimentos da Carta Erasmus de Educação Superior.

A instituição de acolhimento irá informar participantes em mobilidade dos casos em que a cobertura do seguro não será automaticamente fornecida. Informações e assistências podem ser providenciadas pelos contatos a seguir:

Instituição [Código Erasmus ou cidade]	Detalhes para contato (email, telefone)	Site para informação
RO BRASOV01	incoming@unitbv.ro telefone: +40 268 473 473	https://www.unitbv.ro/en/international.html
UFRPE 948732751	intercoop.reitoria@ufrpe.br telefone: +55(81)3320-6010	http://ufrpe.br

4. Alojamento

A instituição de acolhimento irá orientar participantes de mobilidade em localizar para a localização de alojamento, de acordo com os requerimentos da Carta Erasmus de Educação Superior.

Informações e assistências podem ser providenciadas pelos contatos a seguir:

Confere com o original

Siape

Visto

UFRPE

Instituição [Código Erasmus ou cidade]	Detalhes para contato (email, telefone)	Site para informação
RO BRASOV01	incoming@unitbv.ro telefone: +40 268 473 473	https://www.unitbv.ro/en/international.html
UFRPE 948732751	intercoop.reitoria@ufrpe.br telefone: +55(81)3320-6010	http://ufrpe.br

G. ASSINATURAS DAS INSTITUIÇÕES (representantes legais)

Instituição [Código Erasmus ou cidade]	Nome, função	Data:	Assinatura[10]
RO BRASOV01	Prof. Dr. Eng. Ioan Vasile ABRUDAN, Rector	16.12.2019	
UFRPE 948732751	Profa. Dra. Maria José DE SENA Reitora		

Confere com o original

Siap

[10] Cópias digitalizadas de assinaturas ou assinaturas digitais podem ser aceitas dependendo da legislação nacional

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

Recife, 31 de agosto de 2000.

P O R T A R I A Nº014/2000-08-31

O Diretor Substituto do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais,

Resolve designar os Professores:RONALDO FREIRE DE DE MOURA, IRINEIDE TEIXEIRA DE CARVALHO, MARIO MONTEIRO ROLIM e VICTOR CASIMIRO PISCOYA, para comporem, sob a Presidência do primeiro , a Comissão de Reformulação da Resolução Nº57/88-C.U- do Capítulo V, Grupo III nos itens referente as pontuações das atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão ou outras que acharem necessária.

C u m p r a - s e

Recife, 31 de agosto de 2000

Prof. Ronaldo Freire de Moura
Substituto Eventual do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Gurma Filho
Siape

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO

CURSO DE ENG. FLORESTAL

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o Professor VICTOR CASIMIRO PISCOYA faz parte da comissão de reforma curricular do Curso de Engenharia Florestal desta universidade.

Recife, 04 de dezembro de 2001

Prof. Dr. Tadeu Jankovsk
COORDENADOR
Curso de Engenharia Florestal - UFRPE

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Victor

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPPOTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 592/2002-GR de 19 de dezembro de 2002.

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no Processo UFRPE nº 23082.006906/2002.

Resolve designar o(s) Professor(es) abaixo relacionados, do quadro Único de Pessoal desta IFES, representantes do Departamento Tecnologia Rural junto ao Colegiado de Coordenação Didática do Curso de Engenharia Florestal de 17/07/2002, de acordo com o Artigo nº 52, Parágrafo 1º do Regimento Geral desta UFRPE, conforme Decisão S/N-2002/CTA-DTR.

TITULAR

Victor Casimiro Piscoya

Manoel Vieira de França

SUPLENTE

Romero Falcão Bezerra de Vasconcelos

Laercia da Rocha Fernandes Lima

EMÍDIO CANTÍDIO DE OLIVEIRA FILHO
REITOR

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 223/04-GR, de 26 de abril de 2004.

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, no uso de suas atribuições legais e estatutárias, com delegação de competência efetivada através de Decreto de 05.03.2004, DOU de 08.03.2004, Seção 2, e tendo em vista o que consta no PROCESSO UFRPE nº23082.001169/2004.

RESOLVE designar os servidores abaixo relacionados, do Quadro Único de Pessoal desta IFES, para sob a Presidência do primeiro, comporem a Comissão de elaboração do Projeto de criação do curso "GASTRONOMIA E SEGURANÇA ALIMENTAR", conforme MEMO nº 01/04-DTR, de 11/02/2004.

1. IRINEIDE TEIXEIRA DE CARVALHO, ocupante do cargo de Professor Adjunto, Nível 4, Matrícula SIAPE nº 383952, lotada no Departamento de Tecnologia Rural; (PRESIDENTE)
2. ZENEUDO LUNA MACHADO, ocupante do cargo de Professor Adjunto, Nível 4, Matrícula SIAPE nº 384207, lotado no Departamento de Tecnologia Rural; (MEMBRO)
3. VICTOR CASIMIRO PISCOYA, ocupante do cargo de Professor Adjunto, Nível 4, Matrícula SIAPE nº 384195, lotado no Departamento de Educação; (MEMBRO)
4. JOSEANA MARIA SARAIVA, ocupante do cargo de Professor Assistente, Nível 1, Matrícula SIAPE nº 383993, lotada no Departamento de Ciências Domésticas; (MEMBRO)
5. VERA LÚCIA ALBUQUERQUE RAMALHO, ocupante do cargo de Professor Adjunto, Nível 4, Matrícula SIAPE nº 384189, lotada no Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal; (MEMBRO)
6. JOSEFA MARTINS DA CONCEIÇÃO LOPES, ocupante do cargo de Bibliotecário, Matrícula SIAPE nº 383385, lotada na Bibliote

VALMAR CORREIA DE ANDRADE
REITOR

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Confere com Original

Sônia Maria Pontual Soriano
Secretária Adm. do DTR/UFRPE

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 071/2006-GR, de 02 de fevereiro de 2006.

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, *no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no PROCESSO UFRPE Nº 23082.012299/2005,*

RESOLVE:

I- Determinar: a) com fulcro no art. 145 da Lei nº 8.112/90 a instauração de Processo Administrativo Disciplinar para apurar os fatos narrados no Processo supra citado b) autorizar, a prorrogação do prazo para conclusão dos trabalhos, por igual período, se as circunstâncias o exigirem.

II- Constituir Comissão especial de Processo Administrativo Disciplinar composta pelos servidores **Inaldo Galdino de Menezes,** *ocupante do cargo de Professor Adjunto 4, Matrícula SIAPE nº 0383949, lotado no Departamento de Tecnologia Rural;* **Vera Lúcia Albuquerque Ramalho,** *ocupante do cargo de Professor Adjunto 4, Matrícula SIAPE nº 0384189, lotada no Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal e* **Victor Casimiro Piscoya,** *ocupante do cargo de Professor Adjunto 4, Matrícula SIAPE nº 0384195, lotado no Departamento de Tecnologia Rural, para, sob a presidência do primeiro, dar cumprimento no item precedente;*

III- PUBLIQUE-SE E CUMPRA-SE.

VALMAR CORRÊA DE ANDRADE
REITOR

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PORTARIA Nº 932/2006-GR, de 28 de novembro de 2006.

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, *no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta no PROCESSO UFRPE Nº 23082.014999/2006,*

RESOLVE designar o(s) Professor(es) abaixo relacionado(s), do Quadro Único de Pessoal desta IFES, representantes do Departamento de Tecnologia Rural, junto ao Colegiado de Coordenação Didática do Curso de Bacharelado em Gastronomia e Segurança Alimentar desta Universidade, de acordo com o Artigo nº 52, Parágrafo 1º do Regimento Geral desta UFRPE, conforme Decisão Nº 096/06-CTA-DTR, de 26.10.2006.

TITULARES

Neide Kazue Sakugawa Shinohara
Renato Laurenti
José do Egito de Paiva
Celiane Gomes Maia da Silva
Inaldo Galdino de Menezes
Pedro Marinho de Carvalho Neto
Vitor Casimiro Piscoya

SUPLENTES

Ítalo Ataíde Notaro
Ênio Farias de França e Silva
Marcus Metri Corrêa
João Audifax César de Albuquerque Filho
Sérgio Monthezuma Santoianni Guerra
Héliton Pandorfi
Yuri Daniel Jatobá Costa

VALMAR CORRÊA DE ANDRADE
REITOR

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº36/2013.

O Diretor Pró-Tempore do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco,no uso de suas atribuições legais e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve designar os Docentes do DTR, abaixo relacionados para comporem a Comissão de Avaliação de Desempenho Docente do Magistério Superior (Estagio Probatório), sob a Presidência do Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE, Professor Pedro Marinho de Carvalho Neto.

JOSÉ AECIO CORREIA DE ARAUJO
VICTOR CASIMIRO PISCOYA

C u m p r a – s e

Recife, 12 de novembro de 2013.

Prof. **Pedro Marinho de Carvalho Neto**
Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº07/2014.

O Diretor Pró-Tempore do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve designar os Docentes do DTR, abaixo relacionados, para comporem a Comissão de Acompanhamento das demandas do Departamento de Tecnologia Rural, sob a Presidência do Professor Victor Casimiro Piscoya.

José Machado Coêlho Júnior
Julio da Silva Corrêa de Oliveira Andrade
Soraya Giovanetti El-Deir

C u m p r a – s e

Recife, 20 de janeiro de 2014.

Prof. Pedro Malvinio de Carvalho Neto
Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº36/2013.

O Diretor Pró-Tempore do Departamento de Tecnologia Rural ,da Universidade Federal Rural de Pernambuco,no uso de suas atribuições legais e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve designar os Docentes do DTR, abaixo relacionados para comporem a Comissão de Avaliação de Desempenho Docente do Magistério Superior (Estagio Probatório), sob a Presidência do Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE, Professor Pedro Marinho de Carvalho Neto.

JOSÉ AECIO CORREIA DE ARAUJO
VICTOR CASIMIRO PISCOYA

C u m p r a – s e

Recife, 12 de novembro de 2013.

Prof. **Pedro Marinho de Carvalho Neto**
Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

P O R T A R I A Nº035/2013.

O Diretor Pró-Tempore do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições Legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve tornar sem efeito a Portaria nº13/09 e ao mesmo tempo designar os Docentes: Fernando Cartaxo Rolim Neto – Presidente, José Aécio Correia de Araújo, Neide Kazue Sakugawa Shinohara, Sérgio Monthezuma Santoianni Guerra e Victor Casimiro Piscoya para comporem a Comissão Permanente de Pesquisa do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade.

C u m p r a – s e

Recife, 12 de novembro de 2013.

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto
Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Gunna Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

PORTARIA Nº040/2013

O Diretor Pró-Tempore do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e estatutárias, e tendo em vista o que consta no UFRPE nº018053/13-42.

Resolve designar os Docentes: MARCUS METRI CORRÊA, VERA LÚCIA DE ALBUQUERQUE RAMALHO, MARTA VIEIRA BARBOSA, ROMILDO MORANT DE HOLANDA, VICENTE DE PAULA SILVA e VICTOR CASIMIRO PISCOYA, do Quadro Único de Pessoal desta IFES, para comporem a Comissão Pedagógica para elaboração dos Projetos Pedagógicos do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do DTR/UFRPE, processo acima citado.

Cumpra-se

Recife 05 de dezembro de 2013.

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto
Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

EPERSOL
IV Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos
II Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos

Certificado

Certificamos que Victor Casimiro Piscoya foi avaliador dos artigos apresentados no IV Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos e II Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos, promovido nos dias 5 e 6 de agosto de 2015, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Profa. Dra. Soraya Giovanetti El-Deir
Presidente da Comissão Técnico Científica

Realização

Apoio

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

PORTARIA N°14/2016

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve designar os Docentes: Victor Casimiro Piscoya, Romildo Morant de Holanda, Edenilze Teles Romeiro, Leonardo Pereira de Siqueira, Pedro Marinho de Carvalho Neto, Simone Maria da Silva, o funcionário João Carlos dos Santos, o aluno Lucas Dadalto Schettino, do curso de Bacharelado em Gastronomia, e o aluno Albedson Miranda Palácio Filho, da Pós-graduação de Engenharia Ambiental, e como suplentes os docentes: Edleide Maria Freitas Pires, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Júlio da Silva Corrêa de Oliveira Andrade, Anildo Monteiro Caldas, o funcionário Ricardo Andrade Wanderley, a aluna do curso de Bacharelado em Gastronomia, Nathália Mesquita Soares de Araújo, e a aluna da Pós-graduação de Engenharia Ambiental, Thaís Jeruzza Maciel Povoas Souto, para comporem, sob a Presidência do primeiro, a Comissão para Elaboração do Regimento Interno do DTR/UFRPE.

Cumpra-se

Recife, 02 de Junho de 2016.

Prof. Victor Casimiro Piscoya
Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE.

Profº Victor Casimiro Piscoya
Diretor Pro Tempore DTR / UFRPE
SIAPE 384195

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

PORTARIA N°03/2017

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

Resolve designar os Docentes: Victor Casimiro Piscoya, José Machado Coelho Júnior, Júlio da Silva Corrêa de Oliveira Andrade, Rosângela Gomes Tavares e Raline Ferreira de Melo, para comporem, sob a Presidência do primeiro, a Comissão para tratar de assuntos relacionados ao Curso de Graduação de Engenharia Ambiental da UFRPE.

Cumpra-se

Recife, 21 de Fevereiro de 2017

Prof. Victor Casimiro Piscoya
Diretor Pró-Tempore do DTR/UFRPE.

Profº Victor Casimiro Piscoya
Diretor Pro Tempore DTR / UFRPE
SIAPE 384195

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

PORTARIA Nº035/2017

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições Legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

RESOLVE, tornar sem efeito a portaria 27/2017 e designar os Docentes: Edenilze Teles Romeiro, Marcus Metri Corrêa, Victor Casimiro Piscoya, Ioneide Alves de Souza, Vicente de Paula Silva e Romildo Morant de Holanda para comporem, sob a Presidência da primeira, a Comissão de Pesquisa do DTR/UFRPE.

Cumpra-se.

Recife, 31 de agosto de 2017

Prof.Pedro Marinho de Carvalho Neto
Diretor do DTR/UFRPE.

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL

PORTARIA Nº057/2017

O Diretor do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições Legais, e de acordo com o Regimento desta Universidade,

RESOLVE, tornar sem efeito a Portaria Nº26/2016 e designar os Docentes: **Pedro Marinho de Carvalho Neto, Victor Casimiro Piscoya, Neide Kazue Sakugawa Shinohara e Rosângela Gomes Tavares** para comporem, sob a Presidência do primeiro a Comissão de Avaliação de Desempenho Docente do Magistério Superior (Estágio Probatório do Departamento de Tecnologia Rural desta Universidade).

Cumpra-se

Recife, 27 de Novembro de 2017

Prof. Pedro Marinho de Carvalho Neto
Diretor do DTR/UFRPE.
Siape 0384124

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape

Portaria nº 02/2019, de 24 de setembro de 2019.

O COORDENADOR DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições legais e estatutárias, e tendo em vista o que consta na Instrução Normativa Nº 001/2013-GR.

RESOLVE:

Designar o Professor Edivan Rodrigues de Souza (Presidente) e, os Professores Victor Casemiro Piscoya (Titular) e José Machado Coelho Júnior (Titular), para comporem a **COMISSÃO DE ABREVIAÇÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO**, Processo 23082.018725/2019-13, junto à CCD de Curso de Graduação em Agronomia e Pró-reitoria de Ensino de Graduação/UFRPE.

Documento oficial se constar o carimbo e assinatura do Coordenador da CCA.

Prof. Antonio Fº de Mendonça Jr.
Coordenador de Agronomia
DEPA - UFRPE
Matrícula 1931774

Prof. Antonio Francisco de Mendonça Júnior
Coordenador
UFRPE - DEPA - CCA

Confere com o original

Moacyr Cunha Filho
Siape