



**Fundação de Amparo à ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco**

**Edital 06/2023 – FACEPE**

**Relatório Parcial de Atividades de Iniciação Científica**

**DISPONIBILIDADE DE N E ATIVIDADE MICROBIANA APÓS APLICAÇÃO DE  
RESÍDUOS DE COBERTURA UTILIZADOS EM CONSÓRCIO DE PALMA E  
SORGO IRRIGADOS COM ÁGUA DE REÚSO NO AGRESTE PERNAMBUCANO.**

Departamento de Agronomia - UFRPE

Laboratório de Conservação do Solo

Agosto/2023 à Fevereiro/2024

**Aluna:**

Emylaine Oliveira Santos

Graduanda em Agronomia

BIC-0624-5.01/23

**Orientador:**

Ademir de Oliveira Ferreira

Departamento de Agronomia - UFRPE

Laboratório de Conservação do Solo

**Período de vigência da bolsa:**

Agosto/2023 à Julho/2024

## 1. INTRODUÇÃO

O Agreste Pernambucano exibe características que incluem a irregularidade das precipitações, extensos períodos de estiagem, elevadas temperaturas e significativas taxas de evapotranspiração. Tais condições resultam em um déficit hídrico, contribuindo para a diminuição da vegetação nativa. Quando associadas às atividades antrópicas, como desmatamento, queimadas e práticas de pecuária extensiva, esses elementos intensificam a degradação do solo (CAVALCANTE, 2018). As ações mencionadas, combinadas com a variabilidade dos fatores edafoclimáticos, apresentam desafios significativos para a produção agrícola, culminando em reduzidos teores de matéria orgânica no solo e, por conseguinte, na diminuição de seu potencial produtivo (LIRA, 2020).

O uso indiscriminado do solo e remoção da cobertura vegetal são um dos responsáveis pela alteração do estoque de carbono no solo, predominantemente pela perda da biomassa vegetal e decomposição da matéria orgânica e sua emissão em forma de CO<sub>2</sub> (ROCHA, 2000). Como forma de mitigação à degradação dos recursos naturais, no contexto de produção agrícola, o uso de cobertura morta associado ao cultivo consorciado, apresenta grande potencial por reter o carbono e melhorar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo (CANALLI, 2009).

O uso de cobertura morta tem uma série de finalidades, dentre as quais: diminuir a incidência direta dos raios solares sobre o solo, reduzindo a diferença de temperatura entre os dias e as noites; evitar o impacto direto das gotas de água da chuva sobre a superfície do solo e diminuindo a desagregação das partículas; incorporar e enriquecer de matéria orgânica a camada superior do solo; proporcionar maior atividade microbiana através da decomposição dos resíduos culturais (Galetti, 1987).

A adição de resíduos vegetais ao solo causa um aumento na taxa de atividade microbiana. A atividade microbiana pode tanto mineralizar ou imobilizar o nitrogênio. O principal fator determinante que ocorre é a relação carbono:nitrogênio (C:N) da matéria sendo decomposta. Quanto maior a relação C:N, maior o período de imobilização; quanto menor a relação C:N mais brevemente o nitrogênio será mineralizado (Troeh, 2007).

A utilização de sistemas de consórcio também é uma estratégia importante para cobertura e melhora dos atributos do solo (CANALLI, 2009). A palma forrageira (*Opuntia stricta*) é uma cultura adaptada e amplamente utilizada no agreste pernambucano como forragem animal. Essa cactácea requer pouca água em seu cultivo e apresenta potencial para

aumentar a fertilidade do solo, elevando o pH, a CTC e o valor de saturação de bases, sobretudo, os teores de cálcio e magnésio (SARAIVA, 2017). Por ter desenvolvimento vegetativo lento e baixo teor de fibras, se faz importante a associação com outra cultura para suprir este déficit. Com isso, o sorgo (*Sorghum sudanense*) tem sido a opção utilizada por fornecer alta produção de fibra, tolerância a solos de baixa fertilidade e alta tolerância ao déficit hídrico (JARDIM, 2020).

Associada com a cobertura morta, a irrigação auxilia a decomposição e consequente incorporação de carbono. A suplementação hídrica, uniforme e eficiente da água em condições de campo, contribui para a manutenção da umidade do solo e fornece condições favoráveis para a proliferação de microrganismos (SOUZA, 2018). Em ambiente semiárido, a taxa de umidade pela irrigação atrelada com a radiação solar interfere diretamente na velocidade da decomposição (CAVALCANTE, 2018).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), 55% do esgoto no Brasil recebe tratamento, seu reuso implica em diminuição da poluição dos corpos hídricos e da demanda por água potável (ANA, 2017). Com isso, a água de reuso destinada para irrigação agrícola, é uma alternativa sustentável para suprir a escassez hídrica dessa região. Dentre os benefícios, destaca-se a redução do uso de fertilizantes por apresentar um teor significativo de matéria orgânica e nutrientes, como carbono, nitrogênio e fósforo (COSTA, 2022). Que por sua vez, contribuem com a manutenção da microbiota do solo, sendo ela a principal agente no processo de decomposição, além de está relacionada à ciclagem de nutrientes (MARTINS, 2010).

Assim, a aplicação de cobertura morta associada ao sistema de consórcio de culturas, exerce um importante papel na ciclagem de nutrientes e incorporação do carbono ao. Pois proporciona a decomposição gradual dos compostos orgânicos estimulando a formação e estabilidade dos agregados, estratificação do carbono no perfil do solo, reduz a taxa de mineralização e aumenta o sequestro de carbono (CANALLI, 2009).

## **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar a atividade microbiana e disponibilidade de N em solo com aplicação de resíduos de cobertura utilizados durante o consórcio de palma e sorgo com utilização de diferentes lâminas de irrigação com água de reúso no Agreste Pernambucano

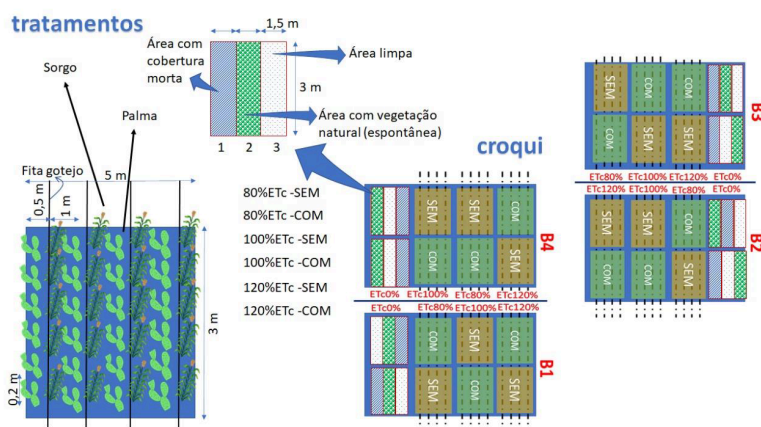
### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Caracterização da área de estudo

O trabalho está sendo conduzido na unidade de Reuso de Mutuca, localizada no município de Pesqueira (Mesorregião do Agreste Pernambucano). De acordo com a classificação de Koopen, o clima da região é do tipo BSh, caracterizado como tropical semiárido (COELHO, 1982). A precipitação média anual é de 730 mm, a temperatura de 23°C e evapotranspiração potencial 1683 mm (MOLINIER et al., 1994). A Unidade de Reuso é fruto de parceria entre o Instituto Nacional do Semiárido (INSA), a UFRPE, a COMPESA, e o Ministério do Desenvolvimento Rural. Será monitorada a dinâmica da MOS após reuso de esgoto tratado, além do desempenho produtivo das culturas consorciadas.

#### 3.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental é constituído em blocos casualizados, 4 repetições, consistindo em um arranjo fatorial 3x2 sendo os tratamentos 3 lâminas de irrigação (80%, 100% e 120%) calculadas a partir da evapotranspiração da cultura (ETc) do sorgo, e cobertura morta nas quantidades de 0 e 8 t ha<sup>-1</sup> em consórcio de Palma (*Opuntia stricta*) + Sorgo (*Sorghum bicolor*). As parcelas são formadas por 4 linhas simples de Palma forrageira a um espaçamento de 1 m entre linhas intercaladas com linhas de cultivo de sorgo forrageiro, as linhas de cultivo têm um comprimento de 3 m. Cada parcela tem uma área total de 15 m<sup>2</sup>. Em cada bloco foram implantadas parcelas adicionais com as testemunhas, subdivididas em: área com cobertura morta sem plantio, vegetação espontânea sem plantio e área sem vegetação e plantio. Cada uma destas parcelas tem uma área de 3 m<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** Croqui e delineamento experimental da área. COM= parcela com cobertura morta; SEM: parcela sem cobertura morta; ETc = evapotranspiração da cultura do sorgo.

O plantio da Palma foi realizado em fileiras simples com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas (Figura 2). O sistema de irrigação por gotejamento foi implantado a 0,5 m de distância da linha de cultivo da Palma, sendo o sorgo plantado neste local, entre as fileiras de Palma (Figura 2). A cobertura morta foi aplicada quando realizado o plantio do sorgo e é composta por espécies existentes no entorno da área experimental, que foram previamente identificadas como capim corrente, (*Urochloa mosambicensis*), capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*), pé de galinha (*Eleusine indica*) e Chichá (*Sterculia striata*), com predominância do capim corrente e o capim carrapicho.



**Figura 2.** Plantio da palma e instalação do sistema de irrigação

### **3.3. Caracterização química e física do solo.**

Foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10, 10-20 cm de profundidade do solo, secas ao ar, destorroadas e peneiradas em peneira de abertura de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Esta fração foi utilizada para a determinação das características químicas e físicas do solo (Tabela 1): pH em água;  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  trocáveis;  $H^+$  +  $Al^{3+}$ ; P disponível; granulometria, densidade de partículas e densidade do solo (Teixeira, 2017).

**Tabela 1.** Caracterização química, física do solo no início da condução do experimento.

Variáveis	Unidades	Resultados		
		0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm
pH	água (1:2,5)	7,4	7,9	8,1
CE	ds m <sup>-1</sup>	1,0	1,4	2,4
P	mg kg <sup>-1</sup>	33	26	18
K	cmo <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	54,4	58,7	51,6
Na	cmo <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	41,5	45,5	46,5
Areia	g kg <sup>-1</sup>	734	724	704
Silte	g kg <sup>-1</sup>	119	107	119
Argila	g kg <sup>-1</sup>	147	169	177
Dp	g cm <sup>-3</sup>	2,6	2,6	2,6
Ds	g cm <sup>-3</sup>	1,3	1,5	1,7

Dp: densidade de partículas; Ds: densidade do solo.

No início do experimento, foram calculados também o estoque de C e N e avaliados o C da biomassa microbiana e a respiração basal, conforme Tedesco (1995) e Medonça e Matos (2017) respectivamente (Tabela 2).

Os teores de carbono orgânico total (COT) serão obtidos por digestão via úmida com dicromato de potássio em meio ácido e uma fonte externa de calor conforme Yeomans e Bremner (1988). Os teores de nitrogênio total (NT) serão determinados pelo processo de digestão de Kjeldahl (TEIXEIRA et al., 2017; BREMNER, 1996). Com os dados obtidos serão calculados os estoques de C e N do solo, com base no método de massa equivalente de solo (ELLERT e BETTANY, 1995). Para os estoques de C e N será utilizada a equação a seguir:

$$\text{Estoque de C/N (ton. ha}^{-1}\text{)} = A \text{ kg ha}^{-1} - 1 \cdot Ds \text{ ton m}^{-3} - 3 \cdot VPA \text{ (m}^3\text{)} \text{ em que:}$$

A = Carbono orgânico total ou nitrogênio total (kg ha<sup>-1</sup>) da camada; Ds = Densidade do solo da camada (ton m<sup>-3</sup>); e VPA = Volume da camada (m<sup>3</sup>).

Os Teores de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) trocáveis extraídos por KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup> e dosados por destilação por arraste de vapores pelo método de Kjeldahl (Tedesco et al., 1995)

**Tabela 2.** Estoques de C, N e COP e atributos microbiológicos no início da irrigação nas parcelas experimentais.

Variável	Prof. (cm)	Cobertura morta (Mg ha <sup>-1</sup> )	Lâminas (%)			
			0	80	100	120
			-----Mg ha <sup>-1</sup> -----			
Estoque de COT (Mg ha <sup>-1</sup> )	0-10	8	10,4 <sup>±0,9</sup>	13,3 <sup>±1,6</sup>	13,3 <sup>±0,6</sup>	10,8 <sup>±0,6</sup>
	10-20		7,1 <sup>±0,6</sup>	8,3 <sup>±1,2</sup>	8,2 <sup>±0,9</sup>	7,3 <sup>±1,0</sup>
	20-40		7,1 <sup>±0,6</sup>	13,5 <sup>±0,5</sup>	16,0 <sup>±0,9</sup>	8,7 <sup>±1,2</sup>
	0-10	0	12,4 <sup>±0,2</sup>	18,3 <sup>±1,2</sup>	15,6 <sup>±0,6</sup>	12,6 <sup>±0,6</sup>
	10-20		11,6 <sup>±1,0</sup>	13,8 <sup>±1,4</sup>	9,9 <sup>±1,1</sup>	9,6 <sup>±0,4</sup>
	20-40		13,7 <sup>±0,7</sup>	21,1 <sup>±0,1</sup>	21,4 <sup>±1,4</sup>	14,0 <sup>±0,7</sup>
Estoque de NT (Mg ha <sup>-1</sup> )	0-10	8	1,0 <sup>±0,1</sup>	1,2 <sup>±0,3</sup>	1,1 <sup>±0,3</sup>	1,1 <sup>±0,1</sup>
	10-20		0,8 <sup>±0,1</sup>	1,0 <sup>±0,5</sup>	0,9 <sup>±0,4</sup>	0,8 <sup>±0,1</sup>
	20-40		1,2 <sup>±0,3</sup>	1,4 <sup>±0,4</sup>	1,3 <sup>±0,5</sup>	0,9 <sup>±0,3</sup>
	0-10	0	1,1 <sup>±0,2</sup>	1,3 <sup>±0,1</sup>	1,4 <sup>±0,2</sup>	1,2 <sup>±0,1</sup>
	10-20		0,8 <sup>±0,0</sup>	1,0 <sup>±0,2</sup>	1,0 <sup>±0,1</sup>	0,8 <sup>±0,1</sup>
	20-40		0,9 <sup>±0,1</sup>	1,6 <sup>±0,2</sup>	1,5 <sup>±0,5</sup>	1,2 <sup>±0,3</sup>
C <sub>mic</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	0-10	8	32,8 <sup>±3,5</sup>	31,9 <sup>±0,8</sup>	35,3 <sup>±1,2</sup>	33,3 <sup>±0,8</sup>
	10-20		13,1 <sup>±2,8</sup>	25,0 <sup>±1,2</sup>	37,3 <sup>±3,8</sup>	34,1 <sup>±2,6</sup>
	0-10	0	33,6 <sup>±1,3</sup>	13,2 <sup>±0,8</sup>	12,6 <sup>±0,6</sup>	12,9 <sup>±0,8</sup>
	10-20		21,1 <sup>±3,3</sup>	42,1 <sup>±1,1</sup>	18,6 <sup>±2,2</sup>	12,9 <sup>±0,8</sup>
C-CO <sub>2</sub> (mg kg <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0-10	8	13,6 <sup>±1,1</sup>	19 <sup>±1,3</sup>	14,8 <sup>±1,7</sup>	14,4 <sup>±2,3</sup>
	10-20		1,8 <sup>±0,5</sup>	20,8 <sup>±1,8</sup>	21,3 <sup>±1,8</sup>	19,1 <sup>±1,8</sup>
	0-10	0	15,4 <sup>±2,2</sup>	23,4 <sup>±3,2</sup>	14,8 <sup>±1,3</sup>	16,2 <sup>±2,0</sup>
	10-20		13,5 <sup>±1,4</sup>	20,5 <sup>±2,0</sup>	13,6 <sup>±2,1</sup>	2,6 <sup>±0,4</sup>

80, 100 e 120 % da evapotranspiração do sorgo.

### 3.4. Análises microbiológicas

O Carbono (C<sub>mic</sub>) e Nitrogênio (N<sub>mic</sub>) da biomassa microbiana do solo serão determinados pelo método da irradiação-extração, que tem por objetivo promover a lise celular e posterior quantificação por diferença entre amostras irradiadas e não irradiadas dos teores de C e N liberados. A respiração basal do solo (C-CO<sub>2</sub>) foi estimada pela quantificação e C-CO<sub>2</sub> emitido de uma amostra de solo incubada por 7 dias (Mendonça; Matos, 2017). O quociente metabólico do solo (qCO<sub>2</sub>) foi obtido pela relação entre C-CO<sub>2</sub> e o C<sub>mic</sub> (Anderson; Domsch, 1993). O quociente microbiano do C (qMic C) e do N (qMic N) foi calculado com base na relação entre o C<sub>mic</sub> e o COT e N<sub>mic</sub> e NT, respectivamente (Bini et al., 2014).

### 3.5. Taxa de decomposição

Para avaliar a taxa de decomposição dos resíduos da cobertura morta foi utilizado o método da “litterbag” (sacola de serrapilheira). Estas foram confeccionadas em material de nylon com dimensão de 15 x 15 cm e malha de 1 mm. No experimento foi colocado 4 litterbags por parcela experimental de cada resíduo (Figura 3). A distribuição das litterbags foi realizada durante a adição da cobertura morta, quando o sorgo foi plantado. As litterbags ficaram distribuídas em contato com o solo embaixo da cobertura morta. Foram coletadas amostras dos resíduos para obtenção da massa seca inicial, que será utilizada para elaboração de um fator de conversão para as demais amostras. Nestas amostras serão determinados os teores de C e N.



**Figura 3.** Início do ensaio de litterbag.

Foram realizadas cinco coletas, no início do ensaio, 10, 25, 65 e 165 dias. A cada coleta os resíduos das litterbags foram secos ao ar até atingir massa e peso constantes e posteriormente materiais indesejáveis serão retirados como areia e plântulas. Após o material foi seco em estufa e moído, para então determinar os teores de N.

Serão analisados também o carbono da biomassa microbiana (FERREIRA et al., 1999), taxa de respiração do solo (ALEF, 1995).

### 3.6. Meia-vida dos resíduos

A taxa de decomposição do resíduo de cada cultura foi estimada por meio do modelo exponencial de Olson (1963):

$$\frac{X}{X_0} = e^{-kt},$$

em que  $X_0$  é a massa inicial do resíduo;  $X$  é a massa final do resíduo após um dado período de tempo ( $t$ ); e  $t$  é o tempo de decomposição;  $\frac{X}{X_0}$  é a proporção de massa remanescente ( $Xt\%$ ) em um tempo ( $t$ ) obtido pela equação abaixo:

$$Xt(\%) = \left( \frac{\text{massa final}}{\text{massa inicial}} \right) \times 100.$$

O tempo necessário para decompor 50% do resíduo, meia vida, foi calculado conforme Zhao et al. (2014):

$$t^{0,5} = \frac{0,692}{k},$$

em que  $K$  corresponde a taxa de decomposição.

### 3.7. Análise estatística

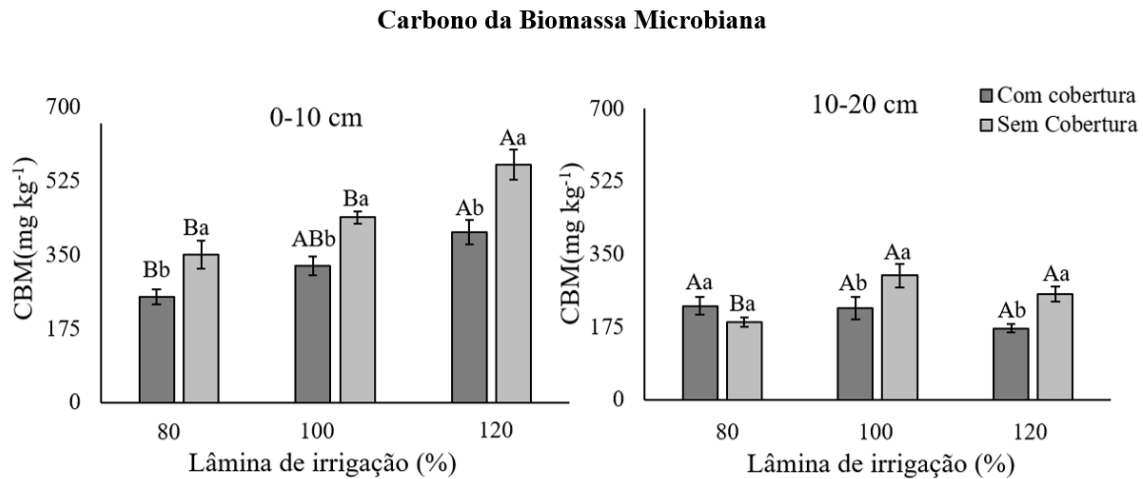
Os dados foram testados quanto a sua distribuição normal utilizando o teste Shapiro-Wilk's ( $p > 0,05$ ); quando necessário; transformações logarítmicas e de raiz no conjunto de dados foram feitas. Os dados foram avaliados por meio de ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram feitas utilizando o software SISVAR 5.0 (versão 5.0).

## 4. RESULTADOS PARCIAIS

### 4.1. Carbono da Biomassa Microbiana

A primeira coleta de solo foi realizada concomitante com a colocação das litterbags na área experimental. De modo geral as parcelas sem cobertura morta apresentaram maiores teores de carbono da biomassa microbiana (CBM). O bloco com lâmina de irrigação a 120%

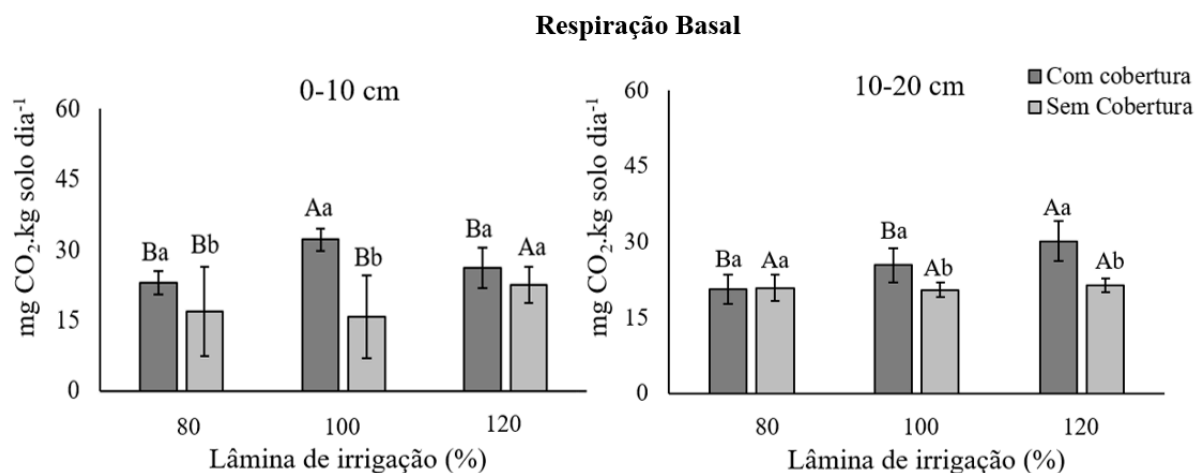
na profundidade de 0-10 cm sem cobertura, foi o que apresentou maior teor, correspondendo a mais de 525 mg.kg<sup>-1</sup> de CBM (Figura 4). Já na camada mais interna, de 10-20 cm, a lâmina de irrigação a 100% mostrou-se com maior desempenho tanto nos blocos sem cobertura, como no com cobertura. Esses índices se devem ao uso de água residuária pela irrigação, que fornece nutrientes, principalmente C e N, que pode ter favorecido o crescimento da comunidade microbiana (FARHADKHANI, 2018).



**Figura 4.** Carbono da biomassa microbiana sob diferentes lâminas de irrigação de água residuária e com aplicação de cobertura morta no agreste pernambucano. Letras minúsculas comparam com e sem cobertura morta e letras maiúsculas as lâminas de irrigação.

#### 4.2. Respiração Basal

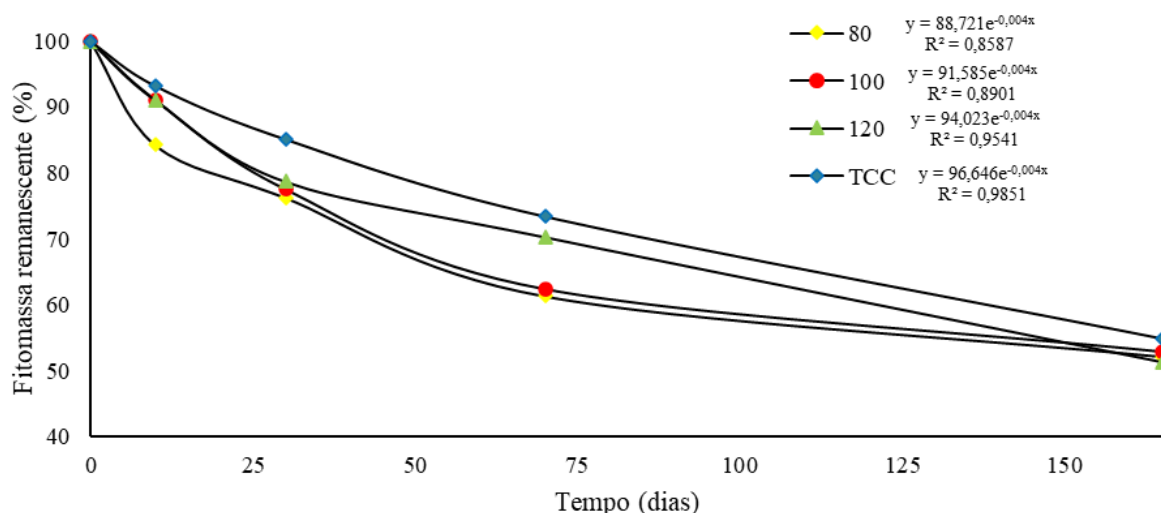
Quanto a respiração basal, as áreas com cobertura morta apresentaram maiores taxas de emissão de CO<sub>2</sub>, sendo na profundidade de 0-10 cm, a lâmina de irrigação a 100% a que apresentou maior taxa, e na profundidade de 10-20 cm, a lâmina de irrigação a 120% a que apresentou maior taxa de respiração. Isso se deve devido a respiração dos microrganismos do solo, evidenciando que está sendo gasto mais energia para decompor o material orgânico sendo de difícil degradação (BOECHAT et al., 2012, COELHO et al., 2020).



**Figura 5.** Respiração basal sob diferentes lâminas de irrigação de água residuária e com aplicação de cobertura morta no agreste pernambucano. Letras minúsculas comparam com e sem cobertura morta e letras maiúsculas as lâminas de irrigação.

### 4.3. Taxa de decomposição

De modo geral, as lâminas de irrigação 80 e 100 apresentaram melhor taxa de decomposição no decorrer do período avaliado e a Testemunha Com Cobertura (TCC), sem irrigação, apresentou menor percentual de decomposição durante todo experimento. Durante os primeiros 25 dias, observou-se um comportamento semelhante para todos os tratamentos com lâmina de irrigação, 80, 100 e 120, apresentando cerca de 20% do material decomposto. Do dia 25 ao dia 75, as lâminas de irrigação 80 e 100 tiveram um comportamento entre si semelhante, tendo mais de 35% do material já decomposto. Isso porque temos um material lábil que é mais facilmente mineralizado pelos microrganismos e por isso a taxa de decomposição é maior nos dias iniciais e diminuiu gradativamente ao longo do tempo, devido ao aumento relativo dos compostos mais recalcitrantes. Ao fim do período avaliado todos os tratamentos atingiram uma taxa de decomposição maior que 50%, isso deve-se possivelmente, porque após os 75 dias de experimento, houve um período chuvoso que pode ter acelerado a decomposição. Neste sentido, as maiores taxas de decomposição dos resíduos são encontradas em condições de umidade, sendo este considerado como o principal agente regulador das atividades microbiológicas no solo (CANALLI, 2009).



**Figura 6.** Avaliação da taxa de decomposição de cobertura morta em sistema de consórcio com palma e sorgo forrageiro irrigadas com água de reuso no Agreste Pernambucano.

#### 4.4. Meia vida dos resíduos

Usou-se o modelo exponencial para estimar a meia vida dos resíduos, ou seja, o tempo necessário para que 50% do resíduo fosse decomposto, resultando em 173 dias. O resíduo vegetal contido nas sacolas de serapilheira apresenta grande quantidade de folhas, que são facilmente degradadas, favorecendo a decomposição mais rápida pela ação do clima e irrigação (CAVALCANTE, 2018).

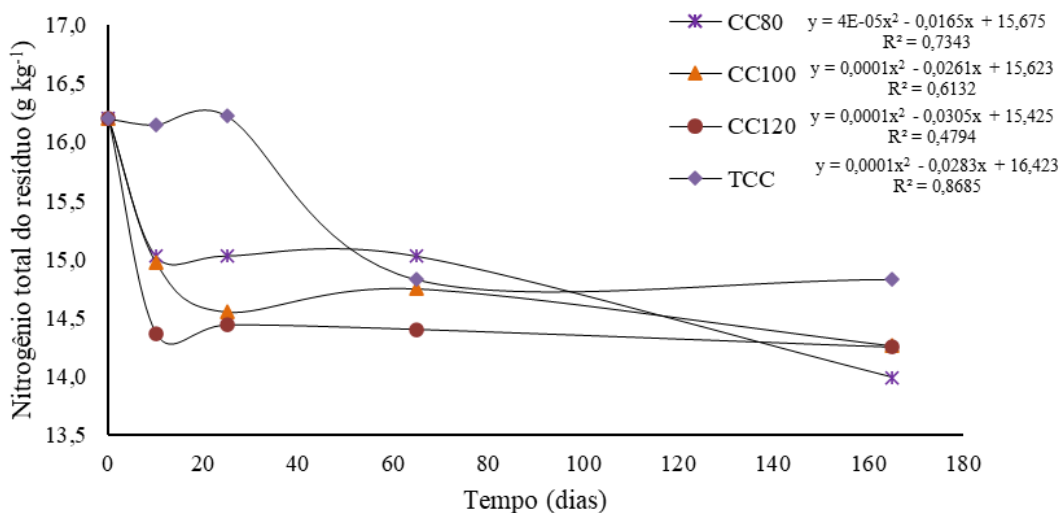
**Tabela 3.** Fitomassa remanescente e decomposta, taxa de decomposição e meia vida da cobertura morta utilizada no consórcio de palma e sorgo forrageiros irrigado com água de reuso no Agreste Pernambucano.

Manejo	Fitomassa produzida	decomposta	remanescente	Taxa de decomposição		K	Meia-vida
				kg ha <sup>-1</sup> day <sup>-1</sup>	% day <sup>-1</sup>		
CC 80	7840	3751,5	4088,5	22,7	0,29	0,004	173
CC 100	7840	3702,3	4137,7	22,4	0,29	0,004	173
CC 120	7840	3817,7	4022,3	23,1	0,30	0,004	173
TCC	7840	3537,8	4302,2	21,4	0,27	0,004	173

#### 4.5. Nitrogênio do resíduo

Foram avaliados os tratamentos com cobertura morta onde foram depositadas as sacolas de serapilheira. Dentre eles, os tratamentos com irrigação apresentaram maior decomposição e conseqüente maior acúmulo de carbono, enquanto o tratamento sem

irrigação (TCC) demorou mais para apresentar resultados. Nos primeiros 25 dias houve maior liberação de N nos tratamentos com lâmina de irrigação e após 25 dias houve um período chuvoso justificando a liberação de nitrogênio pelo TCC. O tratamento CC80 apresentou maior liberação de N ao fim do experimento. De modo geral, a baixa relação C/N do resíduo vindo das Poaceas faz com que o nitrogênio possa está sendo imobilizado pelos microrganismos já que o nitrogênio é um elemento necessário para o metabolismo dos microrganismos decompositores (CANALLI, 2009).



**Figura 8.** Teores de nitrogênio no início e ao longo do período de avaliação da decomposição da cobertura morta.

#### 4.6. Estoque total de C nos solos

Comparando-se os tratamentos em um mesmo período, os solos sob lâminas de irrigação com e sem a presença da cobertura morta, tiveram incremento significativo nos estoques de C total. Ao longo do tempo (7 meses após a instalação do experimento), os tratamentos com cobertura tiveram maior aporte de C, destacando-se a condição sob a lâmina de 100, na profundidade de 20-40, que teve um incremento de 17,5 Mg.ha<sup>-1</sup>. Os dados evidenciam que a presença da cobertura morta foi fator determinante no aumento dos estoques de C ao longo do tempo, promovendo benefícios à matéria orgânica do solo e sequestrando mais C ao longo do tempo, independentemente da presença da água residuária. Esses estoques são similares aos reportados em outros estudos envolvendo solos tropicais em sistema de plantio direto (PANCHAL, 2022).

**Tabela 4.** Efeito do uso de cobertura morta e da irrigação com água de reuso no Estoque de carbono orgânico total (COT) do solo em sistema de consórcio de palma e sorgo forrageiro no Agreste Pernambucano.

Prof. (cm)	Cobertura morta	Lâmina (%)			
		0	80	100	120
-----Mg ha <sup>-1</sup> -----					
0-10	8 (Mg ha <sup>-1</sup> )	15,1 <sup>±0,6</sup> Ab	21,1 <sup>±0,7</sup> Aa	19,3 <sup>±1,3</sup> Aa	16,9 <sup>±0,6</sup> Ab
10-20		13,0 <sup>±0,5</sup> Bb	19 <sup>±0,8</sup> Aa	20,1 <sup>±1,6</sup> Aa	12,8 <sup>±1,2</sup> Bb
20-40		31,3 <sup>±1,4</sup> Aa	26 <sup>±1,4</sup> Ab	30,8 <sup>±4,8</sup> Aab	19,6 <sup>±2,1</sup> Bc
0-10	0 (Mg ha <sup>-1</sup> )	15,7 <sup>±0,3</sup> Ac	20,6 <sup>±1,6</sup> Aa	17,9 <sup>±0,6</sup> Bb	15,3 <sup>±1,0</sup> Bc
10-20		17,0 <sup>±0,7</sup> Aa	16,7 <sup>±1,2</sup> Ba	13,4 <sup>±1,2</sup> Bb	15,9 <sup>±1,0</sup> Aa
20-40		25,0 <sup>±0,6</sup> Ba	23,3 <sup>±1,0</sup> Aa	26,6 <sup>±2,8</sup> Ba	22,4 <sup>±2,3</sup> Aa

Letras maiúsculas na coluna indicam diferença para o uso de cobertura morta. Letras minúsculas na linha indicam as diferenças entre as lâminas de irrigação para Tukey a 5% de significância. 80, 100 e 120 % da evapotranspiração do sorgo.

**Tabela 5.** Incremento no estoque de COT do solo ao longo de dezoito meses em sistema de consórcio de Palma e sorgo irrigada com água de reuso com cobertura morta.

Prof. (cm)	Cobertura morta	Lâmina (%)			
		0	80	100	120
-----Mg ha <sup>-1</sup> -----					
0-10	8 (Mg ha <sup>-1</sup> )	4,7 <sup>±1,0</sup> Ab	7,8 <sup>±0,9</sup> Aa	6,0 <sup>±1,8</sup> Aab	6,2 <sup>±0,9</sup> Aab
10-20		5,9 <sup>±0,8</sup> Ab	10,7 <sup>±1,2</sup> Aa	11,9 <sup>±0,8</sup> Aa	5,5 <sup>±0,6</sup> Ab
20-40		20,6 <sup>±3,9</sup> Aa	12,2 <sup>±1,2</sup> Abc	17,5 <sup>±3,6</sup> Aab	10,8 <sup>±2,2</sup> Ac
0-10	0 (Mg ha <sup>-1</sup> )	3,3 <sup>±0,5</sup> Aa	2,4 <sup>±1,2</sup> Ba	2,3 <sup>±0,5</sup> Ba	2,7 <sup>±0,9</sup> Ba
10-20		5,4 <sup>±0,4</sup> Aa	2,9 <sup>±0,4</sup> Bb	3,5 <sup>±0,3</sup> Bb	6,4 <sup>±0,9</sup> Aa
20-40		12,2 <sup>±3,5</sup> Ba	0,8 <sup>±0,6</sup> Bc	3,5 <sup>±0,3</sup> Bb	10,4 <sup>±2,4</sup> Aab

Letras maiúsculas na coluna indicam diferença para o uso de cobertura morta. Letras minúsculas na linha indicam as diferenças entre as lâminas de irrigação para Tukey a 5% de significância. 80, 100 e 120 % da evapotranspiração do sorgo.

#### 4.7. Estoque total de N nos solos

O estoque de Nitrogênio no solo apresentou um comportamento similar ao de estoque de Carbono. De modo geral, todos os tratamentos tiveram incremento de nitrogênio ao longo do tempo, sendo os tratamentos com cobertura os que apresentaram maior aporte. Porém, como o nitrogênio é um dos elementos que apresenta maior teor nas células foliares, mesmo sendo decomposto boa parte ainda permanece nos tecidos senescentes das plantas, o que

justifica que, de forma geral, os teores de nitrogênio sendo incorporados ao solo serem baixos (RIBEIRO, 2022) e por isso não foi possível obter um efeito significativo desse tratamento.

**Tabela 6.** Efeito do uso de cobertura morta e da irrigação com água de reuso no Estoque de nitrogênio orgânico total do solo em sistema de consórcio de palma e sorgo forrageiro no Agreste Pernambucano.

Prof. (cm)	Cobertura morta (Mg ha <sup>-1</sup> )	Lâmina (%)			
		0	80	100	120
-----Mg ha <sup>-1</sup> -----					
0-10	8	1,1 <sup>±0,1</sup>	1,5 <sup>±0,2</sup>	1,4 <sup>±0,2</sup>	1,4 <sup>±0,2</sup>
10-20		1,0 <sup>±0,0</sup>	1,4 <sup>±0,2</sup>	1,1 <sup>±0,5</sup>	0,9 <sup>±0,1</sup>
20-40		2,0 <sup>±0,7</sup>	1,9 <sup>±0,2</sup>	1,8 <sup>±0,4</sup>	1,4 <sup>±0,1</sup>
0-10	0	1,3 <sup>±0,1</sup>	1,6 <sup>±0,4</sup>	1,7 <sup>±0,4</sup>	1,4 <sup>±0,2</sup>
10-20		0,8 <sup>±0,0</sup>	1,3 <sup>±0,2</sup>	1,2 <sup>±0,3</sup>	1,2 <sup>±0,2</sup>
20-40		1,8 <sup>±0,1</sup>	1,8 <sup>±0,3</sup>	2,1 <sup>±0,9</sup>	1,8 <sup>±0,4</sup>

## 5. CONCLUSÕES

O carbono da biomassa microbiana e a respiração basal sofrem influência direta da lâmina de irrigação e do uso da água residuária, como pela presença da cobertura morta. A comunidade microbiana se desenvolveu com a aplicação da água residuária e o uso da lâmina de irrigação a 100% tem apresentado maior desempenho. As lâminas de 80 e 100% somadas às condições climáticas da região, favorecem a maior taxa de decomposição do resíduo. O uso de água residuária influencia positivamente a decomposição do resíduo que somado ao uso de cobertura morta favorece o incremento de C e N no solo.

## 6. DIFICULDADES ENCONTRADAS

O início do experimento foi afetado por um período de chuva que dificultou a obtenção de dados quanto às lâminas de irrigação, porém com a estiagem pode-se dar continuidade sem prejuízo nos dados.

## 7. ATIVIDADES PARALELAS DESENVOLVIDAS PELO BOLSISTA

Atividade em campo com os agricultores locais da região do experimento, a fim de promover e ensinar sobre as técnicas de manejo e conservação do solo.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. Agência Nacional de Águas, 2017.

ALEF, Kassem; NANNIPIERI, Paolo. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press,, 1995.

BREMNER, JOHN M. Nitrogen-total. Methods of soil analysis: Part 3 Chemical methods, v. 5, p. 1085-1121, 1996.

BRIEDIS, Clever et al. Particulate soil organic carbon and stratification ratio increases in response to crop residue decomposition under no-till. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, p. 1483-1490, 2012.

CAVALCANTE, Douglas Monteiro. Processos de decomposição de resíduos vegetais em ambiente semiárido. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, p 117, 2018.

CANALLI, L. B. S. Decomposição de resíduos culturais e sua contribuição nos macroagregados e na fração lábil da matéria orgânica do solo no sistema plantio direto. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2009. 109p. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. Geografia do Brasil. São Paulo: Moderna, 368 p., 1982.

COSTA, Raul Leite da et al. Tratamento de água cinza para reúso agrícola no semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 27, p. 1031-1040, 2022.

ELLERT, B.H. & BETTANY, J.R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. Canadian Journal of Soil Science, v.75, n.4, p.529-538, 1995.

FERREIRA, Adao de Siqueira; CAMARGO, Flavio Anastacio de Oliveira; VIDOR, Caio. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 23, p. 991-996, 1999.

FARHADKHANI, Marzieh et al. Effects of irrigation with secondary treated wastewater on physicochemical and microbial properties of soil and produce safety in a semi-arid area. *Water research*, v. 144, p. 356-364, 2018.

JARDIM, Alexandre Maniçoba da Rosa Ferraz et al. Interação de agroecossistema consorciado com palma-sorgo em ambiente semiárido: uma revisão. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 5, n. 1, p. 069-087, 2020.

LIRA, Elba dos Santos et al. Foliar decomposition of Caatinga species in Alagoas. *RAEGA-O Espaço Geográfico em Análise*, v. 49, p. 64-77, 2020.

MARTINS, Carolina Malala et al. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 34, p. 1883-1890, 2010.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. *Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises*, Viçosa, UFV, 2017.

OLSON, JERRY. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, v. 44 p. 322–331, 1963.

PANCHAL, Poonam et al. Soil carbon sequestration by root exudates. *Trends in Plant Science*, 2022.

ROCHA, M. T. Aquecimento e o sequestro de carbono em projetos agroflorestais. *Revista Ecologia*, Rio de Janeiro, n. 151, 2000.

RIBEIRO, Fabiana Piontekowski et al. Deposição, decomposição e conteúdo de nutrientes de serapilheira em área de integração lavoura-pecuária-floresta na região do Cerrado. *Pesquisa florestal brasileira*, v. 42, 2022.

SARAIVA, Sylbênia Alves Machado et al. Recuperação de área degradada com o cultivo da palma forrageira (*Opuntia stricta* Haw) adubada com bio sólido. 2017.

TEIXEIRA, P.C; DONAGEMMA, G.K; FONTANA, A; TEIXEIRA, W.G. Manual de métodos de análise de solo. Brasília, 3. ed. rev. e ampl. Embrapa, 2017

ZHAO, HONGMEI; HUANG, GANG; MA, JIAN; LI, YAN; TANG, LISONG. Decomposition of aboveground and root litter for three desert herbs: mass loss and dynamics of mineral nutrients. *Biology and Fertility Soils*, v. 50, p. 745–753, 2014.