

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**AURELIANA GREICE OLIVEIRA DA SILVA**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

RECIFE  
2018.2

**AURELIANA GREICE OLIVEIRA DA SILVA**

**CONCEPÇÃO E INSTALAÇÃO DE PRÉ TRATAMENTO  
SIMPLIFICADO DE ESGOTO DOMÉSTICO NO SEMIÁRIDO DE  
PERNAMBUCO**

Relatório apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção de nota da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório, sob orientação do Professor Dr. Abelardo Antônio de Assunção Montenegro.

RECIFE  
2018.2

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586c Silva, Aureliana Greice Oliveira da  
Concepção e instalação de pré tratamento simplificado de  
esgoto doméstico no semiárido de Pernambuco / Aureliana Greice  
Oliveira da Silva. – 2018.  
35 f. : il.

Orientador: Abelardo Antônio de Assunção Montenegro.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –

Universidade

Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia  
Agrícola, Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Recursos Hídricos 2. Esgotos 3. Produtividade agrícola  
I. Montenegro, Abelardo Antônio de Assunção, orient. II.

Título

CDD 631

# **RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

## **CONCEPÇÃO E INSTALAÇÃO DE PRÉ TRATAMENTO SIMPLIFICADO DE ESGOTO DOMÉSTICO NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO**

---

Aureliana Greice O. da Silva

---

Abelardo Antônio de Assunção Montenegro

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida, por me abençoar e guiar em seus caminhos.

Aos meus pais Edson Benedito e Rosineide Oliveira, por todo amor, dedicação e esforço, vocês são minha base, meu tudo.

Aos meus irmãos, Raquel e Edson Junior, minhas sobrinhas Júlia e Maria Eduarda por todo amor dedicado e compreensão. Agradeço as minhas avós Sebastiana (In memorian) e Maria das Neves pelo cuidado, zelo, amor e oração.

Ao meu esposo Isaac Barbosa, pela paciência, amor e companheirismo, que Deus permaneça nos abençoando sempre.

Ao meu orientador Abelardo Montenegro, pela paciência, ajuda e orientação, que Deus permaneça lhe dando saúde e guiado seus passos.

A todos os meus professores da graduação, pela dedicação e ensinamento.

Aos meus colegas da extensão Júlia e Wlisses, e do Laboratório de Água e Solo Célia, Fred, Ailton, Hélio, Lili e Thayná, que Deus permaneça abençoando a cada um.

Aos servidores da PRAE, pelo acolhimento e ajuda. Em especial a professora e Pró Reitora Ana Virginia e a minha colega Rogéria.

A FACEPE por financiar o projeto.

A Nida e seu Cícero pela ajuda e carinho.

Aos meus colegas de graduação Sonny, Symone, Amanda, Helyne, Rannyêr, Felipe e Adolfo, por toda ajuda, momentos de risos e descontração.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Mapa de localização do Distrito de Mutuca, Pesqueira PE.....	19
Figura 02	Unidade Experimental Demonstrativa de Tratamento e Reúso do Esgoto Doméstico.....	20
Figura 03	Instalação de caixa decantadora.....	23
Figura 04	Esquema de funcionamento do sistema.....	24
Figura 05	Caixas coletoras presas ao solo e interligadas por sistema de tubulação.....	24
Figura 06	Vista superior do leito filtrante.....	25
Figura 07	Sistema simplificado de baixo custo.....	26
Figura 08	Análise da Turbidez e Condutividade .....	27
Figura 09	Palestra com alunos e professores da Escola Intermediária Henrique Monteiro Leite.....	29
Figura 10	Biometria do Girassol, diâmetro caulinar, altura da planta e número de folhas.....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Eficiências típicas de remoção dos principais poluentes de interesse Nos esgotos domésticos.....	13
Tabela 2	Principais características dos esgotos domésticos .....	14
Tabela 3	Diretrizes microbiológicas recomendadas para uso de esgotos na agricultura	15
Tabela 4	Análise da Turbidez e Condutividade Elétrica em amostra de esgoto, sem e com pré tratamento simplificado.....	28
Tabela 5	Resumo do quadro de análise de variância em resposta a utilização de lodo via adubação, na média dos tratamentos.....	31

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

PRAE - Pró Reitoria de Extensão

UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco

LAS - Laboratório de Água de Solo

UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente)

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo Geral	10
2.2. Objetivos Específicos	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 Aspectos Gerais	11
3.2 Sistema de Esgotamento Sanitário	11
3.3 Reúso Agrícola no Mundo	16
3.4 Tratamento e Reúso Agrícola no Brasil	15
4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AO TRATAMENTO E REÚSO DE ESGOTO DOMÉSTICO	18
5. METODOLOGIA	19
5.1 Área de Estudo	19
5.2 Etapas do Sistema de Tratamento de Esgoto – ETE Mutuca	21
5.2.1 Tratamento Preliminar / Primário	21
5.2.2 Tratamento Secundário	21
6. CONCEPÇÃO E INSTALAÇÃO DE SISTEMA SIMPLIFICADO DE BAIXO CUSTO NO PRÉ TRATAMENTO DO ESGOTO DOMÉSTICO	20
6.1 Parâmetros Físicos Analisados	26
7. AÇÕES DE EXTENSÃO PARA DISSEMINAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO E REÚSO	28
7.1 Palestra na Escola Intermediária Henrique Monteiro Leite	29
7.2 Biometria do Girassol em Função da Aplicação de Lodo Via Adubação	30
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por água potável, em virtude do aumento da população mundial, tem se intensificado em nível global. Em consequência disso, conflitos e disputas entre os diversos segmentos da sociedade tendem a surgir de forma significativa pelo acesso a esse recurso natural. Nas regiões áridas e semiáridas, a escassez de água se tornou um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Mesmo áreas com recursos hídricos abundantes, mas insuficientes para atender às demandas elevadas, experimentam conflitos de uso e sofrem restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida (HESPANHOL, 2003).

Segundo a última atualização da área do semiárido realizada em 10 de março de 2005, pela Portaria Interministerial N° 6, o Estado de Pernambuco possui 122 municípios inseridos no semiárido, totalizando 86.184 km<sup>2</sup>, que representa 88,20% do território Estadual possuindo, segundo último censo 2010, uma população de 3.656.169 habitantes. As características climáticas do semiárido se associam com grande parte dos solos degradados e os recursos hídricos insuficientes e com elevados níveis de poluição.

Assim, o uso de efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) em locais onde sejam admitidas águas de qualidade inferior, além de mitigar a poluição ambiental, disponibiliza a mesma quantidade ao abastecimento potável, proporcionando aumento da oferta e otimizando o uso dos recursos hídricos. Medeiros et al. (2008) acrescentam que “estudos efetuados em diversos países demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em áreas fertirrigadas com águas residuárias de origem doméstica, desde que sejam adequadamente manejadas”.

Através de convênio entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE e a Prefeitura de Pesqueira-PE foi instalada a Unidade Piloto Demonstrativa de Tratamento e Reúso do Esgoto Doméstico - ETE de Mutuca, que foi planejada com o objetivo de tratar efluentes domésticos, auxiliar no desenvolvimento da comunidade local, com pesquisas e ações relacionadas ao manejo racional da água, conservação dos recursos hídricos e produção agrícola.

O desenvolvimento e a utilização de fontes alternativas no tratamento auxiliar dos esgotos domésticos, são soluções sustentáveis e que contribuem na conservação dos recursos hídricos, evitando o lançamento in natura dos esgotos produzidos e a contaminação do solo e água.

Com isso desenvolvemos um sistema simplificado de baixo custo no tratamento preliminar dos esgotos domésticos, utilizando materiais acessíveis, fácil de ser replicado pela comunidade, principalmente no tratamento e reúso de águas cinzas.

## **OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Apresentar tecnologia de baixo custo no tratamento de efluentes domésticos, como alternativa simplificada e acessível a agricultores e comunidade local.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Desenvolver e replicar sistema simplificado de baixo custo no pré tratamento de esgoto doméstico;
- Disseminar o uso de tecnologias sustentáveis;
- Promover o uso de fontes alternativas;
- Evitar o descarte inadequado dos esgotos domésticos e a poluição do solo e da água;

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 ASPECTOS GERAIS**

A escassez dos recursos hídricos se apresenta de forma notória em todo planeta, seja ela em termos quantitativos, sobretudo em regiões áridas e semiáridas, ou de forma qualitativa, tendo em vista o avanço contínuo dos aglomerados urbanos, atrelado ao crescimento populacional que presencia o lançamento diário de esgotos sanitários, sem tratamento, nas coleções hídricas, em diversas regiões do Brasil (CAIXETA, 2010).

Além da pouca disponibilidade de água os recursos hídricos têm sofrido intensas interferências antrópicas, que têm culminado na poluição e comprometimento da sua qualidade. A deterioração dos ambientes aquáticos têm se caracterizado em um dos maiores problemas mundiais, sendo que os maiores responsáveis por esta contaminação são os lançamentos de efluentes domésticos e industriais sem tratamento (OLIVEIRA et al., 2012).

Em 1985, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (United Nations, 1958), estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos, que adota este conceito: “a não ser que exista grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior”. As águas de qualidade inferior, tais como esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas como fontes alternativas para usos menos restritivos. O uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes, se constitui hoje, em conjunção com a melhoria da eficiência do uso e o controle da demanda, na estratégia básica para a solução do problema da falta universal de água

#### **3.2 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

Segundo a ABNT, NBR 9648 (1986), “esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição parasitária”. Ainda segundo a mesma norma, esgoto doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas; esgoto industrial é o despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos; água de infiltração é toda água proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações; contribuição pluvial parasitária é a parcela do deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede de esgoto sanitário.

A coleta e tratamento de esgotos, no Brasil, não abrangem as zonas rurais, deixando por conta do proprietário rural a destinação dos dejetos, que quase sempre se dá por meio de fossa negra. No mercado há inúmeras técnicas de tratamento de água e dejetos que podem ser empregadas com sucesso. Contudo, o custo de aquisição de equipamentos, os insumos utilizados e a elevada manutenção dos sistemas inviabilizam sua implantação no meio rural.

O tratamento dos esgotos domésticos tem como objetivo, principalmente: remover o material sólido; reduzir a demanda bioquímica de oxigênio; exterminar micro-organismos patogênicos; reduzir as substâncias químicas indesejáveis. As diversas unidades da estação convencional podem ser agrupadas em função das eficiências dos tratamentos que proporciona.

Segundo Haruvy (1996), devem-se considerar os níveis desejados para determinada aplicação agrícola na tomada de decisão de como tratar as águas residuárias. Vários aspectos devem ser considerados, incluindo riscos de contaminação do lençol freático pela percolação de nutrientes, pelo perfil do solo e riscos à saúde pública; ou mesmo efeitos benéficos do uso de água residuária na irrigação agrícola, como diminuição dos custos com fertilizantes, dos impactos ambientais e recarga de aquíferos.

As tecnologias de tratamento mais empregadas no Brasil e avaliadas em diversas pesquisas desenvolvidas pelo PROSAB destacam as alternativas mais simplificadas, de menor custo e de maior sustentabilidade, representadas pelas lagoas de estabilização, disposição de efluentes no solo e reatores anaeróbios, que podem ser seguidos de pós-tratamento (CHERNICHARO, 2006).

Vários são os métodos de tratamento de esgotos doméstico que podem ser utilizados, a escolha deste irá depender da qualidade necessária do efluente tratado, dos efeitos no sistema solo- água-planta, antes de sua adoção, das variadas condições climáticas, disponibilidade econômica e social.

A Tabela 1, apresenta uma análise comparativa, em termos de eficiência dos principais sistemas de tratamento de esgotos, aplicados em esgotos domésticos.

Tabela 1 - Eficiências típicas de remoção dos principais poluentes de interesse nos esgotos doméstico.

Sistema	Eficiência Média de Remoção						
	DBO (%)	DQO (%)	SS (%)	NH <sub>3</sub> (%)	N (%)	P (%)	CTer (unid. log)
Lagoa Facultativa	75-85	65-80	70-80	< 50	< 60	< 35	1 - 2
Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa	75-85	65-80	70-80	< 50	< 60	< 35	1 - 2
Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação	80-85	70-83	73-83	50-65	50-65	>50	3 - 5
Escoamento Superficial	80-90	75-85	80-93	35-65	<65	<35	2 - 3
Leito de Macrófitas (wetlands)	80-90	75-85	87-93	< 50	< 60	< 35	3 - 4
Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio	80-85	70-80	80-90	< 45	< 60	< 35	1 - 2
Reator UASB	60-75	55-70	65-80	< 50	< 60	< 35	≈ 1
Reator UASB + Filtro Anaeróbio	75-87	70-80	80-90	< 50	< 60	< 35	1 - 2
Reator UASB + Lagoa de Polimento	77-87	70-83	73-83	50-65	50-65	> 50	3 - 5
Reator UASB + Escoamento Superficial	77-90	70-85	80-93	35-65	< 65	< 35	2 - 3

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio; DQO: Demanda Química de Oxigênio; SS: Sólidos Suspensos; NH<sub>3</sub>: Amônia; N: Nitrogênio Total; P: Fósforo Total; CTer: Coliformes Termotolerantes.

Fonte: Adaptado de Chernicharo (2006)

Técnicas alternativas de tratamento de água, esgoto e dejetos são desenvolvidos no âmbito nacional. Já existem várias experiências que merecem destaque com a prática do reúso planejado. A irrigação de culturas agrícolas, e/ou florestais, através do uso de esgotos domésticos tratados, ao invés de descarregá-los nos cursos d'água, muitas vezes intermitentes, quando em regiões semiáridas, tem sido uma alternativa de disposição, sobretudo em função da escassez de recursos hídricos, requerimento de água para irrigação e reciclagem de nutrientes minerais para as plantas (BOND, 1998).

A Tabela 2 apresenta as principais características físico-químicas e microbiológicas dos esgotos domésticos, com seus respectivos parâmetros de qualidade.

Tabela 2 - Principais características dos esgotos domésticos.

PARÂMETRO	UNIDADE	CONTRIBUIÇÃO PER CAPITA (g/hab.d)		CONCENTRAÇÃO	
		Faixa	Típico	Faixa	Típico
<b>Sólidos Totais</b>	mg/L	120 – 220	180	700 – 1350	1100
Em suspensão	mg/L	35 – 70	60	200 – 450	400
Fixos	mg/L	7 – 14	10	40 – 100	80
Voláteis	mg/L	25 – 60	50	165 – 350	320
Dissolvidos	mg/L	85 – 150	120	500 – 900	700
Fixos	mg/L	50 – 90	70	300 – 550	400
Voláteis	mg/L	35 – 60	50	200 – 350	300
Sedimentáveis	ml/L	-	-	10 – 20	15
<b>Matéria Orgânica</b>					
DBO <sub>5</sub>	mg/L	40 – 60	50	200 – 500	350
DQO	mg/L	80 – 130	100	400 – 800	700
DBO última	mg/L	60 – 90	75	350 – 600	500
COT	mg/L	30 – 60	45	170 – 350	250
<b>Nitrogênio Total</b>	mgN/L	60 – 112,0	8,0	35 – 70	50
Nitrogênio orgânico	mgN/L	2,5 – 5,0	3,5	15 – 30	20
Amônia	mgNH <sub>3</sub> N/L	3,5 – 7,0	4,5	20 – 40	30
Nitrito	mgNO <sub>2</sub> N/L	0	0	0	0
Nitrato	mgNO <sub>3</sub> -N/L	0,0 – 0,5	0	0 – 2	0
<b>Fósforo</b>	mgP/L	1,0 – 4,5	2,5	5 – 25	14
Fósforo orgânico	mgP/L	0,3 – 1,5	0,8	2 – 8	4
Fósforo inorgânico	mgP/L	0,7 – 3,0	1,7	4 – 17	10
<b>PH</b>	-	-	-	6,7 – 7,5	7,0
<b>Alcalinidade</b>	mgCaCO <sub>3</sub> /L	20 – 30	25	110 – 170	140
<b>Cloretos</b>	mg/L	4 – 8	6	20 – 50	35
<b>Oleos e Graxas</b>	mg/L	10 – 30	20	55 – 170	110
<b>Microrganismos</b>					
Bactérias totais	Org/100m	12 - 13 10 – 10	-	9 - 10 10 – 10	-
Coliformes totais	Org/100mL	<sup>y</sup> 10 – 10 <sup>12</sup>	-	<sup>o</sup> 10 – 10 <sup>y</sup>	-
Coliformes fecais	Org/100mL	<sup>8</sup> 10 – 10 <sup>11</sup>	-	<sup>5</sup> 10 – 10 <sup>8</sup>	-
Estreptococos fecais	Org/100mL	<sup>8</sup> 10 – 10 <sup>y</sup>	-	<sup>5</sup> 10 – 10 <sup>o</sup>	-
Cistos de protozoários	Org/100mL	<10 <sup>o</sup>	-	<10 <sup>5</sup>	-
Ovos de helmintos	Ovos/100mL	<10 <sup>o</sup>	-	<10 <sup>5</sup>	-
Vírus	Org/100mL	<sup>5</sup> 10 – 10 <sup>7</sup>	-	<sup>2</sup> 10 – 10 <sup>4</sup>	-

Fonte: adaptado de Von Sperling (1995), Pessoa e Jordão (1982), Metcalf e Eddy (1991).

A qualidade físico-química exigida para um efluente que se pretende utilizar na agricultura, depende das características do solo e da cultura à ser irrigada, enquanto a qualidade sanitária deve assegurar o controle de microrganismos patogênicos e, assim, a proteção da saúde pública (CASTRO, 2005).

A RESOLUÇÃO nº 54, DE 28 DE NOVEMBRO DE 2005, estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, considerando que a prática de reúso de água reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública estabelece critérios gerais nas diversas modalidades de reúso, entre elas o reúso para fins agrícolas e florestais.

O reúso da água recebe três qualificações: o reúso indireto não planejado, quando a água já utilizada é descarregada no meio ambiente, sendo diluída e novamente utilizada; o reúso indireto planejado, que ocorre quando os efluentes são devidamente tratados e descarregados, de forma planejada e controlada, nos cursos d'água e integrados à jusante; por fim o reúso direto planejado, que consiste no tratamento dos efluentes e o seu encaminhamento ao local específico que será reutilizado.

Dentre os diversos usos da água residuária, Hespanhol (2003) destaca as modalidades mais significativas no Brasil a (irrigação, proteção contra incêndio, controle de poeira, construção civil e diluição de dejetos) em área urbana, o reúso industrial (resfriamento, caldeiras, lavagens diversas, irrigação e processos industriais) e o reúso agrícola e recarga de aquíferos.

A Tabela 3 a seguir, define os parâmetros de DBO e coliformes fecais para os diferentes métodos de reúso.

**Tabela 3. Diretrizes microbiológicas recomendadas para uso de esgotos na agricultura\* (WHO, 1989).**

<b>Categoria</b>	<b>Condições de reúso</b>	<b>DBO (mg/L)</b>	<b>Coliformes fecais (No./100 ml)(3)</b>
A	Irrigação de árvores, algodão e outras colheitas não comestíveis	60	50.000
B	Irrigação de cereais, forragem e castanhas	45	10.000
C	Irrigação de cana de açúcar, campos de esportes, vegetais que não necessitam de cozimento	35	1000
D	Irrigação não restringida, incluindo parques e jardins	25	100

Fonte: Kellner, E; Pires, E.C. Lagoas de Estabilização (1998).

Durante as duas últimas décadas, o uso de esgotos para irrigação de culturas aumentou, significativamente, devido aos seguintes fatores:

- dificuldade crescente de identificar fontes alternativas de águas para irrigação;
- custo elevado de fertilizantes;
- a segurança de que os riscos de saúde pública e impactos sobre o solo são mínimos, se as precauções adequadas são efetivamente tomadas;
- os custos elevados dos sistemas de tratamento, necessários para descarga de efluentes em corpos receptores;
- a aceitação sociocultural da prática do reúso agrícola, e reconhecimento, pelos órgãos gestores de recursos hídricos, ainda é pequena, mas vem desenvolvendo.

### **3.4 REÚSO AGRÍCOLA NO MUNDO**

A utilização de águas residuárias para irrigação, como meio de reduzir a poluição dos rios e de fertilizar o solo, se popularizou em diversos países, a partir de 1865, especialmente nas grandes cidades (SHUVAL et al., 1997; CROOK 1993; MARECOS DO MONTE, 1995).

Na Alemanha, a precipitação natural atende às necessidades de água de mais de 90% da área agrícola do país. O complemento requerido vem, principalmente, de mananciais superficiais, seguindo-se as águas subterrâneas e os esgotos tratados. Cerca de 3% dos esgotos sanitários gerados na Alemanha são utilizados para irrigação. Berlim iniciou a prática de aplicação das suas águas residuárias em 1876, ocupando uma área de 17.200 ha em 1910 (FEIGIN et al., 1991; MUFFAREG, 2003).

De acordo com Benetti (2006), na Índia a irrigação é o principal método de disposição de esgotos no país, tendo a primeira “fazenda de esgotos” se estabelecido em 1895. Diversos rios, no território indiano, praticamente se tornam secos, durante os meses de verão, favorecendo ainda mais o reúso agrícola dos esgotos. Existem 132 projetos de irrigação com esgotos sanitários e muitos outros com efluentes de agroindústrias. Na África do Sul, a irrigação de efluentes sanitários é prática comum no país, com 25% dos esgotos tratados das cidades, sendo utilizados na agricultura. Em alguns municípios, esta proporção atinge 100%. Em Johannesburgo são utilizados esgotos para irrigação desde 1914. A maior cidade da África do Sul é proprietária de fazendas para desenvolvimento agropecuário e agrícola, com o objetivo de disposição de esgotos.

Israel é conhecido mundialmente pelos avanços tecnológicos, quando se fala em reúso de água. Segundo o Israel (Ministry of Foreign Affairs – MFA), o país se destaca, na ciência e tecnologia, pelas excelentes universidades e centros de pesquisa que possui; onde os trabalhos desenvolvidos, em grande parte, são voltados para suprir a falta de recursos naturais do local. Em termos de disponibilidade hídrica, a situação de Israel é tão desfavorável quanto à da região do semiárido brasileiro. As precipitações pluviométricas podem registrar valores anuais entre 35-200 mm, na região do Deserto de Negev, que abrange cerca de 50% do país. No nordeste do Brasil, sobretudo no semiárido, as precipitações pluviométricas médias anuais são iguais ou inferiores a 800 mm. A situação de escassez de água, que predomina em todas as áreas de Israel, faz com que o país estabeleça como prioridade a introdução de inovações na gestão hídrica, adotando como princípios básicos: a exploração máxima dos recursos hídricos convencionais; a exploração de recursos não convencionais, a exemplo das águas residuais, e a adoção de práticas de uso racional de água (MFA, 2011).

### **3.5 REÚSO AGRÍCOLA NO BRASIL**

Os Estados Unidos foi o primeiro país a organizar e a legislar sobre o reúso do esgoto na agricultura. Posteriormente, a legislação expandiu sua regulamentação para o reúso industrial e urbano. A Organização Mundial de Saúde (OMS) também tem regulamentado, desde a década de 1970, diretrizes para a utilização de águas residuárias e critérios de saúde.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2016, 83,3% da população era abastecida com água potável, o que quer dizer que os outros 16,7%, ou 35 milhões de brasileiros, ainda não tinham acesso ao serviço. Em 2011, o índice de atendimento era de 82,4%. A evolução foi de 0,9 ponto percentual. Quanto à coleta de esgoto, 51,9% da população tinha acesso ao serviço em 2016, ou seja 48,1% ou mais de 100 milhões de pessoas, utilizavam medidas alternativas para lidar com os dejetos, seja através de uma fossa, ou jogando o esgoto diretamente em rios. Em 2011, o percentual de atendimento era de 48,1%, um avanço de 3,8 pontos percentuais. Apenas 44,9% do esgoto gerado no país era tratado em 2016. Em 2011, o índice era de 37,5%, uma evolução de 7,4 pontos percentuais.

A falta de tratamento de esgotos e de efluentes industriais e agroindustriais e o desperdício de água na irrigação agrícola contribuem para o cenário de escassez de água. A demanda por água potável e conflitos pelos usos múltiplos da água, vem pressionando a tomada de decisões que envolvam o tratamento de água, esgoto e resíduos, assim como o aproveitamento dos efluentes tratados.

Turrall et al. (2011) indicam que, desde a década de 60 até os dias atuais, o uso agrícola das terras aumentou em 12% (de 1.368 para 1.527 milhões de ha), observando aumento de 117% para áreas cultivadas sob irrigação (de 139 para 301 milhões de ha) e decréscimo de 0,2% para cultivos em sequeiro (1.229 para 1.226 milhões de ha). Assim, considerando o volume de água utilizado pela agricultura irrigada (ANA, 2012), nota-se que seu uso precisa ser eficiente a fim de manter-se ambientalmente sustentável. Neste contexto, é fundamental a seleção de cultivo e do manejo de irrigação, a gestão racional e integrada da água e o uso de águas de qualidade inferior.

Dentre as pesquisas objetivando a produção agrícola com águas residuárias, podem ser citados Silva (2007), para a produção de milho, Souza et al. (2010a), para a produção de mamona, e Miranda (2010), com produção de algodão colorido. Em pesquisa realizada com a adoção de esgoto com tratamento secundário em reatores UASB, para cultivo de algodão dispensou o uso de adubação orgânica, tendo em vista os nutrientes presentes em tal água; já Silva (2010) constatou a importância do esgoto de tratamento secundário (também tratado em reatores UASB) na produção de mamona variedade Energia, no semiárido de Pernambuco, abordando também culturas oleaginosas cultivadas com esgoto doméstico tratado, devendo-se mencionar as contribuições científicas de Souza et al. (2010b) e Nobre et al. (2010), ambas abordando o cultivo do girassol.

#### **4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AO TRATAMENTO E REÚSO DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS**

No Brasil, existem poucos instrumentos de ordenação política, institucional, legal ou regulatória que orientem as atividades de reúso, praticadas no território nacional. Embora não seja atribuição específica da Agência Nacional de Águas – ANA, promover e regulamentar as atividades de reúso de água no país, sua ação coordenadora no setor pode permitir a elaboração e a implementação de projetos sustentáveis de reúso; ajustados aos programas e objetivos de gerenciamento integrado às bacias hidrográficas nas quais esteja atuando. A Agência Nacional de Águas (ANA) foi criada pela Lei n. 9.984, de 17 de julho de 2000, constituindo-se em entidade federal cuja função é a implementação da política nacional de recursos hídricos. A Bacia Hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Dentre os fundamentos legais da Lei 9433/97, ficou estabelecido que a gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos

usuários e das comunidades, procurando também garantir uma representação minimamente equitativa de estado e sociedade nos comitês de bacia Hidrográfica.

É necessário desenvolver uma cultura e uma política de conservação de água, em todos os setores da sociedade, tendo em vista que o reúso planejado de águas residuais constitui o mais moderno e eficaz instrumento de sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos (HESPANHOL, 2003).

Em 2003, o CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) lançou uma minuta de resolução, bastante similar à recomendação da Organização Mundial de Saúde, incentivando o reúso de águas de qualidade inferior e estabelecendo padrões de qualidade dos efluentes para cada modalidade de reúso, o que representou um grande passo na legalização da técnica no país, no entanto tal resolução não entrou em vigor e no ano de 2005 o mesmo órgão lançou a Resolução nº 54, de 28711/2005, que incentiva a prática do reúso em diversas modalidades, mas não estabelece parâmetros específicos para seu emprego (Brasil, 2005).

Em 2010, o CNRH lançou a Resolução nº 121 (16/12/2010), que estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução nº 54 (Brasil, 2011).

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no Distrito de Mutuca, município de Pesqueira, na região de Agreste do Estado de Pernambuco (Figura 1). A ação foi desenvolvida na Unidade Experimental Demonstrativa de Tratamento e Reúso Hidroagrícola, situada entre as coordenadas geográficas 7° 15' 18" e 8° 18' 11" de Latitude Sul, e 35° 52' 40" de Longitude Oeste e altitude média de 550m, Figura 1.

Figura 01. Mapa de localização do Distrito de Mutuca - PE.



O clima da região segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSsh (extremamente quente, semiárido). A precipitação média anual, conforme dados histórico local (1910 a 2012) é de 671,90 mm (SILVA et al., 2013). De acordo com os dados normais climatológicos, a evaporação total anual é de 1.589,80 mm, a temperatura média de 24,70 °C, máxima de 29,0 °C e mínima de 18,5 °C, respectivamente.

Mutuca fica localizado no município de Pesqueira-PE, distante 230 km da cidade de Recife, capital do Estado, apresenta uma população de aproximadamente 5.500 habitantes e como a maioria das comunidades rurais do Estado, não dispõe de saneamento básico. Além disso, os efluentes domésticos de 1/3 do povoado drenavam diretamente para as nascentes da Bacia do Rio Ipojuca, responsável pela recarga do aquífero onde se situa poço amazonas e poço tubular, principais fontes de água potável da região. Em um terreno de 4078 m<sup>2</sup>, próximo a nascente, pela Prefeitura Municipal de Pesqueira, foi construída uma Unidade de Tratamento de Esgoto com reator UASB com recurso do Ministério da Ciência e Tecnologia, que contribuiu para a erradicação dos efluentes domésticos nas nascentes. A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Mutuca Figura 1, atende a uma parte do distrito de Mutuca correspondente a 150 residências com uma média de 5 moradores por unidade, 750 pessoas, cuja renda média é de um salário mínimo. A vazão que alimenta o reator UASB foi estimada em 3000 L/ dia. A estação de tratamento de esgotos de Mutuca é constituída de um tratamento preliminar com grades de barra, desarenador e calha Parshall; em seguida, um reator UASB, combinado com um filtro anaeróbico de fluxo descendente e lagoa de polimento dando aos efluentes um grau de tratamento secundário (SANTOS, 2017).

**Figura 2.** Unidade Experimental de Tratamento e Reúso de Esgoto doméstico – ETE Mutuca



A Unidade Experimental Demonstrativa de Tratamento de Esgoto e Reuso Hidroagrícola possui uma estação agrometeorológica automática (Hobo), é provida de sensores de radiação solar incidente, velocidade e direção do vento, temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica além de um pluviômetro de báscula. Adicionalmente, dispõe de Tanque Classe “A”, o qual é monitorado por docentes e discentes da Escola Intermediária Henrique Monteiro Leite. A unidade lisimétrica, além de permitir a estimativa do consumo hídrico real dos cultivos, possibilita a realização de experimentos de balanço hídrico e de solutos em nível de campo, estimando-se os fluxos e transportes ascendentes e descendentes no perfil não saturado. Na condução da irrigação e dos tratos culturais aos cultivos, dispõe-se de técnico local ligado à prefeitura do município de Pesqueira. A Unidade Piloto possui sistema de irrigação localizado por gotejamento, tipo Xique-xique.

## **5.2 ETAPAS DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE MUTUCA**

### **5.2.1 Tratamento preliminar / primário**

#### **Gradeamento**

Tem por objetivo reter o material sólido grosseiro em suspensão no esgoto, para proteger tubulações, válvulas, bombas e outros equipamentos. O gradeamento é composto por grades constituídas por barras metálicas paralelas e igualmente espaçadas, de limpeza manual.

#### **Caixa de Areia e medidor de vazão (vertedor Parshall)**

São dispositivos destinados a reter areia e outros detritos minerais inertes, geralmente presentes no esgoto doméstico, e visam proteger bombas à abrasão, bem como evitar entupimentos das canalizações e a sedimentação desse material nos decantadores ou digestores.

Segundo Sperling (1996, v.1, p.170) “Tratamento preliminar objetiva apenas a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o tratamento primário visa à remoção dos sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Em ambos predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes

### **5.2.2 Tratamento secundário**

#### **Reator UASB e Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente**

Nessa etapa ocorre a estabilização de substâncias instáveis e da matéria orgânica presente no lodo fresco. O Reator UASB possui eficiência limitada na remoção da DBO e SST, por essa razão, a necessidade do uso de outra unidade biológica de tratamento, no caso o filtro anaeróbio de fluxo ascendente, dando aos efluentes um grau de tratamento secundário. A digestão é realizada com a finalidade de destruir, ou reduzir os microrganismos patogênicos, dotar o lodo de características favoráveis à redução de umidade, permitindo a sua utilização

quando estabilizado convenientemente, como fonte de húmus ou condicionador de solo para fins agrícolas.

### **Tanque de Polimento**

De acordo com VON SPERLING (2005), as lagoas de polimento são uma ótima sugestão para um pós-tratamento, uma vez que apresentam altos níveis de remoção de patógenos e nutrientes, tendo ainda função de remoção complementar da DBO. Além disso, elas são indicadas quando o local apresenta áreas disponíveis, como na Unidade da ETE – Mutuca, em que o sistema é formado por três tanques de polimento, recebendo o esgoto já tratado no reator e dando sequência no processo de tratamento, o esgoto permanece no tanque durante 5 dias, o processo é influenciado por fatores meteorológicos como: luz solar; vento, temperatura, chuvas e evaporação.

## **6. CONCEPÇÃO E INSTALAÇÃO DE SISTEMA SIMPLIFICADO DE BAIXO CUSTO NO PRÉ TRATAMENTO DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS**

De acordo com o último censo brasileiro realizado pelo IBGE (2010), cerca de 29,9 milhões de pessoas residem em áreas rurais no Brasil, o que configura, aproximadamente, 8,1 milhões de domicílios. No meio rural, não há rede coletora de esgotos como nas áreas urbanas, e muitas famílias costumam recorrer a alternativas inadequadas para o tratamento, como – entre outras – o uso de fossas rudimentares, o que totaliza cerca de 57% de famílias vivendo nessa situação.

Segundo Almeida (2007), um projeto que seja sustentável deve seguir critérios da eco eficiência, como: (1) Reduzir o consumo de materiais com bens e serviços; (2) Reduzir o consumo de energia com bens e serviços; (3) Reduzir a dispersão de substâncias tóxicas; (4) Intensificar a reciclagem de materiais; (5) Maximizar o uso sustentável de recursos renováveis; (6) Prolongar a durabilidade dos produtos; (7) Agregar valor aos bens e serviços.

No presente trabalho foi proposto a concepção e instalação de tratamento simplificado no pré tratamento do esgoto doméstico, com objetivo da redução da concentração dos sólidos sedimentáveis e em suspensão, através de duas caixas coletoras que funcionam como DECANTADORES e uma terceira coletora de menor volume que funciona como um FILTRO DE FLUXO ASCENDENTE. A alternativa busca o aumento da eficiência do tratamento de esgoto doméstico que já é realizado atualmente na unidade, através de um projeto simplificado e de baixo custo, fácil de ser replicado pela comunidade principalmente no tratamento e reúso de águas cinzas.

Durante a etapa de concepção do sistema, foram realizadas previamente algumas visitas a unidade demonstrativa para coleta de dados como, espaço físico disponível para instalação, ponto de interligação do sistema proposto ao sistema existente na unidade, declividade do terreno e extensão de tubulação necessária.

### **Materiais Utilizados**

- Caixas coletoras de 1000 l – 2 und
- Caixa coletora de 500 l – 1 und
- Tubo PVC DN 60 mm – 18 m
- Registro de 60 mm – 1 und
- Adaptador para caixa d'água – 6 und

Figura 03. Instalação de caixa decantadora



O sistema é formado por três caixas, que são colocadas no solo e conectadas por meio do sistema de tubulação, Figura 4. O tubo é instalado na saída da caixa de recepção do esgoto (caixa de inspeção) e conectado à primeira caixa coletora (decantador primário), Figura 5. O objetivo é que os sólidos em suspensão, que apresentam densidade maior do que a do líquido circundante, sedimentem gradualmente no fundo constituindo o lodo primário. Parcela dos sólidos em suspensão sedimentados é de natureza orgânica, o que conseqüentemente resulta na redução da carga orgânica afluyente ao tratamento secundário.

Figura 04. Esquema de funcionamento do sistema

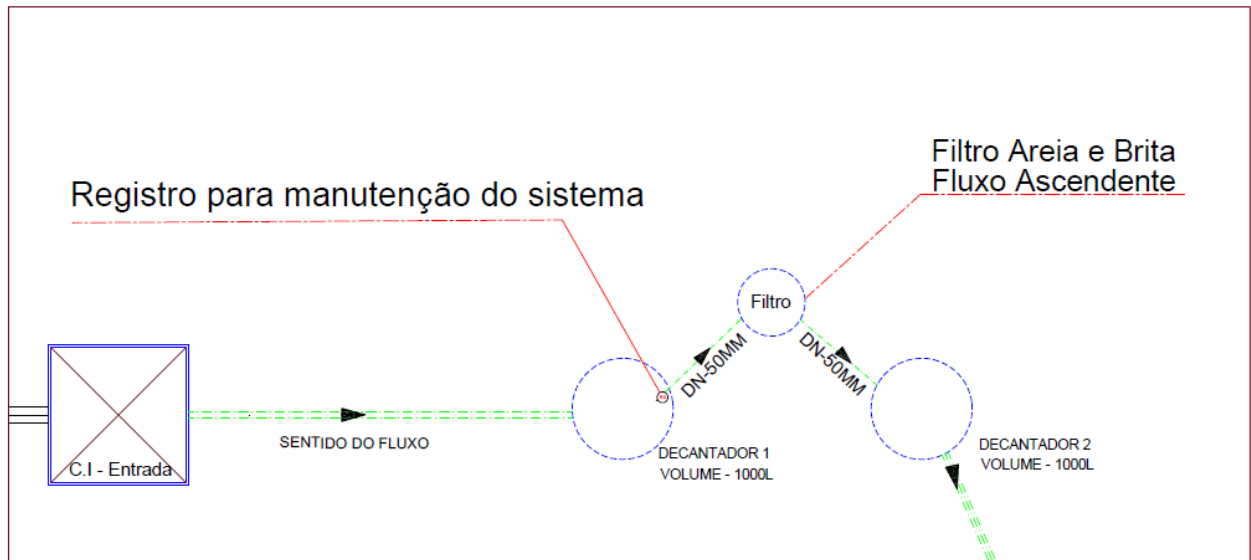


Figura 05. Caixas coletoras presas ao solo e interligadas por sistema de tubulação



Na caixa coletora filtrante (filtro de fluxo ascendente) parte da matéria orgânica é estabilizada biologicamente pela ação de organismos aeróbios que apresentam capacidade de aderência a um meio suporte inerte (pedras e areia). Os efluentes são aplicados na superfície do filtro biológico e escoam, em sentido ascendente, através dos espaços vazios existentes no meio suporte, Figura 6. Segundo a trajetória percorrida, os efluentes entram em contato com a biomassa aderida (biofilme), sendo a parcela solúvel da matéria orgânica decomposta aerobicamente. O filtro foi desenvolvido com base na NBR 12209, que fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto hidráulico sanitário de estações de tratamento de esgoto sanitário, de acordo com a norma, a filtração biológica deve ser precedida de remoção de sólidos

grosseiros e areia e de decantação primária ou outra unidade de remoção de sólidos em suspensão, o filtro biológico deve dispor de um meio suporte da biomassa, constituído de pedra britada, seixo rolado ou outros materiais. O filtro que tem como premissa um sistema fácil e de baixo custo, foi preenchido com camadas de brita nº 12 e 19 e areia grossa, Figura 6. Os filtro deverá ser lavado a contra-corrente (por inversão de fluxo), em sua manutenção, com uma vazão capaz de assegurar uma expansão adequada para o meio filtrante.

Figura 06. Vista superior do leito filtrante



Um filtro lento de areia é simplesmente um leito de areia apoiado por outro leito de cascalho, contido em uma caixa, com uma entrada para água bruta e uma saída para água tratada (SOLONA,1995). A filtração lenta em camada de areia apresenta uma taxa de filtração de duzentas vezes menor que na filtração rápida. O efluente pode demorar 2 ou mais horas da entrada à saída. Durante a passagem pelo meio filtrante, a água muda continuamente de direção, favorecendo o contato entre as impurezas e os grãos do meio filtrante, com retenção de parte delas, principalmente em até 40 cm de profundidade resultando em várias ações distintas: transporte, aderência e atividade biológica.

Figura 07. Sistema simplificado de baixo custo



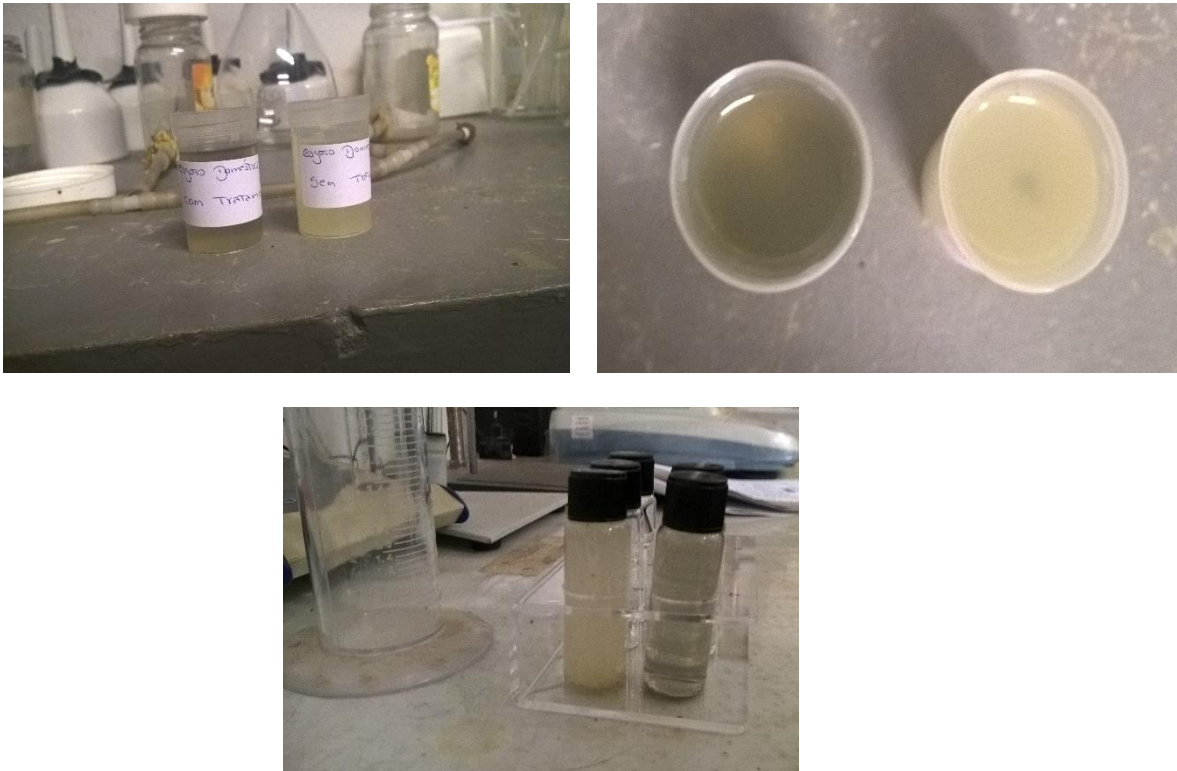
O tratamento primário de esgotos e dejetos objetiva a remoção de sólidos e matéria orgânica, de modo a reduzir os valores de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio). A DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica biodegradável existente na água por meio da ação de microrganismos, enquanto que a DQO representa a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica total presente na água. Os esgotos domésticos apresentam valores de DBO de 500 miligramas de oxigênio para cada litro de resíduo, respectivamente. Valores elevados de DBO e DQO indicam que os resíduos são mais poluentes e seu tratamento mais complicado.

### **6.1 Parâmetros Físicos Analisados**

Para analisar os resultados da qualidade do efluente após a passagem pelo pré tratamento simplificado, foram analisadas 2 amostras da água do sistema. As amostras foram coletadas na ETE Mutuca, antes e depois do sistema simplificado e analisadas no Laboratório de Água e Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e comparadas com a resolução CONAMA

357. Na avaliação da eficiência do sistema instalado, foram analisados parâmetros físicos como turbidez e condutividade elétrica.

**Figura 08.** Análise da Turbidez e Condutividade Elétrica em amostra se esgoto, sem e com o pré tratamento simplificado



### 6.1.1 Turbidez

É uma propriedade física dos líquidos relacionadas com a redução da sua transparência, induzida pela presença de materiais em suspensão, que interferem na passagem da luz através deste fluido. Os esgotos domésticos e industriais, assim como as atividades de mineração, também elevam a turbidez das águas. Uma turbidez alta reduz a fotossíntese da vegetação submersa e de algas, suprimindo a vida aquática (CETESB, 2014).

Nos esgotos domésticos a cor e turbidez indicam de imediato o estado de decomposição do esgoto. A tonalidade acinzentada acompanhada de alguma turbidez é típica do esgoto fresco e a cor preta é típica do esgoto velho (FUNASA).

### 6.1.2 Condutividade

A condutividade elétrica é a medida da capacidade da água conduzir eletricidade, indica a presença de compostos ionizáveis nos ambientes aquáticos. Esta grandeza, que depende das concentrações iônicas e da temperatura, indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto representa uma medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2014).

**Tabela 04.** Análise da Turbidez e Condutividade Elétrica em amostra de esgoto, sem e com pré tratamento simplificado.

<b>Categoria</b>	<b>Turbidez NTU</b>	<b>Condutividade Elétrica (ms/cm) 25°C</b>
Esgoto Bruto	951	3,14
Esgoto Pré Tratado	85,2	2,49

De acordo com os padrões de classificação da resolução do CONAMA 357/2005 e de acordo com os dados obtidos das análises, nota-se que:

O limite estabelecido pelo CONAMA 357 é de 100 NTU, portanto, a amostra está dentro do padrão de qualidade do CONAMA 357.

O monitoramento e análise da água residuária, condutividade elétrica e salinização no perfil do solo e, também, os índices de crescimento da cultura a ser irrigada (como parâmetros tecnológicos, produtividade e sistema radicular) são fundamentais, já que fornecem informações relevantes quanto à relação entre o sistema de manejo adotado e a atual condição das plantas, permitindo, dessa forma, realizar tomada de decisão para melhoria e adequação dos tratamentos culturais empregados e do sistema de tratamento utilizado.

## **7. AÇÕES DE EXTENSÃO PARA DISSIMINAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO E REÚSO DO ESGOTO DOMÉSTICO**

A Pró Reitoria de Extensão da UFRPE em parceria com o LAS (Laboratório de Água e Solo) desenvolve pesquisa e ações voltados ao monitoramento climático, proteção de nascentes, tratamento de esgoto, reúso de esgoto doméstico tratado para produção de culturas, dentre elas oleaginosas perenes, milho, sorgo e girassol, de modo a aplicar tecnologias que têm sido sistematicamente aprimoradas e desenvolver junto a comunidade, conscientização ambiental e disseminação de práticas sustentáveis, como o reúso hidroagrícola. Foram realizadas ações para disseminação e inclusão social, como palestras sobre práticas de reúso,

conservação de água, e convivência com o semiárido e dias de campo para avaliação da influência do lodo via adubação e da irrigação com efluente tratado no desenvolvimento das culturas.

### 7.1 Palestra na Escola Intermediária Henrique Monteiro Leite

O encontro contou com a participação de alunos do 8º e 9º ano, e com o apoio dos professores de Ciências e Matemática, ao todo participaram da palestra 25 alunos e dois professores. A Escola Intermediária Henrique Monteiro Leite é parceira da Universidade Federal Rural de Pernambuco através do Laboratório de Água e Solo e da Pró Reitora de Extensão, integrando o tripé do Ensino, Pesquisa e Extensão. Durante encontro foi realizada uma conversa integradora e diagnóstico do entendimento dos alunos da referida escola, sobre a importância da estação de tratamento e reúso para a comunidade, assim como sua viabilidade social e ambiental, Figura 9.

**Figura 09.** Palestra com alunos e professores da Escola Intermediária Henrique Monteiro Leite (Distrito de Mutuca, Pesqueira – PE) desenvolvida pela equipe do LAS/UFRPE.



Na ação foi desenvolvido o tema “reúso do esgoto doméstico tratado na agricultura e fontes alternativas na clarificação de águas residuárias”. Foi abordada a definição de reúso de água de acordo com a Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, a importância do tratamento do esgoto e seu uso para fins hidroagrícolas, a proteção de nascentes e o cultivo de oleaginosa com alto potencial de clarificação de águas residuárias, como é o caso da Moringa oleífera que apresenta boa adaptação em diversas regiões do semiárido brasileiro florescendo e produzindo frutos mesmo em tempo de estiagem, além de sua potencialidade como coagulante natural, apresentando assim viabilidade ambiental, econômica e sanitária (Oliveira et al., 2018).

## **7.2 BIOMETRIA DO GIRASSOL EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE LODO VIA ADUBAÇÃO E COLHEITA**

Foi realizado o Dia de Campo, na área da Estação Experimental de Tratamento e Reúso de Esgoto Doméstico e contou com a participação de discente da Universidade Federal Rural de Pernambuco e alunos do 5º e 6º ano da Escola Intermediária Henrique Monteiro Leite. No encontro, foi estimulado de maneira participativa o monitoramento biométrico, que consiste na avaliação do crescimento das plantas do girassol e sua análise de variância através de métodos estatísticos. Saliente-se que a escolha do girassol foi baseada em diagnóstico prévio na comunidade, a qual apontou essa cultura como de importância para fins religiosos, especificamente para decoração na festa da Padroeira da Comunidade de Mutuca, a se realizar na igreja local.

Na análise estatística do efeito da aplicação do lodo via adubação na cultura girassol, foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro caulinar (DC); altura da planta (AP) e número de folhas (NF), como visto na Figura 10.

A avaliação biométrica foi realizada de forma participativa em 6 plantas por parcela (1 parcela com o cultivo de lodo via adubação outra sem o uso do lodo).

A variável diâmetro caulinar (Figura 10A) foi medida utilizando um paquímetro e no colo da planta a uma altura aproximadamente de 3 cm. A altura da planta corresponde a distância da base do caule ao seu ápice, a mesma foi medida com uma trena (cm) (Figura 10B), e a correspondência do número de folhas foi realizada através da contagem, conforme Figura 10C.

**Figura 10.** Diâmetro caulinar (A); Altura da Planta (B); Número de Folhas (C)



Na análise estatística dos dados da biometria participativa realizada pelos alunos da comunidade local, observou-se que houve diferenciação dos efeitos do tratamento (adubação via lodo) em relação aos caracteres agrônômicos altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas, de acordo com a análise de variância (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo do quadro de análise de variância em resposta a utilização de lodo via adubação, na média dos tratamentos.

Fonte de Variação	Variáveis		
	Altura da Planta (AP)	Diâmetro Caulinar (DC)	Número de Folhas (NF)
	cm	mm	Und
Com Lodo	118,50	19,63	25,50
Sem Lodo	97,67	18,15	20,17

O tratamento com lodo resultou em 17,6% cm de altura da planta, 7,5% mm de diâmetro caulinar e 21% unidades de folha, a mais que os valores para o tratamento sem lodo. Estas características agrônômicas mais elevadas na condição de lodo podem ser atribuídas aos nutrientes presentes no lodo de esgoto. Castro et al. (2006) encontraram melhor resposta do girassol quando submetidos a adubação por fosfato.

O girassol cultivado e monitorado pelos estudantes da escola da comunidade foi colhido e usado com sucesso na decoração da Igreja de Santa Terezinha, em tempo para a festa religiosa. A comemoração acontece todo os anos, no mês de outubro, e reúne centenas de fiéis. A ação de inclusão social foi realizada com objetivo de promover a participação efetiva da comunidade e de revelar os frutos de suas ações.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso de fontes alternativas no tratamento ou como parte de um sistema de tratamento dos esgotos domésticos, viabiliza benefícios ambientais, sociais e econômicos. Do ponto de vista agrônomo e ambiental o esgoto tratado pode substituir a água convencional utilizada pelos agricultores, a irrigação com água de reúso é promissora desde que estabelecido um manejo adequado.

O sistema simplificado de baixo custo no tratamento dos esgotos domésticos, revela-se como uma solução acessível, de fácil instalação e manutenção, possibilita também um rápido retorno ambiental e social quando aplicado, pois evita a contaminação da água e do solo e permite o reúso das águas cinzas.

No gerenciamento dos Recursos Hídricos a implementação de práticas alternativas devem ser compatíveis com as reais condições e necessidades das diversas regiões, o tratamento e reúso é um recurso indispensável no gerenciamento sustentável. É nítida a necessidade do desenvolvimento e implementação de políticas públicas, aprofundar o conhecimento técnicas alternativas, na educação ambiental continuada nessa área, legalização e normatização de padrões e procedimentos.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENETTI, A. D. **Reúso de águas residuárias na agricultura: cenário atual e desafios a serem enfrentados.** In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA, 2., 2006, Passo Fundo, RS. Passo Fundo, RS:

Universidade de Passo Fundo, 2006.

BERNARDI C. C. **Reúso de água para irrigação.** 2003. 52 f. Monografia (Especialização modalidade MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) - ISEA – FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, Brasília, DF, 2003.

CAIXETA, C. E. T. **Avaliação do atual potencial de reúso de água no Estado do Ceará e propostas para um sistema de gestão.** 2010. 323 f. Tese (Doutor em Engenharia Hidráulica e Ambiental). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

CASTRO, C. et al. **Rochas brasileiras como fonte alternativa de potássio para a cultura de girassol.** Espaço & Geografia, Brasília, DF, v. 9, n. 2, p. 179-193, 2006.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – MINISTÉRIO DA SAÚDE; Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/eng\\_saneam2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_saneam2.pdf) %E2%80%8E.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent.** management for environmental protection. Berlin: Spring-Verlang. 1991.

HESPANHOL, I. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos.** In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. Reúso de água. Barueri: Manole, 2003. p.37-95.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2016.** Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento 2016. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: janeiro 2019.

MUFFAREG, M. R. **Análise e discussão dos conceitos e legislação sobre reúso de águas residuárias.** 2003. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro.

NOBRE, R. G.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A. L.; Andrade, L. O.; Nascimento, E. C. S. **Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.747-754, 2010.

SANTOS, C. S.; MONTENEGRO, A. A. A. **Recursos hídricos e tecnologia de reúso de águas: extensão rural voltada para proteção de nascentes no semiárido de Pernambuco.** 1 ed. Recife: FASA, v.1, p. 638-648, 2017.

SANTOS, A. N.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Silva, D. J. R.; Montenegro, A. A. **Cultivo hidropônico de alface com água salobra e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.961-969, 2010a.

SILVA, M. M. Irrigação com efluentes secundários no crescimento, produtividade e concentração de nutrientes no solo e na mamoneira. Campina Grande: UFCG, 2010. 100p. Tese Doutorado.

SPERLING, Marcos V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2ed, Belo horizonte: Departamento de engenharia sanitária e ambiental, universidade federal de Minas gerais, 1996.

SOUZA, R. M.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Soares, F. A. L. **Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do Girassol.** Revista Caatinga, v.23, p.125-133, 2010b.

SHUVAL, H.; AMPERT, Y.; FATTAL, B. **Development of a risk assessment approach for evaluating wastewater reuse standards for agriculture.** Water Sci Tech 1997; 35 (10-11): 15-20.

TURRAL, H.; BURKE, J.; FAURÈS, J. M. **Climate change, water and food security.** Roma: FAO, 2011. 174p. (FAO. Water Reports, 36).

UNITED NATIONS (1958). **Water for Industrial Use Economic and Social Council**, Report E/3058STECA/50, United Nations, New York.

VON SPERLING, M. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005