

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

GILBELLY KAREN DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

RECIFE
2019.2

GILBELLY KAREN DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

**TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA UTILIZANDO REATOR UASB E
WETLAND CONSTRUÍDO**

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 Valmir Cristiano Marques de Arruda.

**RECIFE
2019.2**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA UTILIZANDO REATOR UASB E WETLAND CONSTRUÍDO

Nome e assinatura do aluno

Nome e assinatura do orientador

Nome e assinatura do supervisor (se for o caso)

AGRADECIMENTOS

A minha gratidão primeiramente é ao meu Deus, por Ele ter me dado força, sabedoria e perseverança, em executar um projeto que descreve a tão sonhada e esperada conclusão de curso.

Agradeço ao meu professor e orientador Valmir Marques por toda disponibilidade, ajuda, conhecimentos compartilhados, paciência. Sim, ele tem um coração enorme em poder ajudar, muito obrigada por tudo.

À minha irmã, Izabelly Karine, pela paciência em me ajudar nas correções, apoio e incentivo. Ela é uma incrível pessoa e orientadora.

Aos meus pais, por toda compreensão e estímulo.

As minhas amigas próximas que incentivaram, estimularam para que tudo ocorresse bem.

A Patrícia Karla que me deu todo suporte nas análises laboratoriais.

A seu Ricardo e Alanio pela ajuda braçal e disponibilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo.....	13
Figura 2 – Esquema preliminar do sistema de tratamento proposto.....	14
Figura 3 – Criação do WC.....	15
Figura 4 – Passagem da água no WC bem como local para coleta de análise da água.....	15
Figura 5 – Reator UASB.....	16
Figura 6 – Localização da área para retirada de conchas.....	16
Figura 7 – Local da retirada de conchas.....	17
Figura 8 – Equalizador da vazão.....	17
Figura 9 – Caixa de gordura.....	17
Figura 10 – Esquema da distribuição das garrafas para determinar o pH	19
Figura 11 – <i>Monochoria vaginalis</i>	20
Figura 12 – <i>Eichhornia azurea</i>	20
Figura 13 – Média do pH na água destilada com conchas.....	21
Figura 14 – Média do pH na água destilada com brita.....	22
Figura 15 – Média do pH na água cinza com conchas.....	22
Figura 16 – Média do pH na água cinza com brita.....	23
Figura 17 – Gráfico da DBO.....	24
Figura 18 – Macrófitas no wetland.....	27
Figura 19 – Conchas pretas.....	28
Figura 20 – Coloração amarelada presente nas folhas.....	29
Figura 21 – Não resistência das macrófitas.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Materiais utilizados no projeto.....	14
Tabela 2 – Métodos utilizados nos parâmetros.....	18
Tabela 3 – Cálculos da DQO na amostra A.....	25
Tabela 4 – Cálculos da DQO na amostra B.....	25
Tabela 5 – Resultado dos sólidos para monitoramento.....	25
Tabela 6 – Lista de materiais utilizados no projeto.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

Deagri – Departamento de Engenharia Agrícola

DQO – Demanda Química de Oxigênio

EPI's – Equipamentos de Proteção Individual

MO – Matéria Orgânica

NMP – Número Mais Provável

SFA – Sulfato Ferroso Amônico

SWC – Sistema de Wetland Construído

UASB – (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

WC – Wetland Construído

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
4 METODOLOGIA.....	13
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	13
4.2 SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO.....	13
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE.....	18
4.3.1 Avaliação da Influência do Meio Suporte no pH.....	18
4.4 MACRÓFITA AQUÁTICA UTILIZADA.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE.....	21
5.1.1 pH.....	21
5.1.2 DQO e DBO.....	23
5.1.3 Sólidos totais, fixos e voláteis.....	24
5.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA.....	24
5.2.1 Água cinza no dia 06/11/2019 'A'.....	25
5.2.2 Água cinza no dia 27/11/2019 'B'.....	25
5.3 PROBLEMAS OPERACIONAIS.....	28
5.4 MÉDIA DE CUSTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.....	29
6 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Existe uma preocupação que vem crescendo a cada ano, que é a falta de água; percebe-se mananciais poluídos, desperdício de água, entre outros, acarretando em que possa chegar um tempo que será necessário o aumento da racionalização da água. Pensando nisso, existem diversas formas para reutilização da água, sendo uma delas o tratamento de águas cinzas, que são águas residuais que não são provenientes do vaso sanitário, ou seja, considera-se como águas cinzas as resultantes de chuveiro, lavatório, tanques, máquina de lavar roupa, pia de lavar pratos.

O tratamento de águas cinzas pode ser feito de diversas formas, no entanto, neste trabalho abordaremos o tratamento através do reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo, juntamente com Wetland construído com sistema horizontal de fluxo subsuperficial. O reator apresenta como papel principal a degradação da matéria orgânica presente no efluente; no Wetland construído que são sistemas de áreas inundadas controladas pelo ser humano, trazem melhoria para a qualidade da água.

Os sistemas Wetlands construídos ou banhados construídos é considerada uma tecnologia simples, de baixo custo tanto na operação quanto na manutenção, fácil implantação, sua aparência torna agradável ao ambiente. Sua implantação pode ser feita no próprio terreno onde o efluente é produzido, podendo ser executado por mão de obra não especializada. (CRUZ; SCHRÖDER; 2014, *apud* BELMONT *et al.*, 2006; KONNERUP; KOOTTATEP; BRIX, 2009).

No Wetland construído, para sua composição é necessário plantar macrófitas, conhecidas como plantas aquáticas, que absorvem vários elementos químicos, controla odor e insetos; e escolher um material de enchimento ou suporte eficiente para o sistema, contribuindo para a longevidade do mesmo proporcionando funções como: filtração da água cinza, suporte para as macrófitas.

De acordo com Silva *et al.* (2015), o sistema de wetland construído já foi avaliado comprovando sua eficiência por intermédio históricos, onde seus primeiros estudos foram feitos na Europa na década de 1950 e nos Estados Unidos em 1960. E no Brasil a implantação desse sistema vem sendo implantado e estudado aos poucos por várias instituições de pesquisa.

Ainda segundo Silva *et al.* (2015),

Os sistemas *wetlands* construídos que utilizam materiais tradicionais como meio suporte apresentam eficiências satisfatórias na remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de 77,8 e 83,3% (MEIRA, 2004) e de 80% (CALIJURI *et al.*, 2009). Com o uso de plásticos, Sklarz *et al.* (2009) obtiveram eficiência média de 95%, e, com camadas de britas de diferentes granulometrias e areia, Morari e Giardini (2009) obtiveram eficiência maior que 86%. Trang *et al.* (2010) encontraram eficiências de remoção de DBO em *wetlands* construídos de fluxo horizontal com meio suporte de areia variando entre 65 e 83%.

Com base nisso, este projeto visa a minimização ou solução da problemática do odor e da poluição gerados pelas águas cinzas originadas da pia de cozinha da lanchonete, localizada na bifurcação da Via local ao lado da biblioteca central Prof. Mário Coelho de Andrade Lima da Universidade Federal Rural de Pernambuco UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o tratamento da água cinza resultante de uma lanchonete, através do reator UASB e wetland construído com macrófita e conchas como material de suporte, como forma de atenuação do impacto causado pela disposição desse efluente sem tratamento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar o efluente da área experimental;
Elaborar o layout preliminar do sistema de tratamento;
Definir parâmetros de projeto do sistema proposto em função da vazão disponível;
Montar e monitorar o sistema proposto na área experimental.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A sociedade espera como resposta algo que venha a solucionar os problemas ambientais, mediante a isso, surge o Saneamento Ecológico (EcoSan) que consiste nos ecossistemas naturais e no ciclo fechado de materiais. O esgoto doméstico pode ser classificado como recurso em que possa ser reutilizado e não como resíduo. No ciclo fechado, o reúso de águas e a racionalização do uso da água potável são partes integrantes, porque contribuem em preservar a água da melhor qualidade para a potabilidade e reduz a poluição ambiental. (BEGOSSO, 2009).

As águas cinzas são as resultantes de chuveiro, lavatório, tanques, máquina de lavar roupa, pia de lavar pratos, exceto efluentes de vasos sanitários. Existe uma diferença entre águas cinzas claras e águas cinzas escuras. Conforme May (2009), as águas cinzas claras são as águas residuárias resultantes de banheiras, chuveiros, lavatórios, tanques e máquina de lavar roupas. Porém as águas cinzas escuras além de resultar igualmente as águas claras, é acrescido das águas da pia de cozinha e máquina de lavar pratos. O tratamento dessas águas cinzas tem o objetivo de eliminar a matéria orgânica e remover ou deixar inativas os microrganismos patógenos presentes, prevenindo para que não ocorra a propagação de doenças.

Para Santos *et al.* (2017, *apud* ABASSI & ABASSI, 2012; CHONG *et al.*, 2012; VAN HAANDEL & LETTINGA, 1994), o reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo, obtém como característica principal o separador de fases, mantendo o direcionamento e a coleta do biogás que é produzido no sistema, ocorrendo também a separação dos sólidos do líquido na zona de sedimentação cujo efluente possa passar tranquilamente sem obstáculos para a parte superior. Então, uma excelente interação com a massa de lodo do reator e o material orgânico, torna seguro o escoamento do líquido em fluxo ascendente na zona de digestão e no decantador na parte superior, uma favorável retenção dos sólidos. Conforme Santos *et al.* (2017, *apud* SANTOS, CHAVES e VAN HAANDEL, 2016), relatam que a importância da idade do lodo adicionado ao reator é um parâmetro primordial para firmar, no quesito da produção de lodo e biogás, a atuação do reator.

Segundo Silva *et al.* (2015), nos wetlands construídos o conjunto de solo, microrganismos e plantas aquáticas são os principais contribuintes para que ocorra o

tratamento da água residuária despoluindo-a. Este tratamento é o mais recomendado para pequenas comunidades, como exemplo, as comunidades rurais. Para os wetlands construídos de fluxo subsuperficial os materiais suportes são: areia grossa, cascalho, pedregulho e brita. No entanto, tem-se feito outras descobertas de materiais inertes que também são eficientes para a remoção de poluentes, como: os pneus e conchas de ostras.

Nos solos de wetlands construídos utilizados para tratar os esgotos domésticos, quanto maior for a atividade microbiana, mais eficiente será a remoção de matéria orgânica (MO) encontrada nos esgotos. (SILVA *et al.*, 2015).

Neste sistema, as macrófitas aquáticas implantadas, podem ser de dois tipos: emergentes e flutuantes. Para determinar qual utilizar, é necessário avaliar critérios como: fácil propagação e crescimento rápido; alta capacidade de absorção de poluentes; tolerância a ambiente eutrofizado; fácil colheita e manejo e valor econômico. (SOUSA *et al.*, 2004). No Nordeste brasileiro a irradiação solar é quase constante durante o ano auxiliando no processo fotossintético das macrófitas. Então, nos sistemas wetland, os resultados foram eficientes para implantação dos sistemas wetlands construídos com fluxos subsuperficiais no pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios (SOUSA *et al.*, 2004 *apud* SOUSA *et al.*, 2001; SOUSA *et al.*, 2003).

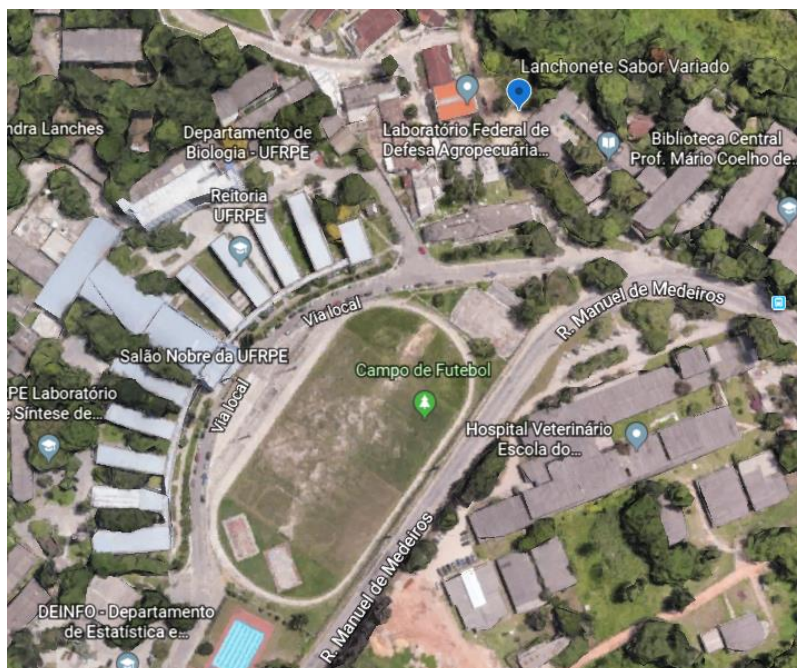
Conforme Poças (2015), a eficiência de utilizar as macrófitas para tratar as águas residuárias ou até despoluir essas águas, somente ocorrerá se houver um manejo permanente, elevando assim a quantidade da biomassa.

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área experimental é localizada na região urbanizada, por trás da biblioteca central da UFRPE denominada Professor Mário Coelho de Andrade Lima, na rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900, onde funciona a lanchonete Sabor Variado de segunda à sexta das 6:30h às 16:30h, oferecendo ao cliente lanches, café da manhã e almoço.

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Registrada pelo Google Earth

4.2 SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO

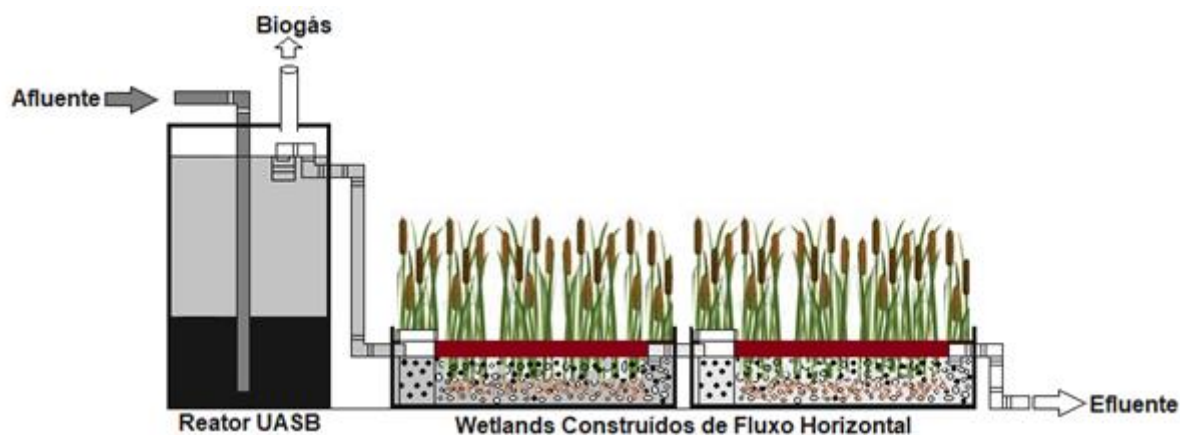
O sistema proposto consiste da criação do WC (Wetland Construído) por meio de materiais plásticos, sem a utilização de alvenaria. Os materiais utilizados estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Materiais utilizados no projeto

Materiais utilizados
Bombona/Tambor Plástica de 240 litros com tampa de rosca
Bombona / Tambor Plástica de 200 litros
Joelho Esgoto 90° (40mm)
Anel de vedação para esgoto (40mm)
Tubo PVC Esgoto (40mm)
Fita Veda Rosca 18mm X 50mt
Registro Esférico Soldável 40 mm
Adaptador com flange para cx d'água 20 mm x ½'
Adaptador com flange para cx d'água 32 mm
Adaptador com flange para cx d'água 40 mm
CAP 100 mm
Tê 40 mm
Cola cano
Tubo de silicone incolor
Terminal de ventilação 40mm
Bombona 60 litros

Fonte – Elaborada pela autora.

Figura 2 – Esquema preliminar do sistema de tratamento proposto



Fonte – Elaborada pela autora.

A montagem do sistema foi executado manuseando com os EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) materiais plásticos com ferramentas, equipamento elétrico. O reator UASB foi feito com bombona de 240 litros, com 72 cm de altura na saída do efluente, e uma torneira soldável a 32 cm de altura para retirada do acumulo excessivo de lodo. Para o Wetland Construído foi feito um corte

ao meio da bombona de 200 litros, com 21 cm de diâmetro e 38 cm de comprimento. Para a coletar a água cinza, foi fixado no material do WC, tubo PVC esgoto 40mm.

Figura 3 –Criação do WC



Fonte: Registrada pela autora.

Figura 4 – Passagem da água no WC bem como local para coleta de análise da água



Fonte: Registrada pela autora.

Figura 5 – Reator UASB



Fonte: Registrada pela autora.

As conchas de sururu foram utilizadas como material suporte por ser um material sólido em abundância na região litoral PE-014 em Igarassu - Pernambuco. Servem como biofilme, e por Ferro (2018), tem uma capacidade de prover a alcalinidade ao sistema, bem como auxiliar no processo de nitrificação.

Figura 6 – Localização da área para retirada de conchas



Fonte: Registrada pelo Google Earth

Figura 7 – Local da retirada de conchas



Fonte: Registrada pela autora.

Identificamos a necessidade de acrescentar a caixa de gordura que tem o papel de reter a gordura decantando para que a passagem da gordura, em grande quantidade, não prejudique o sistema; e o equalizador de vazão a fim controlar a vazão evitando transbordamento no sistema.

Figura 8 – Equalizador da vazão

Figura 9 – Caixa de gordura



Fonte: Registrada pela autora.



Fonte: Registrada pela autora.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE

A água cinza proveniente da lanchonete foi coletada para sua caracterização, tendo como determinações os parâmetros de pH, DBO, DQO e Sólidos, conforme a Tabela abaixo.

Tabela 2 – Métodos utilizados nos parâmetros

Parâmetro	Método analítico
pH	Eletrométrico
CE	Condutimétrico
DQO	Standard Methods (2017)
DBO	Standard Methods (2017)
Sólidos totais, fixos e voláteis	Standard Methods (2017)
Coliformes totais e termotolerantes	Standard Methods (2017)

Fonte – Elaborada pela autora.

4.3.1 Avaliação da Influência do Meio Suporte no pH

Para verificar a possível variação do efluente em estudo, por consequência da influência do meio suporte utilizado na Wetland, optou-se por realizar um experimento preliminar onde utilizou-se doze garrafas de 500ml, três contendo água destilada e conchas, três com água destilada e brita, três com água cinza e conchas

e três com água cinza e brita, para medição de pH, em que foram verificadas diariamente através da execução de duas leituras, sendo a primeira sem agitar a amostra e a segunda com agitação da amostra, até obter estabilidade do pH. O período de avaliação foi feito durante 12 dias.

Figura 10 – Esquema da distribuição das garrafas para determinar o pH



Fonte – Elaborada pela autora.

4.4 MACRÓFITA AQUÁTICA UTILIZADA

Para a escolha da macrófita aquática no SWC (Sistema de Wetland Construído) não existe um critério padrão a ser seguido, pode ser feita através de um estudo prévio sobre a macrófita disponível na região, observando e avaliando se a mesma suporta o tipo de efluente aplicado no sistema.

Para esse estudo utilizamos a espécie *Monochoria vaginalis* da família das pontederiaceae, conhecida como família dos aguapés, nativa da Ásia, e *Eichhornia*

azurea, flutuantes bastante vistas nos rios, lagos, pântanos. Foram retiradas do córrego da UFRPE (Universidade Federal Rural de Pernambuco), próximo ao Deagri (Departamento de Engenharia Agrícola), removidas manualmente com cuidado para preservação do sistema radicular e não houver a quebra dos pecíolos, pois são frágeis.

Figura 11 – *Monochoria vaginalis*



Fonte: Registrada pela autora.

Figura 12 – *Eichhornia azurea*



Fonte: Registrada pela autora.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

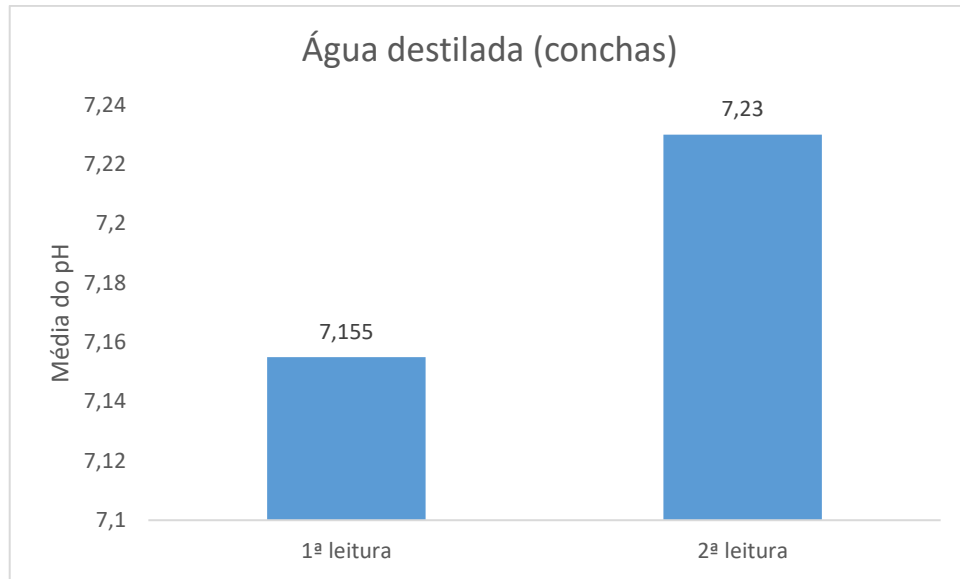
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE

A seguir veremos as determinações dos parâmetros de pH, DBO, DQO e Sólidos, dos resultados obtidos das amostras coletadas.

5.1.1 pH

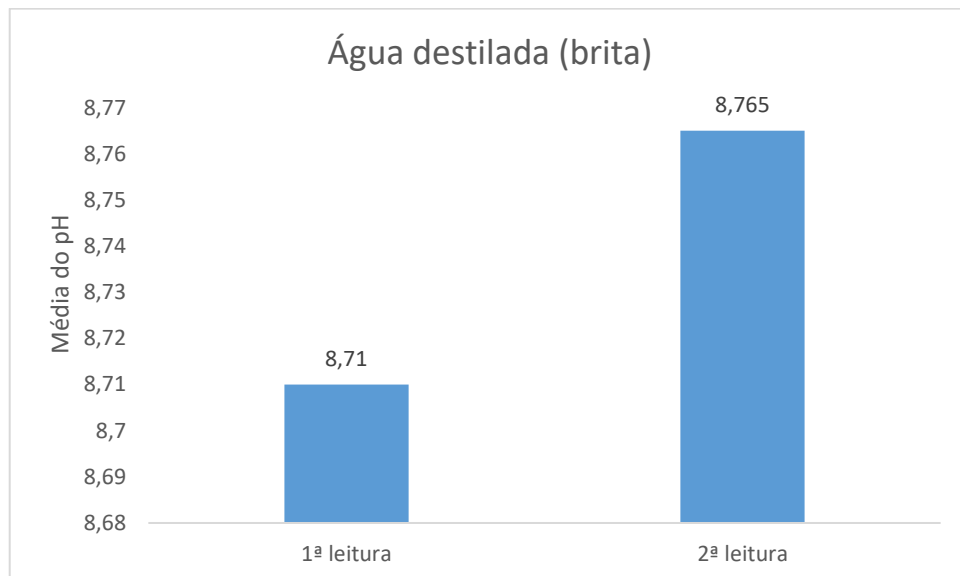
Diante dos resultados encontrados na análise das amostras, percebe-se então que a água cinza tem um pH sempre perto da neutralidade, bem como Monteiro (2009), afirma que a neutralidade pode ter uma relação com o aumento da alcalinidade nas águas. Conforme Ferro (2018), as conchas de sururu obtém um potencial neutralizador de pH. (Figuras 13 a 16).

Figura 13 – Média do pH na água destilada com conchas



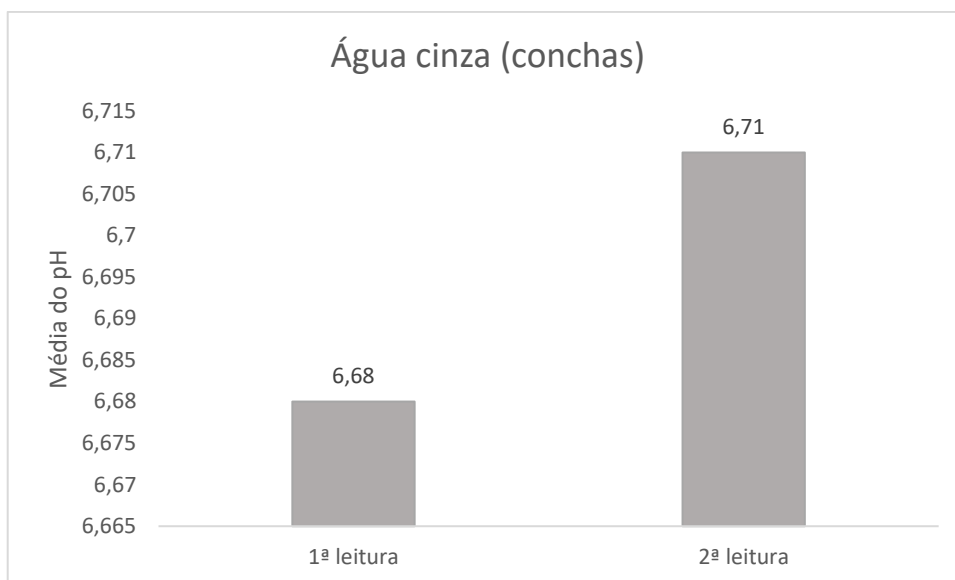
Fonte – Elaborada pela autora.

Figura 14 – Média do pH na água destilada com brita



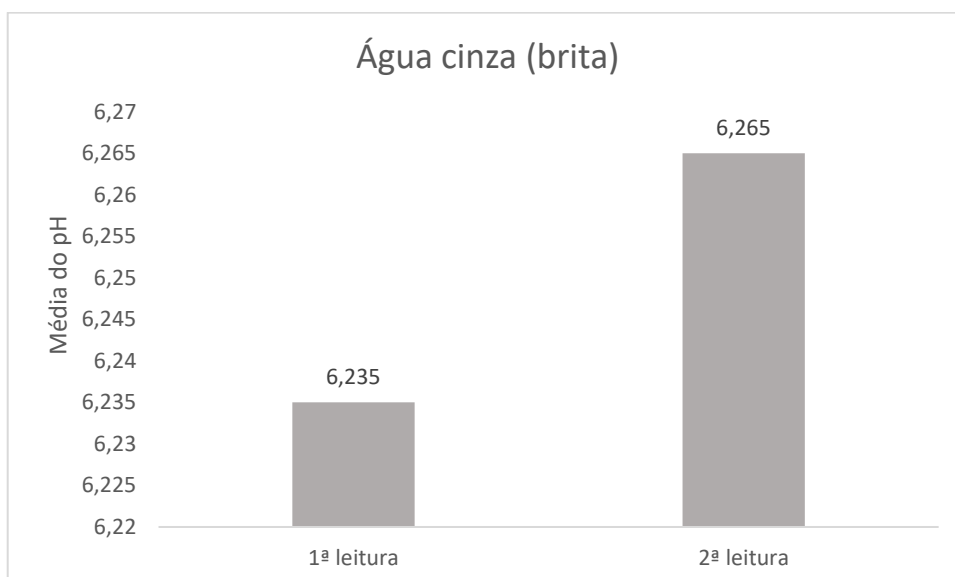
Fonte – Elaborada pela autora.

Figura 15 – Média do pH na água cinza com conchas



Fonte – Elaborada pela autora.

Figura 16 – Média do pH na água cinza com brita



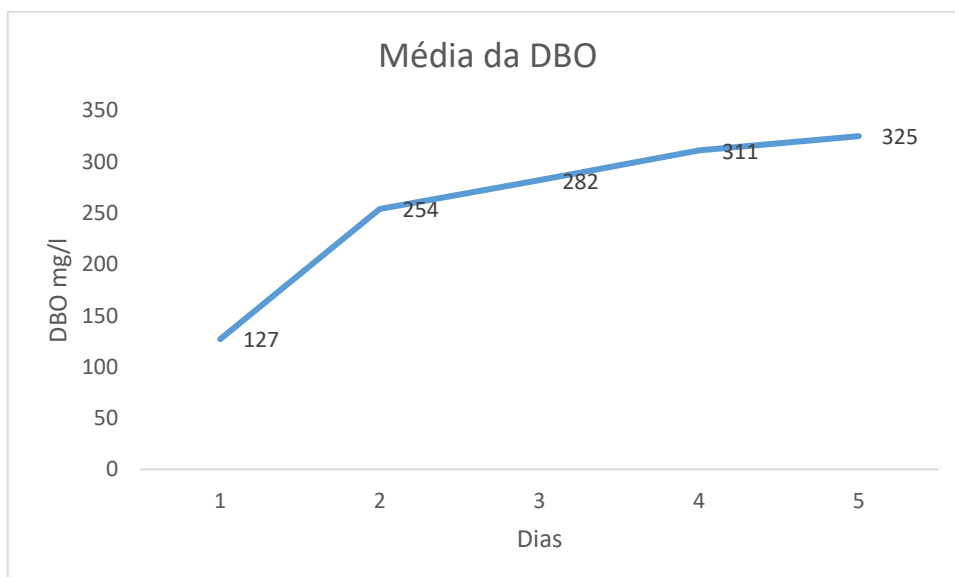
Fonte – Elaborada pela autora.

5.1.2 DQO e DBO

Conforme o Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS, determinar os parâmetros de DBO e DQO é demonstrar a presença de matéria orgânica. Tanto a DBO quanto a DQO demonstram a demanda de quanto de oxigênio será preciso para que a matéria orgânica na água seja estabilizada. A diferença entre elas é que na DBO estabiliza a matéria orgânica mineralizada através dos microrganismos, e a DQO estabiliza por processos químicos.

A DQO foi 804,9888 mg/LO₂ aproximadamente 805 mg/L O₂ e a DBO₅ média entre as três repetições foi de 334,3 mg/L O₂. A relação DBO₅/DQO foi de 0,41, significa possibilidade de sucesso, pois quanto menor esta relação maior será a atividade de biodegradação da água cinza. De acordo com May (2009, apud BURNAT; MAHMOUD, 2004), verifica-se que na Palestina, não muito diferente do que encontra-se na UFRPE, os valores de DQO nas águas cinzas variaram entre 600-800 mg/L, e os da DBO entre 222-375 mg/L.

Figura 17 – Gráfico da DBO



Fonte: Elaborada pela autora.

Foram feitas 3 repetições de água cinza para análise de DBO e DQO. Através dos gráficos de DBO acima, percebe-se a diminuição crescente da quantidade de

oxigênio demonstrada a cada intervalo de dias. Dessa forma, percebe-se o quanto se teve um aumento da poluição deste efluente. Visto que, quanto maior o nível da DBO, mais poluente é o efluente.

5.1.3 Sólidos totais, fixos e voláteis

Nos sólidos foram feitas 3 repetições onde a média entre elas para sólidos totais resultou em 1,52g, sólidos fixos 0,10g e sólidos voláteis 1,42g. De acordo com a Norma Técnica Interna SABESP (1999), a existência de sólidos na água implica que a mesma não possui qualidade para ser reutilizada sem que se tenha um tratamento, pois vai de encontro aos parâmetros de cor, turbidez e microbiológicos.

5.2 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Foram feitas duas coletas, uma no dia 06/11/2019 representada pela letra 'A' e a outra 27/11/19 pela letra 'B'. Nas amostras 'A' e 'B' o ponto 1 encontra-se após o equalizador, ponto 2 na primeira wetland e o ponto 3 na saída da segunda wetland.

5.2.1 Água cinza no dia 06/11/2019 'A'

- DQO e DBO: A tabela 3 abaixo descreve a DQO média de cada amostra, bem como sua DBO esperada.

Tabela 3 – Cálculos da DQO na amostra A

Amostra	DQO média(mg/L)	DBO Esperada (mg/L)	DBO5 (mg/L)
A1	6098	3049	3387
A2	2710	1355	1271
A3	3433	1717	1765

Fonte – Elaborada pela autora.

Desse modo, percebe-se que os valores da DBO5 ficaram dentro do esperado, como visto na tabela 3. Segundo Eriksson et al. (2002), a análise de águas cinzas feita em uma residência mostrou que a DBO5 foi 1460 mg/L, o que demonstra que os valores que foram obtidos na tabela acima, estão dentro dos parâmetros de outras pesquisas já realizadas.

5.2.2 Água cinza no dia 27/11/2019 'B'

- pH no ponto 1 foi de 5,50, ponto 2 de 4,79 e no ponto 3 de 6,38, significa que entre o início e término do sistema, o pH está no padrão conforme a resolução CONAMA 430/11.

- DQO e DBO:

Tabela 4 – Cálculos da DQO na amostra B

Amostra	DQO média(mg/L)	DBO Esperada	DBO5 (mg/L)
B1	2168	1084	1426
B2	1626	813	1441
B3	1626	813	1511

Fonte – Elaborada pela autora.

Nota-se que a DBO5 não ficou nos padrões para DBO esperada, quer dizer que o sistema ainda não está sendo suficiente para que os microrganismos se estabilizem, este fato pode ter ocorrido também da não resistência de algumas macrófitas neste período.

- SÓLIDOS TOTAIS, FIXOS E VOLÁTEIS

Tabela 5 – Resultado dos sólidos para monitoramento

Amostras	Sólidos Totais (g)	Sólidos Fixos (g)	Sólidos Voláteis (g)
A1	16,3510	3,6226	12,7284
A2	4,2138	2,3672	1,8466
A3	3,5609	2,5599	1,0010
B1	3,5346	1,1853	2,3493
B2	2,1179	1,4253	0,6926
B3	2,2666	1,9099	0,3567

Fonte – Elaborada pela autora

Para essa determinação foram feitas três repetições em cada ponto, e na tabela acima encontra-se os resultados.

- CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Segundo a (Embrapa, 2001), a condutividade é a capacidade da água que conduz uma corrente elétrica, depende das concentrações de íons nas soluções e

da temperatura. Na amostra A1, a condutividade foi de 6,5 μ S/cm, em A2, 4,0 μ S/cm e em A3, 4,2 μ S/cm.

Na amostra B1, a condutividade foi de 2,5 μ S/cm, em B2, foi de 2,0 μ S/cm e em B3, 2,4 μ S/cm. Fazendo uma comparação com as amostras de 'A', em 'B' a condutividade reduziu.

De acordo com Rampelotto (2014, *apud* GULYAS *et al.*, 2007; FATTAKASSINOS *et al.*, 2010), quando a condutividade elétrica está abaixo de 500 μ S/cm, não há efeito prejudicial para plantas. Logo, os valores que obtivemos em nossas análises, não apresentam efeito prejudicial as plantas.

- COLIFORMES TOTAIS

Foram feitas em dois pontos, o ponto 1 após o equalizador, e o ponto 3, saída final do último wetland. A coloração ficou amarela, turvou, e produziu gás então deu positivo para presença de Coliformes. Nem todos os microrganismos fermentam a lactose, mas obrigatoriamente os Coliformes fermentam. Podemos perceber na figura abaixo.

Para o resultado quantitativo foi de >23NMP/100ml tanto para o ponto 1 que foi coletado após o equalizador, quanto para o ponto 3 coletado na saída do segundo wetland. Dessa forma, segundo a Resolução Conjunta SVDS/SMS nº 09/2014, esta água cinza encontra-se dentro dos padrões de qualidade para o reuso em combate a incêndios e lavagem de caminhões (lixo, coleta seletiva, construção civil), trens e aviões. Visto que o padrão de qualidade é até 100 NMP, e o valor de análise que fizemos foi inferior a isso.

Conforme os resultados anteriores da presença de coliformes na água cinza, despertou o interesse em analisar também a água que sai da torneira. O resultado também foi positivo para presença e ausência.

Dessa forma, percebe-se que as águas cinzas não estão isentas de possuir em sua composição Coliformes fecais.

- MACRÓFITAS UTILIZADAS

No Sistema de Wetland Construído de Fluxo Subsuperficial, as macrófitas *Monochoria vaginalis* e *Eichhornia azurea* não resistiram, percebe-se que as mesmas não se adequam serem utilizadas para águas cinzas.

Figura 18 – Macrófitas no wetland



Fonte: Registrada pela autora.

A figura acima foi retirada assim que as macrófitas foram colocadas no sistema.

5.3 PROBLEMAS OPERACIONAIS

- Implantamos o projeto no local no dia 01/11/2019, porém faltou colocar o lodo dentro do reator, e a caixa de gordura antes do reator, então a água cinza deixou as conchas pretas no primeiro wetland, prejudicando o sistema, através do acúmulo de gordura no primeiro módulo, com isso, removemos as mesmas e introduzimos novas conchas.

Figura 19 – Conchas pretas



Fonte: Registrada pela autora.

- As macrófitas não se adaptaram ao ambiente, acarretando visivelmente que podem ter perdido algum tipo de nutrientes, como a falta de nitrogênio, cálcio, zinco ou magnésio, deixando suas folhas amareladas. Para descobrir qual o nutriente, é necessário fazer uma análise detalhada para cada nutriente.

Figura 20 – Coloração amarelada presente nas folhas



Fonte: Registrada pela autora.

- Após duas semanas, as macrófitas não resistiram:

Figura 21 – Não resistência das macrófitas



Fonte: Registrada pela autora.

5.4 MÉDIA DE CUSTOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

Segue abaixo a tabela 6 com a lista de materiais utilizados no projeto e os custos gerados para cada item.

Tabela 6 – Lista de materiais utilizados no projeto

ITEM	MATERIAL		QUANTIDADE	PREÇO UN	PREÇO TOTAL
01		Bombona/Tambor Plástica de 240 litros com tampa de rosca.	01	R\$ 217,00	R\$ 217,00
02		Bombona / Tambor Plástica de 200 litros	01	R\$ 151,90	R\$ 151,90
03		Joelho Esgoto 90° (40mm)	05	R\$ 0,70	R\$ 3,50
04		Anel de vedação para esgoto (40mm)	12	R\$ 1,22	R\$ 14,64
05		Tubo PVC Esgoto (40mm)	2 metros	R\$ 4,50	R\$ 9,00
06		Fita Veda Rosca 18mm X 50mt	02	R\$ 3,45	R\$ 6,90

07		Registro Esférico Soldável 40 mm	02	R\$ 11,50	R\$ 23,00
08		Adaptador com flange para cx d'água 20 mm x 1/2'	01	R\$ 7,30	R\$ 7,30
09		Adaptador com flange para cx d'água 32 mm	08	R\$ 13,52	R\$ 108,16
10		Adaptador com flange para cx d'água 40 mm	03	R\$ 14,90	R\$ 44,70
11		CAP 100 mm	02	R\$ 5,50	R\$ 11,00
12		Tê 40 mm	01	R\$ 1,90	R\$ 1,90
13		Cola cano	01	R\$ 3,50	R\$ 3,50
14		Tubo de silicone incolor	01	R\$ 13,90	R\$ 13,90
15		Terminal de ventilação 40mm	02	R\$ 7,50	R\$ 7,50

16		Bombona 60 litros	01	R\$ 243,90	R\$ 243,90
TOTAL PREVISTO					R\$ 867,8

Fonte – Elaborada pela autora

6 CONCLUSÃO

O sistema de tratamento proposto, UASB seguido de Wetland Construído Horizontal de Fluxo Subsuperficial, se mostra como uma interessante alternativa de tratamento para a água residuária em estudo. Resultados preliminares apresentaram uma tendência de remoção de matéria orgânica, entretanto será necessário ampliar o tempo de monitoramento, assim como possíveis ajustes para melhorar seu adequado funcionamento e adaptação do inóculo e do meio suporte utilizado.

O teste de influência do meio suporte na alteração do pH do meio, mostrou pequena variação, conferindo um ligeiro aumento do pH da água cinza da área experimental, porém muito próximo da neutralidade, com isso podemos concluir que as cascas de marisco podem ser utilizadas como meio suporte de wetlands construídos.

As macrófitas escolhidas não sobreviveram, então para resolução desta problemática, deve-se continuar fazendo testes com outras macrófitas, monitorando sua eficiência.

Entender todo o sistema entre microrganismos, plantas e material suporte, requer um tempo prolongado, baseando em estudos para que ocorra uma compreensão dos mecanismos bioquímicos presentes no sistema. Então para este projeto, é ideal a continuação do monitoramento para que o sistema obtenha um resultado satisfatório. Este projeto leva um custo inicial em torno de R\$ 867,80 conforme a lista de materiais descrita no apêndice.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEGOSSO, L. **DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE PROJETO E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO E CONFIGURAÇÃO DE WETLANDS CONSTRUÍDAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA**. 2009. Dissertação (Pós graduação em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, p. 53.

BEM, Carla Cristina; DOMBROSKI, Luiz Fernando. **Manual de Procedimentos Laboratoriais Integra-Climasul Aplicado ao Monitoramento de Parâmetros Associados à Qualidade da Água em Corpos Aquáticos**. Universidade Federal do Paraná – Departamento de Hidráulica e Saneamento – DHS. Curitiba, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde – Brasília: Funasa, 2014.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. 2014a. **Resolução Conjunta SVDS/SMS nº 009/2014**, de 04 de agosto de 2014 - Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para o reúso direto não potável de água, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no município de Campinas. Disponível em: <http://campinas.sp.gov.br/governo/meioambiente/resolucao-09-2014.pdf>. Acesso em 12 dez. 2019.

CRUZ, Juliana de Mattos; SCHRÖDER, Nádia Teresinha. DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA WETLAND CONSTRUÍDO PARA TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM UMA EMPRESA. **IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**. 2014.

Embrapa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Condutividade**. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/condu.html>. Acesso em: 10 dez. 2019.

ERIKSSON, E. *et al.* Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**. v. 4, n. 1, p. 58-104, 2002.

Ferro, Leandro Medeiros. **Reator anaeróbio-aeróbio de leito fixo aplicado ao tratamento de esgoto doméstico utilizando conchas de sururu como material suporte principal**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2018.

JUNIOR, Ariston Silva Melo *et al.* AVALIAÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) EM UMA LAGOA FACULTATIVA. **INOVAE**, São Paulo, v. 6, Jan-Dez, 2018 – pág. 300-319.

MAY, Simone. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2008. 222 p. Tese (Doutorado)

- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo.

NORMA TÉCNICA INTERNA SABESP – NTS 013. **Sólidos** – Método de Ensaio. São Paulo, junho de 1999. Revisão 1.

POÇAS, Cristiane Dias. **UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE WETLANDS PARA TRATAMENTO TERCIÁRIO: CONTROLE DE NUTRIENTES**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, p. 93. 2015.

RAMPELOTTO, Geraldo. **Caracterização e tratamento de águas cinzas visando reuso doméstico**. 2014. 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

ROQUE, Odir Clécio da Cruz; NASCIMENTO, Valéria Borba do. Ciências Biológicas Aplicadas ao Saneamento Ambiental. **Série Temática Controle de Efluentes – Volume 1**. Rio de Janeiro: COAMB / FEN / UERJ 2010. 71 p.

SANTOS, Silvânia Lucas dos *et al.* Projeto de otimização de sistemas anaeróbios para tratamento de esgoto em escala unifamiliar. **Eng Sanit Ambient**, v.23. n.6. 2018. p. 1213-1225.

SILVA, Selma Cristina da; BERNARDES, Ricardo Silveira; RAMOS, Maria Lucrécia Gerosa. Remoção de matéria orgânica do esgoto em solo de wetland construído. **Eng Sanit Ambient**, v.20. n.4. 2015. p. 533-542.

SOUSA, José Tavares de; *et al.* UTILIZAÇÃO DE WETLAND CONSTRUÍDO NO PÓS-TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS PRÉ-TRATADOS EM REATOR UASB. **Eng Sanit Ambient**, v.9. n.4. 2004. p. 285-290.