



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
CURSO DE BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MOARA BATISTA SATURNINO

**UTILIZAÇÃO DA PALHA DE FEIJÃO, COMO MEIO FILTRANTE NO
TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA PECUÁRIA FAMILIAR**

PAU DOS FERROS – RN

2020

MOARA BATISTA SATURNINO

**UTILIZAÇÃO DA PALHA DE FEIJÃO COMO MEIO FILTRANTE NO
TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUARIA DA PECUÁRIA FAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado, a Universidade Federal Rural
do Semi - Árido - UFERSA, Campus Pau
dos Ferros, como requisito para a obtenção
do título de Bacharel Interdisciplinar em
Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Kytéria Sabina
Lopes de Figueredo.

PAU DOS FERROS – RN

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Bu Batista Saturnino, Moara.
 UTILIZAÇÃO DA PALHA DE FEIJÃO, COMO MEIO
 FILTRANTE NO TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA
 PECUÁRIA FAMILIAR. / Moara Batista Saturnino. -
 2020.
 42 f. : il.

 Orientadora: Kytéria Sabina Lopes de Figueredo.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2020.

 1. Fibras Orgânicas. . 2. Phaseolus vulgaris
 L.. 3. Resíduo bovino. . 4. Tratamento de água. .
 5. Desenvolvimento sustentável.. I. Sabina Lopes
 de Figueredo, Kytéria, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MOARA BATISTA SATURNINO

**UTILIZAÇÃO DA PALHA DE FEIJÃO COMO MEIO FILTRANTE NO
TRATAMENTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA PECUÁRIA FAMILIAR.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado, a Universidade Federal Rural
do Semi-Árido - UFERSA, Campus Pau
dos Ferros, como requisito para a obtenção
do título de Bacharel Interdisciplinar em
Ciência e Tecnologia.

DATA DE APROVAÇÃO 04/02/2020

BANCA EXAMINADORA

Kytéria Sabina Lopes de Figueiredo

Prof.^a. Dr.^a Kytéria Sabina Lopes de Figueiredo – UFERSA

Presidente

Janaína Cortêz de Oliveira

Prof.^a Dr.^a Janaína Cortêz de Oliveira - UFERSA

Examinador

Sharon Dantas da Cunha

Prof. Dr. Sharon Dantas da Cunha - UFERSA

Examinador

*Este trabalho é dedicado à minha mãe
Maura Saturnino, minha maior incentivadora a
pessoa que mais amo na vida, sem você não
teria motivos para realizar meus sonhos, te
amo!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe Maura e minha avó Aurenir por todo incentivo e amor incondicional, a minhas irmãs Joara e Joyce por estarem sempre presentes e serem inspirações para mim, aos meus tios Eduardo e Jose Wilson por todo apoio e carinho e aos meus cunhados Gelson e Kaleb que sempre me ajudaram quando surgiram dificuldades.

A Prof.^a Dr.^a Kytéria Sabina Lopes de Figueredo, pela valiosa orientação e incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho, e a todos os professores do curso que de uma ou outra forma contribuíram para o meu desenvolvimento.

Aos meus amigos, em especial Pedro Henrique, Jayane, Layane, Mauro, Gustavo e Aparecida pelos longos anos de amizade e por sempre se fazerem presentes.

A todos aqueles que estiveram ao meu lado torcendo, contribuindo e apoiando, o meu muito obrigado!

RESUMO

O aproveitamento de fibras orgânicas como meio filtrante para tratamento de água residuária oriunda das mais diversas atividades é uma técnica que vem se destacando, principalmente devido aos bons resultados e baixo custo. O objetivo dessa pesquisa foi analisar o potencial da palha de feijão como material filtrante para as águas residuárias da pecuária familiar (ARP). Um filtro foi confeccionado para avaliar o desempenho do material filtrante às águas residuárias da pecuária familiar. Toda palha do feijão foi coletada era na feira livre do município de Pau dos Ferros – RN. As águas residuárias foram produzidas a partir da diluição do material fecal bovino. Para confecção do filtro utilizou-se garrafas PET que foram preenchidas com palha do feijão processada e seca em temperatura ambiente para melhor granulometria. A água residual foi caracterizada pelos teores de turbidez, temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais dissolvidos (STD) e a condutividade elétrica (CE), além do odor e aspecto visual. Os resultados obtidos indicaram uma boa eficiência quanto à remoção da turbidez e baixa eficiência na remoção de STD, enquanto o pH e a temperatura não sofreram alterações consideráveis, para a variável CE houve um aumento. Portanto, o filtro desenvolvido não possibilita que o efluente seja disposto novamente no meio para fins de reuso, no entanto, este serve como um eficiente tratamento primário.

Palavras-chave: Fibras Orgânicas. *Phaseolus vulgaris* L. Resíduo bovino. Filtração. Tratamento de água. Desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

The use of organic fibers as a filtering medium for the treatment of wastewater from the most diverse activities is a technique that has stood out, mainly due to the good results and low cost. The objective of this research was to analyze the potential of bean straw as a filtering material for wastewater from family livestock (ARP). A filter was made to evaluate the performance of the filtering material to the wastewater of family livestock. All bean straw was collected at the free market in the municipality of Pau dos Ferros - RN. Wastewater was produced from the dilution of bovine fecal material. To make the filter, PET bottles were used that were filled with processed bean straw and dried at room temperature for better granulometry. The residual water was characterized by the contents of turbidity, temperature, pH, dissolved oxygen (DO), total dissolved solids (TDS) and electrical conductivity (EC), in addition to the odor and visual aspect. The results obtained indicated a good efficiency in the removal of turbidity and low efficiency in the removal of TDS, while the pH and temperature did not undergo considerable changes, for the variable EC there was an increase. Therefore, the developed filter does not allow the effluent to be disposed again in the medium for reuse purposes, however, this serves as an efficient primary treatment.

Keywords: Organic fibers. *Phaseolus vulgaris* L. Bovine residue. Filtration. Water treatment. Sustainable development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Palha de feijão residual obtida na Feira Livre em Pau dos Ferros.	22
Figura 2: Processamento da palha de feijão (Moinho de facas).	22
Figura 3: Granulometria de 6.5 mm palha de feijão.	23
Figura 4: Aferição do pH da palha de feijão.	24
Figura 5: Projeto do filtro	25
Figura 6: Local de coleta	26
Figura 7: Fluxograma de amostragem	27
Figura 8: Vista lateral e superior do filtro.	27
Figura 9 : Utilização da sonda multiparâmetro.	28
Figura 10: Efluente não filtrado x efluente filtrado	29
Figura 11: Análise da turbidez.	30
Figura 12: Análise da temperatura.	31
Figura 13: Análise do pH.	32
Figura 14: Determinação do oxigênio dissolvido	33
Figura 15: Análise do parâmetro (STD)	34
Figura 16: Análise do parâmetro CE	35
Figura 17: Síntese dos parâmetros analisados	36
Figura 18: Produção de cama de palha de feijão	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de geografia e estatística

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

ARP – Águas Residuária da Pecuária

OD – Oxigênio Dissolvido

pH – Potencial Hidrogeniônico

STD – Sólidos Totais Dissolvidos

CE – Condutividade Elétrica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECÍFICOS.....	14
3. JUSTIFICATIVA	15
4. REVISÃO TEÓRICA	16
4.1 ATIVIDADE PECUÁRIA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO	16
4.2 ÁGUAS RESIDUÁRIAS PROVENIENTES PECUÁRIA FAMILIAR.....	16
4.2.1 CONCEITO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS.....	16
4.2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA PECUÁRIA FAMILIAR.....	17
4.2.3TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA PECUÁRIA FAMILIAR.....	18
4.3 PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA	19
4.4 UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ORGÂNICOS FILTRANTES	20
5. METODOLOGIA.....	21
5.1 COLETA DO MATERIAL FILTRANTE PALHA DE FEIJÃO.....	21
5.2 PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA PALHA DE FEIJÃO.....	22
5.3 CONFECÇÃO DO FILTRO.....	24
5.4 PRODUÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA	25
5.5 PREENCHIMENTO DO FILTRO	26
5.6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA.....	28
6. RESULTADOS E DISCURSÕES	29
6.1 ODOR E ASPECTO VISUAL	29
6.2 TURBIDEZ.....	30
6.3 TEMPERATURA.....	31
6.4 PH.....	32
6.5 OXIGÊNIO DISSOLVIDO	33
6.6 SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	34
6.7 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	35
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
8. REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICE.....	43

1. INTRODUÇÃO

Uma das maiores adversidades que afeta o meio ambiente é o crescimento populacional desordenado que vem gerando um aumento das atividades industriais e consequentemente da geração de águas residuárias. Estas águas quando não destinadas a um tratamento adequado podem vir a causar graves problemas ambientais, até mesmo irreversíveis (MONTEIRO, 2009)

Deve-se considerar ainda que, as águas utilizadas em atividades industriais após cumprirem sua função, incorporam os resíduos oriundos da referida atividade, seja ela industrial, agrícola ou doméstica. Quando esse efluente não recebe um tratamento adequado, que muitas vezes é inexistente, pode chegar aos mananciais superficiais em forma de água residuária e acelerar ainda mais o processo de escassez hídrica e deterioração do meio ambiente (ARCHELA, *et al.*, 2003).

De acordo com Dala Costa e Grosso (2015), a pecuária é vista como uma das principais atividades econômicas do país, e é considerada uma das atividades de maior impacto ambiental, gerando principalmente a degradação do solo, contaminação por resíduos, e consequentemente, a poluição das águas superficiais e subterrâneas. A pecuária destaca-se por produzir alimento e gerar renda, sendo exercida por uma parcela significativa de pequenos e médios produtores, que muitas vezes é vinculada a agricultura familiar.

O município de Pau dos Ferros está situado em uma região denominada “Polígono das Secas”, com baixa pluviosidade média anual, característica esta que reflete nas atividades agrícolas da região, necessitando assim de mecanismos para viabilizar o aproveitamento máximo da água para estas atividades que são proeminentes na composição econômica do município (SOUZA e CARNEIRO, 2013). O comércio, atividade econômica que também se destaca, nesse seguimento a feira livre do município tem papel relevante. As bancas da feira se distribuem na venda de diversos produtos, dentre eles os agropecuários, que são maioria, representados por aproximadamente 51,24% dos produtos comercializados, produtos como: cereais, grãos, frutas, verduras, leite, produtos derivados do leite, entre outros (SILVA *et al.*, 2015).

Elucida-se a importância de que se realize um tratamento das águas residuais, pois, não somente é um benefício para o meio ambiente como também é do interesse do produtor rural, após um tratamento adequado as águas residuárias podem vir a ser reutilizadas posteriormente na própria atividade geradora do efluente.

A utilização de biomassa como material filtrante para tratamento de águas residuárias, tem ganhado cada vez mais credibilidade, e isto se deve a uma elevada capacidade de remoção de poluentes aliada a um baixo custo, gerando assim resultados eficientes, sendo atrelados ainda a promoção do desenvolvimento sustentável (MONTEIRO, 2009). A palha do feijão é um exemplo de biomassa residual que pode ser utilizada como biosorvente, a seleção da palha de feijão como material para o filtro se deu pois, de acordo com Souza *et al.* (2016), o feijão é a principal cultura cultivada na comunidade agrícola do Perímetro irrigado do município de Pau dos Ferros, nessa comunidade está concentrada a maior parte da produção agrícola do município.

Neste contexto, este trabalho visa o aproveitamento da utilização da palha de feijão como matéria orgânica residual para material filtrante no tratamento de águas residuárias provenientes da pecuária familiar (ARP) do município de Pau dos Ferros, localizado no alto oeste potiguar, no estado do Rio Grande do Norte.

1. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o potencial da palha de feijão como meio filtrante para fins de tratamento de águas residuárias provenientes da pecuária familiar.

2.2 ESPECÍFICOS

- Caracterizar a água residuária gerada pela atividade da pecuária familiar no município de Pau dos Ferros – RN;
- Produzir um filtro para realizar testes com a palha de feijão;
- Realizar a caracterização do efluente gerado pela atividade supracitada após realizar tratamento com o filtro;
- Estudar a viabilidade do uso da palha de feijão como mecanismo para minimizar os impactos ambientais na pecuária familiar.

2. JUSTIFICATIVA

Segundo Matos (2005), a destinação inadequada de águas residuárias provenientes da bovinocultura pode causar sérios prejuízos ao meio ambiente, como por exemplo a eutrofização de corpos hídricos, proliferação de vetores, doenças, desequilíbrio nos níveis tróficos do ecossistema entre outras consequências.

Tomando como cenário cidades do interior do Brasil, onde há a predominância do pequeno produtor, como é o caso de Pau dos Ferros - RN, onde segundo o censo agropecuário realizado pelo IBGE em 2017, possui cerca de 5.113 cabeças de gado, deve-se refletir o porquê de na grande maioria dos casos não ser realizado o tratamento adequado dos efluentes gerados por esta atividade quando a mesma é desenvolvida por pequenos produtores, segundo Dala Costa, E. A; Grosso, L. G., muitas vezes a maioria das propriedades tem como base de funcionamento o sistema da agricultura familiar, com baixa capacidade de investimento, os colaboradores são os próprios integrantes da família e a atividade muitas vezes é para sobrevivência.

A alternativa proposta para o tratamento das águas residuárias da pecuária familiar, a utilização de palha de feijão como meio filtrante, traz benefícios não só ao meio, diminuindo o impacto ambiental como também ao produtor, que por muitas vezes não se adequa a legislação vigente por falta de informação e recursos, não possuindo a consciência que estão degradando águas superficiais e solos que são a matéria prima para sua sobrevivência e fonte de renda, além de ser uma alternativa também para escarces hídrica que aflige o semiárido proporcionando o reuso do efluente. Diante dos argumentos dispostos, pode se perceber a importância de se buscar cada vez mais alternativas sustentáveis que possibilitem o tratamento de efluentes a baixo custo.

3. REVISÃO TEÓRICA

4.1 ATIVIDADE PECUÁRIA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO

A pecuária familiar é uma forte característica da região semiárida desde a época colonial, esta herança se perdura até os dias atuais, com o passar do tempo observou-se a necessidade de renovações e novas estratégias produtivas, principalmente nas últimas três décadas, esta atividade vem passando por um processo de ressignificação diante das adversidades enfrentadas pela região (NUNES, 2013).

Outro aspecto que pode ser observado e que está ligado ao desenvolvimento desta atividade é a ordenação fundiária do semiárido nordestino, caracterizada pela predominância de pequenas propriedades de base familiar, destacando-se que 77% estão entre 1 e 20 hectares, enquanto 94% são representadas por áreas menores que 100 hectares, fato este que explica a alta densidade demográfica da região, a atividade pecuária enfrenta adversidades ao seu desenvolvimento, como por exemplo, os longos períodos secos durante o ano, estacionalidade na produção de forragem, além da falta de recursos enfrentadas pelo sertanejo. (LIRA, *et al.* 2005)

Segundo o censo agropecuário do IBGE (2018), a cidade de Pau dos Ferros – RN possui um rebanho de aproximadamente 9000 bovinos, destes 3100 são para ordenha e o restante é carne de corte.

4.2 ÁGUAS RESIDUÁRIAS PROVENIENTES DA PECUÁRIA FAMILIAR

4.2.1 CONCEITO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

O Art. 2º da Resolução CNRH nº 54/2005, define água residuária como: “esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não”, ou seja, águas descartadas oriundas de diversos processos com grau de pureza variável. A depender do processo que origina a água residuária a carga poluidora presente na mesma pode trazer graves consequências ao meio onde será lançada, podendo comprometer a qualidade ambiental do solo, das águas superficiais e subterrâneas e, consequentemente a biota do meio.

A resolução define a atividade de reúso das águas residuárias, que é definida como a utilização da água residuária de acordo com a sua finalidade, analisando a necessidade ou não do tratamento da água para seu reúso. Portanto, a água de reúso é aquela que se encaixa nos

padrões exigidos na legislação brasileira para utilização na finalidade pretendida, podendo ser usada para os mais variados fins, exceto o consumo humano, como por exemplo, geração de energia, resfriamento de equipamentos, usos urbanos, agricultura e pecuária.

Segundo a CETESB, o reúso pode ser classificado em dois tipos: direto e indireto, quanto ao reúso indireto subdivide – se ainda em não planejado, que ocorre quando a água utilizada em algum processo é despejada no meio, passa por um processo natural de diluição e posteriormente é captada a jusante para nova utilização. Já o reúso indireto planejado ocorre quando as águas residuárias que já passaram por um processo de tratamento são despejadas de forma planejada e controlada em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos, e posteriormente são captadas a jusante para novo uso benéfico.

Quanto ao reúso direto a Resolução CNRH nº 54/2005 define como: “uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos”.

A prática de reúso de águas residuárias é um conceito difundido desde a antiguidade, existem relatos desta prática na Grécia Antiga referente a reutilização de esgotos na irrigação, esta prática é consequência da crescente demanda por água forçando a sociedade a desenvolver práticas de uso racional deste recurso que é indispensável a vida, não apenas empregando o seu reuso mas também controlando perdas, desperdícios e seu uso (ZARED FILHO *et al.*, 2007).

4.2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS PROVENIENTES DA PECUÁRIA FAMILIAR.

As águas residuárias proveniente da pecuária’ tem como principais componentes de sua composição [...] “urina, esterco, detergentes provenientes da limpeza, resíduos de leite, além de sólidos, DBO e nutrientes como nitrogênio e fósforo.” (PELISSARI, 2013, p.17)

Segundo Dala Costa, E. A; Grosso, L. G. (2015 apud Matos 2005), uma vaca leiteira produz em média 38 a 50 kg de excretas todos os dias e deste total a maioria é urina, variando entre 28 a 32 kg o restante são fezes, a carga orgânica (CO) produzida por um bovino é equivalente a CO produzida por 16 a 38 pessoas (levando em consideração que uma pessoa elimina em média 54 g DBO 5/dia). Essa variação se deve a dificuldade de se estimar a carga poluente da água residuária da bovinocultura, pois esta carga irá variar de acordo com a diluição proporcionada pela adição de água e também do período do ano. Em geral, o autor determina que os principais fatores que influenciam na quantificação da carga poluidora são a quantidade de animais e a quantidade de água utilizada para a dessedentação e higienização

dos mesmos. Outros fatores também podem influenciar no efluente gerado, como por exemplo a composição da ração dos animais, a idade, que também está atrelada a digestibilidade do animal, todos esses fatores podem justificar a variação da carga poluente do efluente.

Esta atividade tem como característica uma elevada produção de resíduos com alta carga orgânica, devido a isto deve ser considerada como uma atividade potencialmente poluidora. Consequentemente suas águas residuárias apresentam alto risco de contaminação ambiental sendo necessário seu tratamento.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define que as fontes potencial ou efetivamente poluidoras dos recursos hídricos deverão buscar práticas de gestão de efluentes com vistas ao uso eficiente da água, à aplicação de técnicas para redução da geração e melhoria da qualidade de efluentes gerados e, sempre que possível e adequado, proceder à reutilização. Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas do seu enquadramento (CONAMA, 2011).

4.2.3 TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS PROVENIENTES DA PECUÁRIA FAMILIAR.

Segundo Von Sperling, (1996), o tratamento de efluentes tem como objetivo fundamental a remoção de poluentes e adequar o efluente de acordo com o padrão de qualidade desejado pelo seu meio receptor, sendo os tratamentos usualmente classificados por 4 níveis: (1) Preliminar, (2) Primário, (3) Secundário, (4) Terciário, que podem ser descritos de forma geral como:

“O tratamento preliminar objetivo apenas a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Em ambos predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes. Já no tratamento secundário, no qual predominam mecanismos biológicos, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo). O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. O tratamento terciário é bastante raro no Brasil.” (VON SPERLING, M., 1996. v.1, 243p.)

As águas residuárias da agroindústria apresentam altos níveis de sólidos em suspensão e dissolvidos, por este motivo a utilização de filtros convencionais de areia não é aconselhável, o motivo é que a areia atinge rapidamente a colmatação superficial impedindo assim que o fluxo de efluentes siga seu curso normal, tornando o processo de filtração não eficiente, (BRANDÃO, *et al*, 2003). Segundo Matos (2005), os principais tipos de tratamentos usados são os sistemas de lagoas de estabilização, os sistemas de lodos ativados, os sistemas wetlands e os sistemas anaeróbios (como os filtros anaeróbios e os reatores UASB).

Apesar das opções dispostas, devido à grande quantidade de sólidos totais nesses efluentes e altos níveis de cargas orgânicas, os tratamentos desses efluentes se torna demasiadamente oneroso e com frequência pode se verificar o surgimento de problemas relacionados a entupimento de bombas e tubulações (MAGALHÃES, *et al*. 2006), por esse motivo a busca por métodos alternativos é uma área que cresce cada vez mais.

4.3 PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo Von Sperling, (1996), são diversos os parâmetros que determinam as características das águas, podendo ser classificados como físicos, químicos e biológicos, os principais parâmetros utilizados para interpretação de resultados de análises laboratoriais e para fins de caracterização de águas de abastecimentos, águas residuais ou corpos receptores são: Físicos: Cor, Turbidez, Sabor e odor, Temperatura. Químicos: pH, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, fosforo, nitrogênio, cloretos, ferro, manganês, dureza Biológicos: microrganismos e coliformes fecais.

Ainda de acordo com o autor, além dos parâmetros, que são uma caracterização conceitual acerca da qualidade da água, tem-se os padrões de qualidade, estes tem como base a legislação ambiental e tem seu cumprimento previsto em lei, basicamente são três os tipos de padrão de interesse a engenharia ambiental no que tange as águas: Padrões de lançamento no corpo receptor; padrões de qualidade do corpo receptor e padrões de qualidade para uso imediato, ambos estão atrelados entre si.

O dispositivo legal que dá base aos padrões de qualidade das águas no território nacional é a Resolução CONAMA nº 20 de 18/06/1986 que dispõe sobre: “ [...] a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes”. E a CONAMA nº 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de

lançamento de efluentes, o Art. 16º desta Resolução determina condições e padrões de lançamento, como o pH, temperatura, materiais sedimentáveis, vazão, remoção da DBO, entre outros. No Art. 24º a resolução estabelece diretrizes para a gestão do efluente, estabelecendo nexo de responsabilidade entre os responsáveis pelas fontes poluidoras e a degradação do meio, estimulando redução da geração de efluentes e sempre que possível o seu reuso.

O principal objetivo das Resoluções é a preservação dos corpos hídricos, apesar disso na prática não é o que ocorre, pois é grande o número de corpos receptores tornando se difícil manter um controle eficaz das fontes poluidoras.

4.4 UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ORGÂNICOS FILTRANTES

A utilização de matéria orgânica como meio filtrante para águas residuárias com elevados níveis de sólidos totais e carga orgânica já é uma alternativa eficiente e com vantagens comprovadas, como por exemplo, no ramo da suinocultura, é amplo rol de pesquisas e investimentos na utilização de resíduos orgânicos, como: casca de arroz, casca de café, carvão vegetal e sabugo de milho (BRANDÃO, *et al.* 2003); fibra de coco (LO MONACO *et al.* 2009), e palha de feijão (OLIVEIRA, *et al.* 2017). No ramo da bovinocultura, “a falta de pesquisa na área e a falta de um sistema adequado à realidade dos produtores desestimula o setor a investir no tratamento dos resíduos”.

Outro ponto a ser observado é que os resíduos orgânicos, como os citados no parágrafo anterior, são utilizadas para alimentação dos animais, fato este que pesa na decisão do pequeno produtor rural, para isto se faz necessário que se elucidem propostas compensatórias que incentivem o pequeno produtor a realizar o tratamento de seus efluentes, por exemplo, uma alternativa de manejo para a matéria orgânica utilizada no filtro após a mesma atingir seu estado de saturação seria a utilização da mesma como biomassa para alimentação de um biodigestor.

por isso se faz necessário que o produtor rural compreenda

Segundo Magalhães, *et al.* (2006), a composição de um filtro ideal deve se basear no diâmetro de partículas e no tipo de material que possibilitara o melhor resultado relacionado a qualidade do efluente na coluna filtrante, ou seja, que retenha o máximo de sólidos. A espessura do material filtrante está diretamente relacionada com a depuração do efluente, matérias mais finos irão gerar efluentes mais depurados, entretendo em contra partida a vida útil deste material será menor e consequentemente a do filtro também, isso se deve ao fato de o material estar mais suscetível a perda de carga em suas camadas superficiais da coluna

filtrante. Outro ponto a ser analisado também é a capacidade filtrante do material, quanto tempo até o material ser saturado e necessitar de substituição.

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste estudo se deu a partir de duas etapas: a primeira foi a realização de um levantamento bibliográfico relacionado a área de estudo, servindo de base teórica para orientar procedimentos, métodos de coleta e amostragem, análise e interpretação dos resultados obtidos, já a etapa seguinte foi constituída pela coleta do material filtrante e do material fecal como também da prática desenvolvida em laboratório.

Os processos e análises foram realizados nos Laboratórios de Química Aplicada a Engenharia e Materiais de Construção da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) no Rio Grande de Norte, Campus Pau dos Ferros e também no Laboratório de Materiais de Construção onde foi confeccionado o filtro e, realizado o processamento da palha de feijão, já no Laboratório de Química Aplicada a Engenharia realizou-se a caracterização do material filtrante e da água residuária proveniente da pecuária familiar sem tratamento, e posteriormente, uma nova caracterização pós tratamento.

5.1 COLETA DO MATERIAL FILTRANTE PALHA DE FEIJÃO

A coleta do material para o filtro, a palha de feijão, foi realizada na feira livre do município de Pau dos Ferros – RN, a palha recolhida foi residual do feijão debulhado durante a feira, na maioria dos casos disposta no chão embaixo das barracas, cenário este que pode ser observado na figura 1, por isso, na maioria das vezes era recolhida ainda verde necessitando de um tempo de maturação ao ar livre, para tal a palha foi disposta em uma lona, distribuída de maneira que se pudesse observar o fundo da lona para garantir que a palha foi seca de maneira homogênea, o tempo de secagem foi de aproximadamente 48 horas, o objetivo deste processo foi facilitar o manejo da palha no laboratório, por este motivo foi definida como a primeira atividade a ser realizada.

Figura 1: Palha de feijão residual obtida na Feira Livre em Pau dos Ferros.



Fonte: Autora, 2019.

5.2 PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DA PALHA DE FEIJÃO

A pós processo de secagem a palha de feijão foi triturada, para obter a melhor eficiência. Neste processo foi utilizado o Moinho de facas SL – 31 conforme a figura 2, a palha passou pelo processo de trituração 2 vezes, o necessário para que o material atingisse a faixa de granulometria desejada entre 2mm e 8mm segundo as recomendações de Lo Monaco *et al.* (2004) e Magalhães *et al.* (2013).

Figura 2: Processamento da palha de feijão (Moinho de facas).



Fonte: Autora, (2019)

Na etapa seguinte a palha foi processada no moinho, a palha de feijão foi peneirada utilizando uma peneira granulométrica de 6.5mm que pode ser observada na figura 3 para assegurar que o material filtrante permaneceria dentro da faixa citada na literatura.

Figura 3: Granulometria de 6.5 mm palha de feijão.



Fonte: Autor (2019)

Com o material já na granulometria desejada, deu-se início aos métodos de caracterização da palha de feijão, o primeiro parâmetro a ser analisado foi o de massa específica global, aferido pelo método da proveta, Embrapa (1997).

Foram preparadas 3 amostras de palha de feijão em cadinhos de alumínio, pesadas em uma balança analítica (Marte aw220), cada amostra com aproximadamente 5 gramas, em seguida foi realizada a secagem do material em estufa (SL – 102) à 105 °C, por 24 horas. Ao serem retiradas as amostras resfriaram em temperatura ambiente e foram novamente pesadas.

Para aferir o peso da palha de feijão compactada necessária para completar uma proveta com volume de 100mL. Pesou-se uma proveta de 100ml, com aproximação de 0,5g a 1g e completou-se a proveta gradativamente com porções de 35mL, depositados em um becker de 50mL, deixando cair de uma só vez e posteriormente bater a proveta 10 vezes sobre um lençol de borracha de 5mm de espessura com distância de queda de mais ou menos 10cm, esta operação deve ser repetida 3 vezes, observando sempre se a amostra está alinhada ao traço de aferimento da proveta, após realizar este passo a passo a proveta foi pesada. A partir dos dados obtidos pode-se determinar a densidade aparente.

O cálculo da densidade aparente pela equação 1 :

$$\rho = \frac{a}{b} \text{ (g/mL)} \quad \text{Eq.(1)}$$

Onde a = peso da amostra seca a 105°C e b = volume da proveta

O segundo método é para a mensuração do parâmetro pH da fibra, também seguindo a metodologia da Embrapa (1997).

Foi colocado 10mL de palha de feijão em becker plástico de 50mL graduado, posteriormente adicionado 25mL de água destilada. A amostra foi agitada com bastão de vidro e deixada em repouso por uma hora. Agitou-se novamente cada amostra com bastão de vidro e mergulhou-se o pHmetro (ligado 30 minutos antes de ser usado e calibrado) na solução para realização da leitura do pH.

Figura 4: Aferição do pH da palha de feijão



Fonte: Autora (2019)

Na figura 4 pode-se observar o processo de repouso da fibra, que após finalizado poderá ser realizada a medida do pH da solução. Todas as análises foram realizadas em triplicata com amostras da palha de feijão escolhidas aleatoriamente.

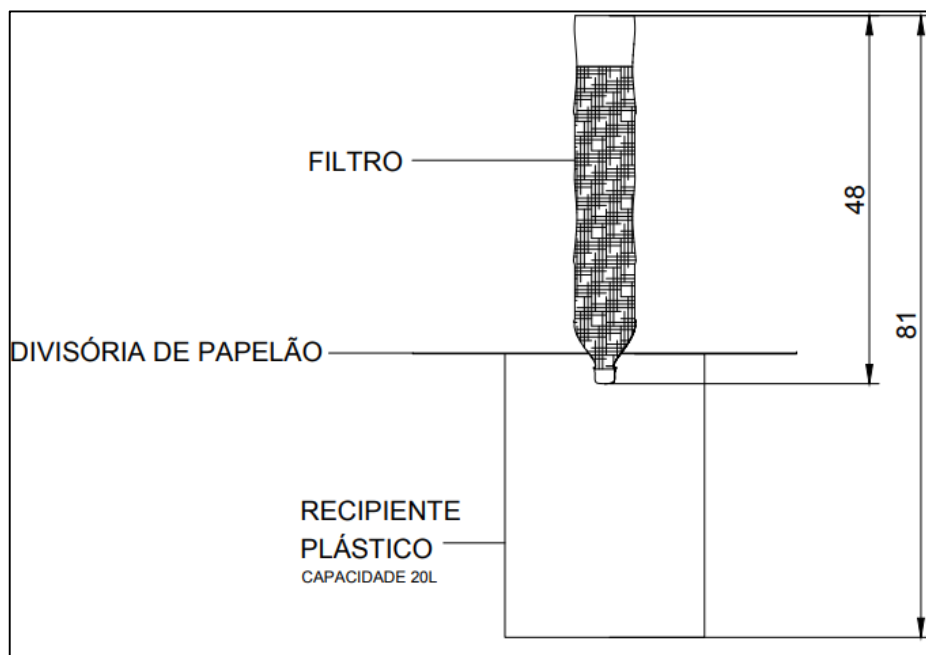
5.3 CONFECCÃO DO FILTRO

Para confecção do filtro, como matéria prima foram utilizados materiais recicláveis, 2 garrafas de água mineral com capacidade para 1,5L, constituídas de Poli Tereftalato de Etileno (PET), a escolha se deu devido a fácil obtenção do material e ainda à oportunidade para reutilização e nova destinação do material.

O processo de confecção se deu pelo acoplamento de duas garrafas, a garrafa que fica na parte superior do filtro teve seu bico retirado e posteriormente foi acoplada a uma segunda garrafa que teve seu fundo retirado para o encaixe, o bico é mantido formando assim a parte

inferior do filtro, na tampa da garrafa foram feitos pequenos furos por onde passará o efluente já filtrado que seria armazenado em um recipiente plástico de 20L, utilizando como divisória um compensado de papelão com um furo para encaixe do filtro. Após a confecção obteve se um filtro com uma coluna com 48 cm de altura e 28cm de diâmetro que pode ser observado na figura 5.

Figura 5: Projeto do filtro



Fonte: Autora (2019)

5.4 PRODUÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Para produção da água residuária da pecuária familiar, realizou-se coleta do material fecal bovino, o mesmo foi coletado em um curral que pode ser observado na figura 6, localizado na Rua Manoel Teixeira da Silva, no bairro Alto do Açude, na cidade de Pau dos Ferros – RN.

Figura 6: Local de coleta



Fonte: Adaptado do Google Maps.

Foi realizada a coleta de aproximadamente 15 litros de esterco bovino em um recipiente plástico com capacidade para 20 litros com tampa, também foi utilizado uma pá e luvas para evitar contaminação do material. Outro aspecto analisado no momento da coleta foi o tempo de maturação esterco, procurou – se coletar o esterco mais “fresco” possível, após coletado o recipiente foi fechado e só foi aberto no laboratório. A coleta foi realizada às 12 horas e 30 minutos, chegando ao laboratório de química aplicada a engenharia da UFRSA aproximadamente as 14 horas do mesmo dia para dar início as análises.

O esterco coletado foi diluído em uma proporção de 1:2, a cada um litro de esterco era adicionado 2 litros de água,

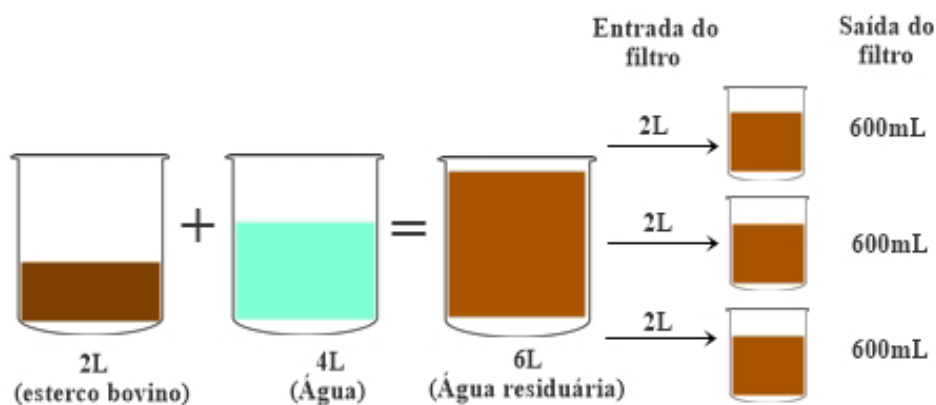
5.5 PREENCHIMENTO DO FILTRO

O filtro foi preenchido com a palha de feijão seguindo as recomendações de OLIVEIRA, A. P. S. (2017 apud Lo Monaco, 2011). Nas paredes da coluna foram coladas a palha de feijão para evitar o fluxo preferencial e na extremidade da mangueira colocou-se uma gaze na extremidade da mangueira de silicone, para impedir o transporte do material filtrante para fora da coluna. Cada coluna foi preenchida com aproximadamente 400 g do resíduo orgânico e para evitar o selamento superficial na parte superior foi adicionado 200g de brita zero previamente lavadas e secadas em estufa (FRANCISCO *et al.* 2014).

No filtro a cada 2L litro de água residuária filtrada foi recolhida uma amostra de 600mL, volume necessário para a utilização da sonda multiparâmetro, ao total foram filtradas

6L de água residuária (2L de esterco bovino e 4L de água) totalizando 3 amostras de 600mL. O esquema de amostragem pode ser melhor observado na figura 7.

Figura 7: Fluxograma de amostragem



Fonte: Autora, 2020.

A água residuária foi transferida pouco a pouco para o filtro, sendo revolvida frequentemente para que não houvesse sedimentação de material no fundo do recipiente. Na figura 8 pode ser observado o filtro durante o processo de filtragem da água residuária.

Figura 8: Vista lateral e superior do filtro.



Fonte: Autora, 2020.

Após filtrar aproximadamente 1,5L foi necessário a retirada de uma camada formada pelo esterco bovino na parte superior do filtro.

5.6 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Os parâmetros analisados foram: odor e aspecto visual, turbidez, temperatura, pH, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, para aferição foi utilizada uma sonda multiparâmetro Horiba (modelo U – 5000).

Para utilizar a sonda multiparâmetro mostrada na figura 9 foi necessária uma amostra de aproximadamente 600mL do efluente, as análises foram realizadas em triplicata tanto do efluente antes de filtrado como do efluente após filtração.

Figura 9 : Utilização da sonda multiparâmetro.



Fonte: Autora, 2019.

6. RESULTADOS E DISCURSÕES

6.1 ODOR E ASPECTO VISUAL

A água residuária proveniente da pecuária familiar apresentou uma alta densidade de partículas fecais resultando em um líquido denso e não homogêneo, após o efluente passar pelo filtro foi possível constatar uma significativa melhora em relação a este aspecto, o filtro atuou como uma barreira para o material fecal e o reteve, proporcionando que o efluente tratado obtenha um aspecto de homogeneidade e uma coloração mais clara.

A cerca do odor o efluente apresentava um odor forte e característico de material fecal bovino, isso se deve a presença de compostos aromáticos principalmente indol e escatol produzidos pela degradação microbiana do triptofano, que é um aminoácido utilizado na biossíntese de proteínas (TEIXEIRA, 1996). Após a passagem do efluente pelo filtro o odor reduziu consideravelmente, pode se afirmar, portanto, que o filtro a cerca destes aspectos se demonstra muito eficiente.

Figura 10: Efluente não filtrado x efluente filtrado



Fonte: Autora, 2020.

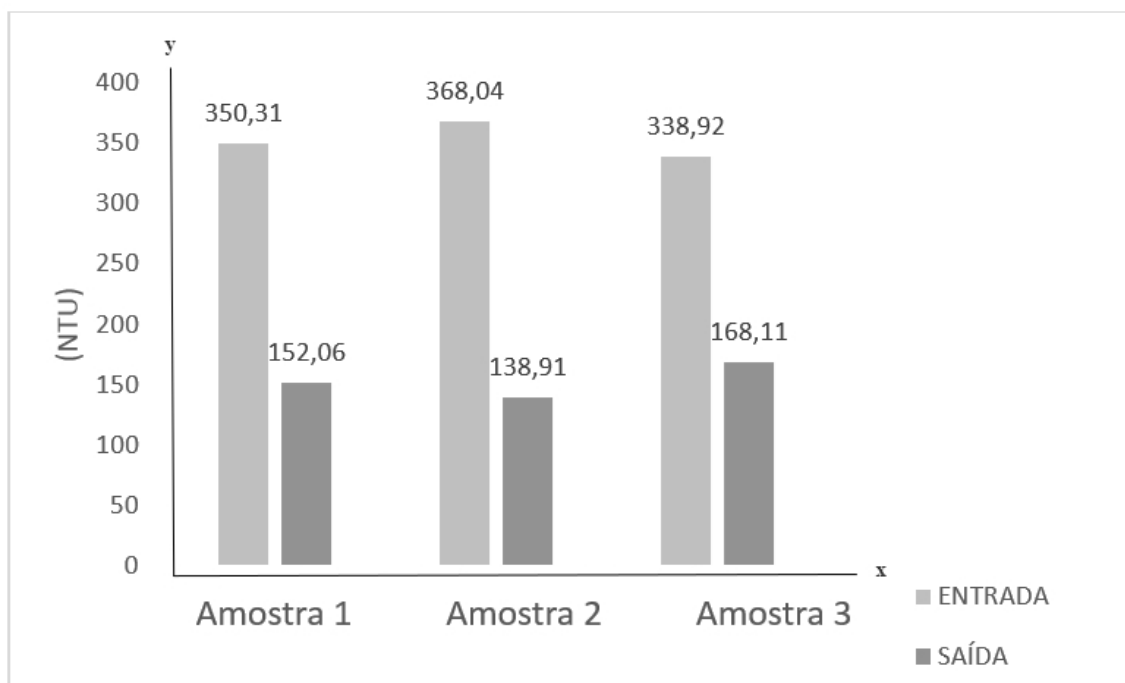
Pode ser observado na figura 10 que quando sofre alguma agitação o efluente não tratado adere a superfície do Becker podendo ser notado com facilidade que é uma substância não homogênea. No segundo Becker o efluente já tratado não apresenta estas características, ao ser agitado volta ao seu estado não deixando precipitados no Becker.

6.2 TURBIDEZ

A turbidez é relativa à presença de partículas de sólidos suspensos, é representada por unidades de turbidez formazina (NTU). O tamanho das partículas varia de acordo com o nível de turbulência do corpo hídrico, essas partículas são responsáveis pela dispersão e absorção de luz devido a isso a água fica com aspecto turvo, “sujo”, isso pode ser um perigo em potencial pois prejudica a fotossíntese de plantas aquáticas que é um dos principais processos de aeração da água, as partículas também quando próximas a superfície absorvem calor e luz solar aumentando a temperatura da água e novamente prejudicando o processo de dissolução do oxigênio.

Segundo Oliveira Neto (2008), o elevado nível de turbidez faz com que o efluente acumule elevados níveis de poluentes, microrganismos e patogênicos, portanto, é de grande importância a determinação e análise deste parâmetro.

Figura 11: Análise da turbidez.



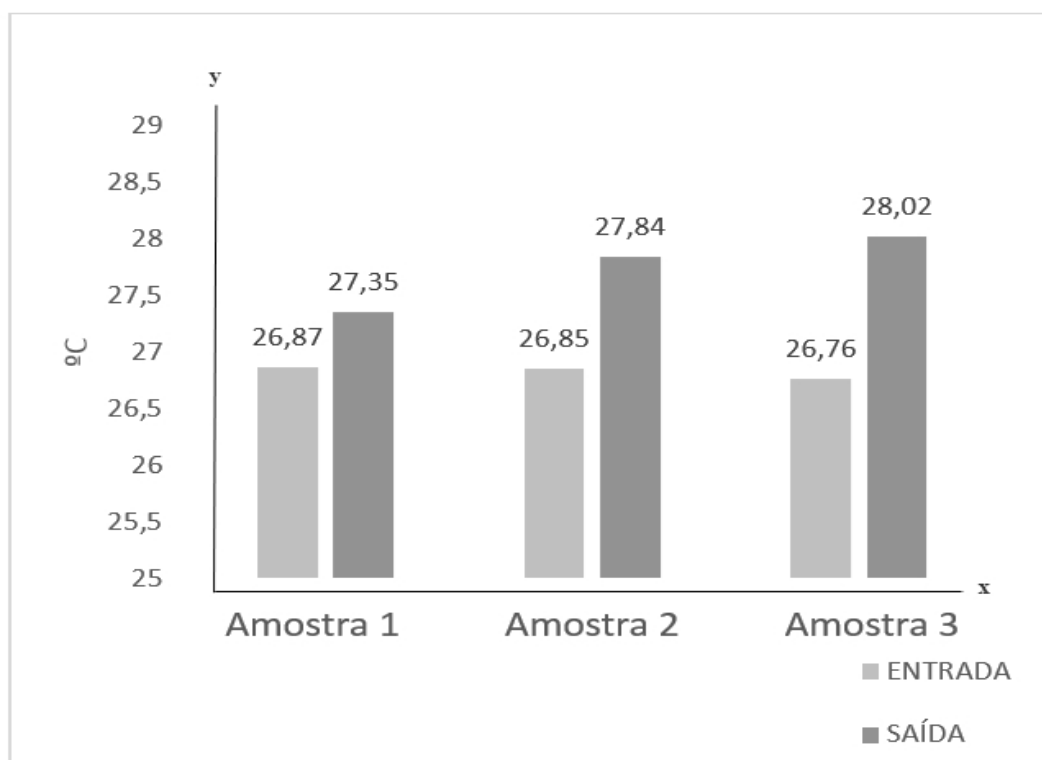
Fonte: Autora, 2020.

De acordo com o CONAMA 357/2005, o valor limite para classe 2 é de até 100 (NTU), como pode ser observado na figura 11 a média das análises realizadas foi de 153 NTU, apesar de uma significativa redução do valor inicial do efluente antes do processo de filtragem que era de 352 NTU.

6.3 TEMPERATURA

No parâmetro temperatura, pode se observar na figura 12 os valores obtidos para cada análise, o efluente antes de passar por o processo de filtragem registrou a temperatura média de 26,82°C, após o tratamento o efluente apresentou uma pequena alta de temperatura, chegando a temperatura média de 27, 73 °C. Segundo Toledo e Nicolella (2002), a temperatura é um fator importante para a o monitoramento da qualidade da água, pois, a elevação deste parâmetro influencia diretamente na diminuição da solubilidade dos gases, como por exemplo o oxigênio, além disso, a taxa de transferência de gases pode gerar mau cheiro e afetar a viscosidade e com isso a mobilidade de alguns organismos.

Figura 12: Análise da temperatura



Fonte: Autora, 2020.

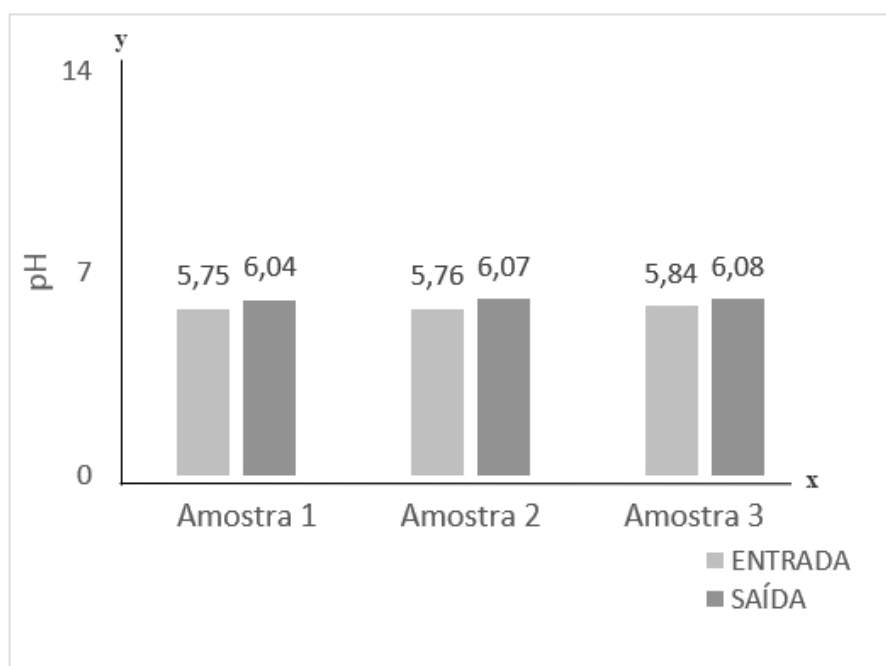
Essa pequena variação pode ser atribuída a temperatura do ambiente que no momento da análise era de aproximadamente 28°C. Segundo Palma-Silva (1999), outros fatores que auxiliam na diminuição da temperatura são como a velocidade de escoamento, a presença da matéria orgânica que atua como uma barreira.

6.4 PH

Segundo Esteves (1988), a quantidade de matéria orgânica morta presente na amostra influi diretamente no valor do pH, quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível menor será o valor do pH, pois no processo de decomposição da matéria orgânica são liberados muitos ácidos, diminuindo assim o valor do pH.

O parâmetro varia de acordo com a concentração de íons H^+ oriundos da ionização do ácido carbônico que por sua vez gera baixos valores de pH, aumentando assim a concentração hidrogeniônica, das reações de íons carbonatos e bicarbonatos com a água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina, devido ao aumento da concentração hidroxiniônica.

Figura 13: Analise do pH



Fonte: Autora (2020)

Analisando os dados da figura 13, temos que a média de pH da água não tratada foi de aproximadamente 5,78 e a média de pH da água após processo de filtragem foi de 6,06. Pode ser observada uma pequena variação do parâmetro com erro de mais ou menos 0,04, os valores obtidos indicam que ocorreu uma redução de matéria, os valores de pH encontrados se encontram dentro da faixa de neutralidade, podendo ser enquadrado na faixa que oscila entre 6 e 9, que segundo a Resolução CONAMA 357/2005 são valores condizentes com a classe 2. O pH é um parâmetro de extrema importância, porém é um parâmetro de difícil interpretação pois muitos fatores podem o influenciar, como por exemplo a digestibilidade do animal, essa

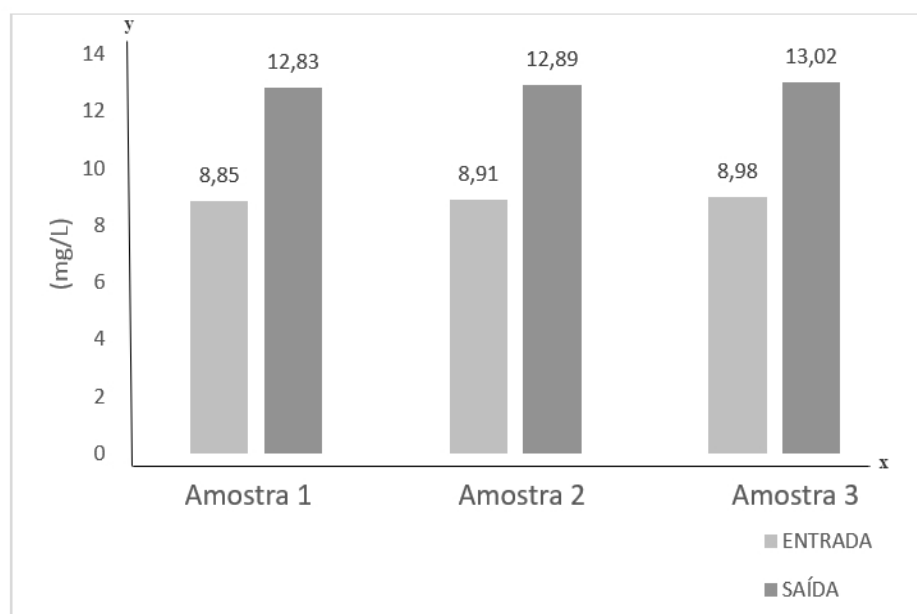
variável influencia tanto no pH como também no odor, como a média do pH das fezes se manteve abaixo de 6,0 indica assim que o animal possui uma boa digestibilidade não influenciando assim na alteração de outros parâmetros.

6.5 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O O_2 é um gás importante para a manutenção de qualquer ecossistema, inclusive o aquático, um dos principais gases dissolvidos na água, o (O_2) incorpora na água por meio da atmosfera e fotossíntese, porém também pode ser consumido por meio da decomposição de matéria orgânica, respiração de organismos, trocas com a atmosfera ou até mesmo oxidação com íons metálicos, elevações de temperatura e pressão também interferem na solubilidade do oxigênio na água, quando ocorre o aumento da temperatura e a diminuição da pressão comina na redução e solubilidade do oxigênio na água.

Toledo e Nicolella (2002) cita que a presença de material originado das áreas agrícolas e da zona urbana contribui para o aumento na carga de fósforo e amônia e promove decréscimo na concentração de OD, devido ao consumo deste elemento nos processos respiratórios da comunidade hídrica, principalmente se for material orgânico.

Figura 14: Determinação do oxigênio dissolvido



Fonte: Autora (2020)

A partir da figura 14, pode se afirmar que o processo de filtragem proporcionou ao efluente melhores condições para uma significativa elevação da concentração de OD do

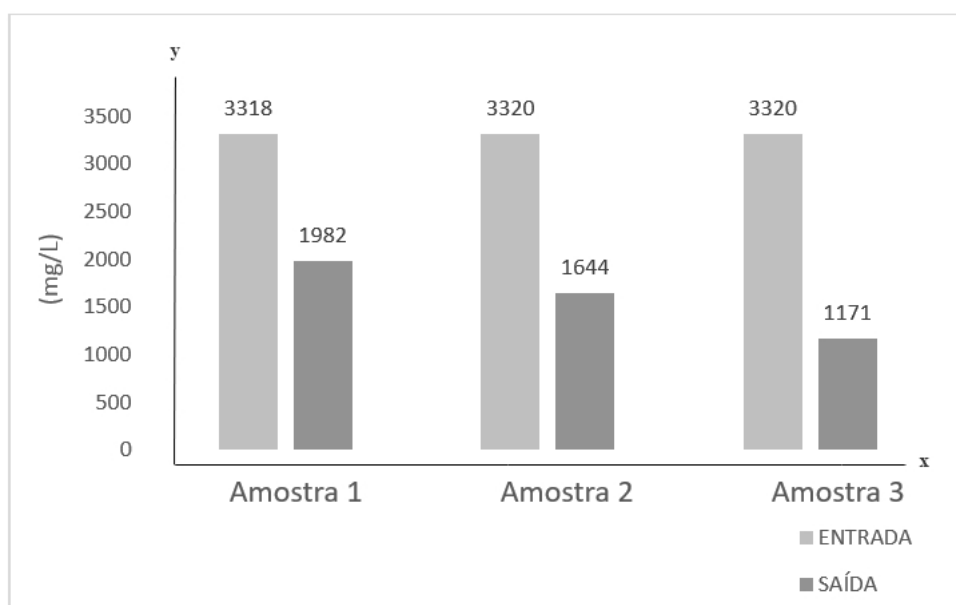
efluente que antes de passar pelo processo de filtragem apresentava uma média de 8,91 mg/L, e após saída do filtro apresentou o valor médio de 12,91 mg/L.

Os valores estão de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 para corpos de água doce classe 2, onde o limite estipulado pela resolução é que o OD não deve ser inferior a 5 mg/L. O aumento de OD pode ser interpretado como uma diminuição da matéria orgânica do efluente, constatando a capacidade do filtro de reter matéria orgânica.

6.6 SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

Este parâmetro é de grande importância pois a partir dele é possível aferir a eficiência de um sistema de tratamento, quando se fala em sólidos totais é necessário entender que sólido é um estado da matéria que tem como característica a rigidez mas que ao mesmo tempo está equilibrada com o líquido oriundo da sua fusão. Os sólidos totais são todas as substâncias que permanecem após um determinado processo de secagem ou filtragem de uma determinada amostra (SABESP, 1999).

Figura 15: Análise do parâmetro (STD)



Fonte: Autora, 2020.

Quanto a análise deste parâmetro, pode se observar na figura 15 os valores obtidos em análise, antes do tratamento o efluente apresentava uma média de 3319 mg/L, após passar

pelo filtro o nível de STD diminui quase pela metade atingindo uma média de 1599 mg/L. De acordo com o CONAMA 357/2005 para STD, o valor máximo para esse parâmetro é de 500 mg/L, para as Classes I, II e III.

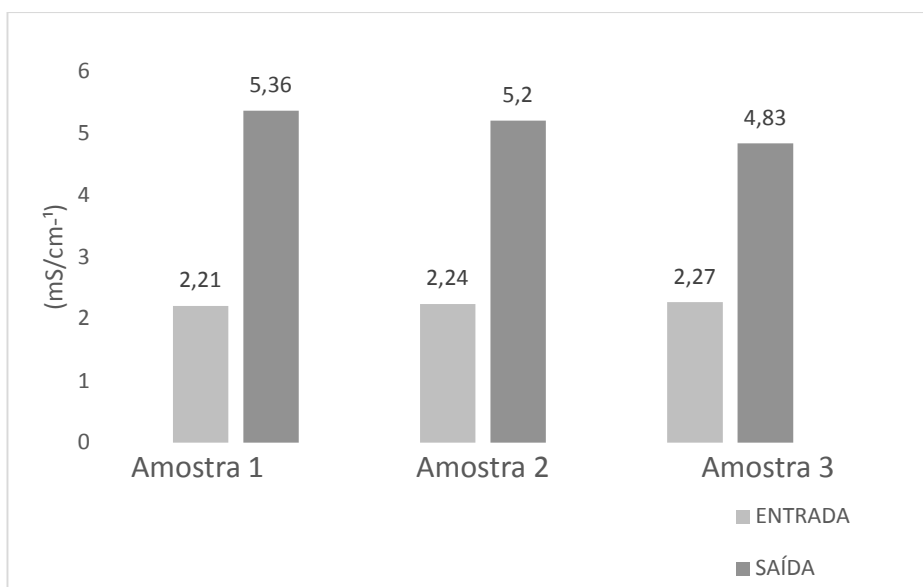
Segundo Wang et al. (2011), um dos fatores que influenciam neste parâmetro é o aumento no nível populacional dos micro-organismos no meio filtrante, que possibilita ao mesmo a capacidade de maior retenção de material particulado e degradação do mesmo de maneira mais eficiente.

Este parâmetro não deve ser analisado de maneira isolada, pois o pH pode influenciar no valor dele, porém neste caso como o pH se encontra na faixa neutra, não influencia no valor dos STD. Apesar de o filtro se mostrar eficiente removendo aproximadamente metade dos STD com um tratamento primário o valor médio encontrado após tratamento foi de 1599 mg/L⁻¹ ainda alto, segundo Brito, (2006) são considerados valores satisfatórios os valores abaixo de 664,28 mg /L .

6.7 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os dados obtidos na análise de condutividade elétrica, podem ser observados na figura 16, antes do processo de filtragem, o efluente apresentava o valor médio de 2,24 mS/cm e após passar pela filtragem passou a apresentar o valor médio de 5,13 mS/cm.

Figura 16: Análise do parâmetro CE



Fonte: Autora, 2020.

Observa-se, portanto, que ocorreu uma elevação deste parâmetro após o tratamento que pode ser resultado do aumento da quantidade de íons que geram compostos ricos em

amônia, cálcio, magnésio, além do acréscimo de substâncias liberadas por processos biológicos. A qualidade da água apresenta uma significativa deterioração. Apesar da resolução CONAMA 357/05 não especificar valores máximos para a condutividade, o valor obtido é considerado alto.

De acordo com estudos de Gasparotto (2011) para amostras muito contaminadas por esgotos, a condutividade pode variar de 100 a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Portanto, tendo como limite máximo de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para uma água de boa qualidade.

Na figura 17 pode se observar uma síntese das médias dos parâmetros analisados, sendo os valores de entrada referentes as águas residuárias analisadas antes do tratamento e os valores da coluna de saída são referentes as águas residuárias após o tratamento.

Figura 17: Síntese dos parâmetros analisados

Média dos parâmetros analisados		
	Entrada	Saída
Turbidez (NTU)	352,42	153,02
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	26,82	27,73
pH	5,78	6,06
OD (mg/L)	12,91	8,91
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	2,24	5,13
STD	3319,33	1599

Fonte: Autora, 2020.

Uma proposta alternativa para a utilização deste filtro seria a utilização do mesmo como uma “cama de palha de feijão” que foi esquematizada na figura 18, a mesma seria disposta no próprio curral, desta maneira a “cama” já atuaria diretamente como um filtro e barreira para os sólidos grosseiros. Evitando assim o carreamento dos mesmos pelas águas das chuvas ou águas utilizadas para higienização do local diminuindo assim, significativamente a carga do corpo hídrico receptor e do solo.

Figura 18: Produção de cama de palha de feijão



Fonte: Autora, 2020.

Assim como disposto no filtro, a cama teria uma camada de palha de feijão e sobre esta camada uma camada de brita para estabilização da palha. Além de uma alternativa simples e acessível para tratamento das ARP, proporcionaria também destinação adequada para a palha de feijão.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da palha de feijão como meio filtrante para o tratamento das águas residuárias da pecuária familiar trás benefícios não só ao meio, diminuindo o impacto ambiental como também ao produtor, que por muitas vezes não se adequa a legislação vigente por falta de informação e recursos, não possuindo a consciência que estão degradando águas superficiais e solos que são a matéria prima para sua sobrevivência e fonte de renda, além de ser uma alternativa também para escarces hídrica que aflige o semiárido proporcionando o reuso do efluente.

A palha do feijão apresenta uma significativa eficiência no tratamento de águas residuárias oriundas da pecuária familiar, para o parâmetro de turbidez, e para a remoção de sólidos totais. Pode ser caracterizada como um meio filtrante para realização de tratamento primário, portanto para este objetivo ele cumpre sua função, porém não se mostra eficiente para tornar a água própria para reuso, devido aos altos níveis de STD e CE o efluente não se enquadra em nenhuma classe de reuso prevista na CONAMA 357/2005, para adequação destes parâmetros possivelmente é necessário um tratamento secundário.

Mas por ser de baixo custo e fácil aplicabilidade, possibilita que o tratamento das águas residuárias seja viável em qualquer atividade ou processo que seja necessário, seja de grande ou pequeno porte, não devendo ser visto apenas como um gasto dispendioso, mas sim como um investimento, para as futuras gerações como também para sua própria atividade, que tem como insumo os recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ARCHELA, Edison. et al. Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos. **Revista Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 12, n. 1, 2003.

BRANDÃO, V. dos S. et al. Retenção de poluentes em filtros orgânicos operando com águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, vol.7 no.2, p. 329-334, 2003.

BRANDÃO, V. dos S. et al. Tratamento de águas residuárias da suinocultura utilizando-se filtros orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, vol.4, no.3, p. 327-333, 2000.

BRASIL. Resolução CNRH nº 54/2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios para o reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, v. 3, n. 1, p. 31, 28 nov. 2005a. Seção 1, p. 31-36.

CETESB. Reuso de água – Águas interiores, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

BRITO, L. T. D. L. et al. Uso de análise Multivariada na classificação de fontes hídricas superficiais da bacia hidrográfica do Salitre. **Eng. Agríc.** v.26 n.1 Jaboticabal, Jan/Abr 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000100007> >. Acesso em: 18 jan. 2020.

CONAMA. **Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: < http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1986/res_conama_20_1986_revvd_classificacaoaguas_altrd_res_conama_274_2000_revvd_357_2005.pdf >. Acesso em: 05/01/2020

CONAMA **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 33, 17 mar. 2005b. Seção 1, p. 33-36.

CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 05/01/2020

DALA COSTA, E. A; GROSSO, L. G. **Tratamento de efluente proveniente da bovinocultura leiteira**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFP. Francisco Beltrão-PR, 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p. : il. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos ; 1).

ESTEVES, F. D. A. **Fundamentos de Limnologia**. n. 2ª, Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FIGUEIREDO, Chrislayne Aparecida Pereira de; FIGUEIREDO, Elizio Lemes de; FERMENTÃO, Cleide Aparecida Gomes Rodrigues. A crise da água potável no Brasil: direito fundamental “vida” em perigo. **Actio Revista de Estudos Jurídicos**, Maringá, v. 2, n. 25, 2015.

GASPAROTTO, F. A. Avaliação **Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo agropecuário 2006/2017.

Disponível em:

<https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?tema=75652&localidade=24>. Acesso em 11/10/2019.

LIRA, M. A. et al. A palma forrageira na pecuária do semi-árido. In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVAS PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1, 2005, Aracaju. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, 2005, vol. 2, p.107-120.

LO MONACO, P. A. V. et al. Desempenho de filtros constituídos por fibras de coco no tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Revista Engenharia na Agricultura** v.17, no.6, p, 473-480, 2009.

LO MONACO, P. A. V. et al. Influência da granulometria da serragem de madeira como material filtrante no tratamento de águas residuárias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 8(1): 116-119, 2004.

LO MONACO, P. A. V.; MATOS, A. T.; BRANDÃO, V. S. Influência da granulometria dos sólidos triturados de sabugo de Milho e bagaço de cana-de-açúcar como materiais filtrantes no Tratamento de águas residuárias da suinocultura. **Revista Engenharia Agrícola** 31(5): 974-984, 2011.

MAGALHÃES, M. A. et al. Operação de filtros orgânicos utilizados no tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, vol.10 no.2, p. 472-478, 2006.

MAGALHÃES, M. A.; LO MONACO, P. A. V.; MATOS, A. T. Uso de filtros orgânicos na remoção de óleos e graxas presentes na água residuária de suinocultura. **Revista Engenharia na Agricultura** 21(4): 387-395, 2013.

MATOS, Antônio Teixeira. **Tratamento de resíduos agroindustriais**. Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental / UFV. Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2005.

MONTEIRO, R.A. **Avaliação do potencial de adsorção U, Th, Pb, Zn, e Ni pelas fibras de coco verde**; Dissertação de mestrado. Instituto de Pesquisa Energético e Nucleares (IPEN) Universidade de São Paulo, 2009.

NUNES, Aldo Manoel Branquinho. (Re)pecuarização e família no semiárido nordestino: um estudo sobre diferenciação social entre agricultores familiares no Sertão do Pajeú (PE). **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais RBHCS**, Rio Grande, v.5, p.88-104, 2013.

OLIVEIRA, A. P. S.; PINHEIRO, É. F. M.; ARAÚJO, S. C. Desempenho da palha de feijão como meio filtrante no tratamento da água residuária da suinocultura. **Revista Diversidade e Gestão**, Rio de Janeiro, vol.1 no.2, p. 198-206, 2017.

OZELAME, Lisiane. **Impactos ambientais da bovinocultura leiteira em propriedades rurais de Constantina-RS**. Tese de Conclusão de Curso - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Constantina, 2013.

PALMA-SILVA, G. M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí - SP**. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

PELISSARI, Catiane. **Tratamento de efluente proveniente da bovinocultura de leite empregando wetlands construídos de escoamento subsuperficial**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SILVA, Franciclécia S. B.; GUERRA, Eliana C.; DANTAS, Joseney R. de Q. Desvelando aspectos e lógicas da reprodução capitalista no espaço: um estudo no comércio de rua em Pau dos Ferros/RN. **RDE – Revista de Desenvolvimento Econômico**, Bahia, Salvador, v. 17, n. 32, p. 788 – 814, 2015.

SOUZA, Eduardo. et al. Caracterização socioeconômica da comunidade do perímetro irrigado de pau dos ferros-rn. VI SETEPE - Semana de Estudos, Teorias e Práticas Educativas, In: Editora Realiza V.1, p.2359-2044, 2016. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/setepe/trabalhos/Modalidade_1datahora_24_09_2014_14_25_10_idinscrito_271_7cd71919f1bb7fa57731a14eabfb6890.pdf. Acesso em 30/09/2019.

SOUZA, Guilherme Fernandes de; CARNEIRO, Rosalvo Nobre. A agricultura familiar e a pluriatividade no perímetro irrigado de pau dos ferros-rn. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, v. 3, n. 1, p. 125-136, 2013.

TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.181-186, 2002.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA/UFGM, 1996. v.1, 243p.

Wang L, Zheng Z, Luo X & Zhang J (2011) Performance and mechanisms of a microbial-earthworm ecofilter for removing organic matter and nitrogen from synthetic domestic wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 195:245-253.

ZARED FILHO, K.; GARCIA, L. A. V.; PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Reúso de água. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2003. 19p.

APÊNDICE

TURBIDEZ

AMOSTRA NÃO TRATADA		AMOSTRA TRATADA	
Média	352,4233333	Média	153,0266667
Erro padrão	8,472371438	Erro padrão	8,443159624
Mediana	350,31	Mediana	152,06
Desvio padrão	14,67457779	Desvio padrão	14,62398145
Variância da amostra	215,3432333	Variância da amostra	213,8608333
Intervalo	29,12	Intervalo	29,2
Mínimo	338,92	Mínimo	138,91
Máximo	368,04	Máximo	168,11
Contagem	3	Contagem	3
Nível de confiança (95,0%)	36,45367209	Nível de confiança (95,0%)	36,32798381

TEMPERATURA

AMOSTRA TRATADA		AMOSTRA NÃO TRATADA	
Média	26,82666667	Média	27,73666667
Erro padrão	0,033829639	Erro padrão	0,20019435
Mediana	26,85	Mediana	27,84
Desvio padrão	0,058594653	Desvio padrão	0,346746786
Variância da amostra	0,003433333	Variância da amostra	0,120233333
Intervalo	0,11	Intervalo	0,67
Mínimo	26,76	Mínimo	27,35
Máximo	26,87	Máximo	28,02
Contagem	3	Contagem	3
Nível de confiança (95,0%)	0,145557187	Nível de confiança (95,0%)	0,861366767

pH

AMOSTRA NÃO TRATADA		AMOSTRA TRATADA	
Média	5,783333333	Média	6,063333333
Erro padrão	0,028480012	Erro padrão	0,012018504
Mediana	5,76	Mediana	6,07
Desvio padrão	0,049328829	Desvio padrão	0,02081666
Variância da amostra	0,002433333	Variância da amostra	0,000433333
Intervalo	0,09	Intervalo	0,04
Mínimo	5,75	Mínimo	6,04
Máximo	5,84	Máximo	6,08
Contagem	3	Contagem	3
Nível de confiança (95,0%)	0,122539603	Nível de confiança (95,0%)	0,05171145

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

<i>AMOSTRA TRATADA</i>	
Média	12,91333333
Erro padrão	0,056075346
Mediana	12,89
Desvio padrão	0,097125349
Variância da amostra	0,009433333
Intervalo	0,19
Mínimo	12,83
Máximo	13,02
Contagem	3
Nível de confiança (95,0%)	0,241272741

<i>AMOSTRA NÃO TRATADA</i>	
Média	8,913333333
Erro padrão	0,037564759
Mediana	8,91
Desvio padrão	0,065064071
Variância da amostra	0,004233333
Intervalo	0,13
Mínimo	8,85
Máximo	8,98
Contagem	3
Nível de confiança (95,0%)	0,161628112

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

<i>AMOSTRA NÃO TRATADA</i>	
Média	2,24
Erro padrão	0,017320508
Mediana	2,24
Desvio padrão	0,03
Variância da amostra	0,0009
Intervalo	0,06
Mínimo	2,21
Máximo	2,27
Contagem	3
Nível de confiança (95,0%)	0,074524131

<i>AMOSTRA TRATADA</i>	
Média	5,13
Erro padrão	0,156950098
Mediana	5,2
Desvio padrão	0,271845544
Variância da amostra	0,0739
Intervalo	0,53
Mínimo	4,83
Máximo	5,36
Contagem	3
Nível de confiança (95,0%)	0,675301769

SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

<i>AMOSTRA NÃO TRATADA</i>	
Média	3319,333333
Erro padrão	0,666666667
Mediana	3320
Desvio padrão	1,154700538
Variância da amostra	1,333333333
Intervalo	2
Mínimo	3318
Máximo	3320
Contagem	3
Nível de confiança (95,0%)	2,868435153

<i>AMOSTRA TRATADA</i>	
Média	1599
Erro padrão	235,194246
Mediana	1644
Desvio padrão	407,3683837
Variância da amostra	165949
Intervalo	811
Mínimo	1171
Máximo	1982
Contagem	3
Nível de confiança (95,0%)	1011,959164