

Dados do Projeto de Pesquisa	
Título do Projeto de Pesquisa:	<i>Wetlands</i> construídos como alternativa para fitorremediação de águas cinzas
Grande área/área segundo o CNPq (https://goo.gl/JB3tAs):	Engenharias/Engenharia Sanitária
Grupo de Pesquisa vinculado ao projeto:	Laboratório de Estudos Urbanos, Sustentabilidade e Políticas Públicas (LAURBS)
Linha de pesquisa do grupo de pesquisa vinculado ao projeto:	Saneamento ambiental
Categoria do projeto:	() projeto em andamento, já cadastrado na PRPI () projeto não iniciado, mas aprovado previamente (X) projeto novo, ainda não avaliado
Palavras-chave:	Águas residuárias; Tecnologia social; Espécie fitorremediadora.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Mattei e Andrade (2017), o processo de formação nacional gerou uma zona rural subdesenvolvida, atendida de forma precária, principalmente, na região Nordeste do país. Esse processo, intensificado nos anos 60 e 70, gerou um nicho social dependente de políticas públicas para diversos itens básicos, como aquisição de renda e acesso a água.

Nesse contexto, as famílias dessa região são marcadas pela dependência de políticas públicas para sobrevivência ao longo da história do país, Ferigollo *et al* (2017) apontaram o fator organizativo como essencial para a boa implementação dessas políticas. Assim, ao contrapor com questões básicas mais comuns ao meio urbano, a zona rural é precariamente assistida pelo poder público, com déficit em necessidades básicas, como o acesso à educação, saneamento básico e saúde de qualidade, principalmente em regiões afastadas.

O déficit em saneamento é uma problemática nacional. A falta de tratamento de águas residuárias domésticas afeta todas as cidades do Brasil. A região Nordeste do país é a que apresenta o maior déficit nacional na prestação de serviços de esgotamento sanitário, aproximadamente 30 milhões de pessoas não possuem acesso ao serviço e, apenas essa macrorregião, representa quase 56% dos domicílios do país que não apresentam canalização interna para coleta de esgoto. O cenário se agrava ao analisar a área rural da região Nordeste que contém 980 mil dos mais de 1,5 milhões de domicílios sem acesso mínimo a condições de saneamento, não possuindo sequer banheiros ou sanitários (IBGE, 2011).

Com os dados apresentados anteriormente, é possível observar que é grande a parcela da população brasileira não atendida com infraestrutura básica, o que reforça o crescente estudo e aplicação de sistemas de tratamentos descentralizados ou unifamiliares, capazes de atender lugares distantes, sendo muitas vezes a única solução viável.

A dificuldade em garantir o abastecimento de água e o tratamento de esgoto para o meio rural gerou a elaboração de políticas públicas específicas, a partir da utilização de tecnologias sociais, para garantir o desenvolvimento de comunidades, como exposto por Kahlau, Schneider e Souza-Lima (2019). As tecnologias utilizadas são particularizadas e específicas para cada região, com o intuito de atender as necessidades de cada localidade.

As tecnologias sociais, através de experimentação prática, podem ser úteis para a garantia de avanço na solução de problemas ambientais e sociais no meio rural, como, por exemplo, a promoção de saúde. Um problema comum, em comunidades rurais, diz respeito às condições de saneamento básico, incluindo tratamento de água, efluentes e gestão de resíduos sólidos adequados, uma condição que ainda é carente de políticas públicas que consiga atender, de modo satisfatório, as comunidades. Dessa forma, notamos que as tecnologias sociais, com baixos custos de implantação e flexibilidade operacional, podem se tornar uma forte ferramenta para auxiliar na solução dessa questão, com a utilização, por exemplo, dos *wetlands* construídos (WC).

Os WC são apontados por várias pesquisas como uma excelente alternativa para tratamento de águas residuárias cinzas, negras e até industriais, por possuir flexibilidade de configuração e operação, menores custos de implantação, instalação e operação, simplicidade operacional, baixa demanda energética, estabilidade no processo, baixa ou nenhuma produção de lodo e de maus odores (SOUSA et al., 2000; KORKUSUZ E BEKLIOGU, 2004; BECCATO, 2004; SEZERINO, 2006; ZANELLA, 2008; BEGOSSO, 2009; LOHMANN, 2011; PELISSARI, 2013).

O tratamento de águas residuárias em WC está baseado em processos de filtração, degradação microbiana da matéria orgânica, absorção de nutrientes e adsorção no solo, dentre outros (EUSTÁQUIO JÚNIOR et al., 2010).

Os WC são equipamentos destinados a filtragem/tratamento de águas residuárias para a deposição no ambiente ou reuso em outras atividades. Através da simulação de ambientes alagados, como “pântanos”. A tecnologia coleta a água residuária, em um fluxo ascendente, transpassando uma camada de material filtrante, normalmente constituída por brita e areia, facilitando a remoção de sólidos suspensos e outros elementos não desejáveis para reuso. Agregado ao meio filtrante ocorre a proliferação de biofilmes que agregam os microrganismos e por meio de processos conhecidos como biogeoquímicos, tratam as águas residuárias em condições ambientais adequadas. Assim, o material filtrante serve de filtro na depuração dos poluentes, além de auxiliar na fixação das plantas. Após passar pelo material filtrante, a água residuária passa pela zona de raízes das plantas instaladas. Nos WC são utilizadas espécies de plantas associadas à microbiota que melhoram a qualidade das águas residuárias e auxiliam no tratamento. Bactérias aeróbias, presentes nas raízes, recebem oxigênio conduzido pelas plantas, e em troca, decompõem a matéria orgânica presente na água residuária, transformando-a em nutrientes necessários para as plantas (KADLEC e KNIGHT, 1996).

Os WC podem ser montados com diferentes associações de espécies de plantas e macrófitas, cada espécie possui um potencial fitorremediador, que se refere a capacidade das espécies vegetais em absorver e degradar elementos químicos específicos como nitrogênio, fosforo ou cloro (MELLO, 2016). Diversas espécies tem sido utilizadas para fitorremediação de águas residuárias em *Wetlands* construídos como a *Eichhornia crassipes*, *Juncus sp.* (SOUSA et al., 2000), *Eichhornia crassipes* (ZACARKIM et al., 2014), combinações de duas espécies *Typha orientalis* e *Arundo donax var. versicolor*; *Canna indica* e *Pontederia cordata* (CHANG et al., 2012), *Typha*

domingensis (PELISSARI, 2013); *Typha latifolia* e *Chrysopogon zizanioides* (BORGES et al., 2015); e policultura de flores ornamentais (*Canna flaccida*, *Zantedeschia aethiopica*, *Canna indica*, *Agapanthus africanus* e *Watsonia borbonica*) (CALHEIROS et al., 2015).

A escolha da espécie vegetal é fator relevante na implantação destes sistemas e deve-se optar por macrófitas nativas da região e não exóticas para que não ocorra a proliferação descontrolada da espécie. Plantas exóticas com potencial de invasoras não encontram competidores, predadores ou parasitas, por isso se desenvolvem de forma rápida e descontrolada, o que afeta o funcionamento natural do ecossistema e tira o espaço das plantas nativas (INSTITUTO HÓRUS, 2001).

A granulometria dos materiais filtrantes também é critério de influência, pois a utilização de um material com granulometria não recomendada pela literatura, acelera o processo de colmatção e reduz a capacidade de infiltração do efluente (PELISSARI, 2013).

Além dos fatores citados anteriormente, a quantidade de água residuária que será tratada, que depende da quantidade de pessoas na residência, também implica diretamente sobre a configuração que será adotada para o WC, visto que os compartimentos serão construídos de acordo com a demanda. Ressaltando que, para se caracterizar como tecnologia social, os materiais utilizados precisam ser de fácil acesso na região em que será implantado, facilitando sua replicação.

De acordo com o levantamento de Mello (2016) e nas aplicações do programa de extensão Enactus da Universidade Federal do Cariri (UFCA), as espécies comumente citadas na literatura, para fitorremediação de águas residuárias em WC, não são facilmente encontradas na região do Cariri, o que dificulta sua replicação e sua utilização como tecnologia social. Não obstante, existem espécies vegetais de conhecimento popular e comuns na região, que podem apresentar potencial fitorremediador.

Diante disto, é importante avaliar diferentes arranjos tecnológicos de sistemas de *wetlands* construídos, contemplando diferentes espécies vegetais, sentido do escoamento e granulometria do material filtrante, para otimizar os processos, minimizar o requerimento por área e estabelecer critérios de dimensionamento para que estes sistemas possam atender comunidades que não tem acesso à coleta e tratamento de efluentes domésticos (águas residuárias cinzas e negras). Ressaltando que, para o estudo em questão, serão consideradas apenas as águas cinzas, provenientes de equipamentos hidrossanitários, exceto o de descarga sanitária, caracterizado pelo seu regime regular de fornecimento, possibilitando o reuso de águas em atividades agrícolas, como irrigação. Dessa forma, o presente estudo pretende responder a seguinte questão: **Quais espécies nativas da região do Cariri cearense possuem potencial fitorremediador relevantes para o tratamento de águas cinzas em *wetlands* construídos?**

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência de diferentes configurações de *wetlands* construídos, identificando as espécies vegetais nativas com importante potencial fitorremediador para tratamento de águas cinzas na região do Cariri cearense.

2.2 Objetivos específicos

- Reforçar o potencial inovador do *wetland* construído e sua utilização em políticas públicas e/ou projetos sociais;
- Caracterizar os materiais filtrantes utilizados nos sistemas de *wetlands* construídos, por meio de ensaios granulométricos;
- Analisar o potencial fitorremediador de espécies vegetais nativas, aproveitando os conhecimentos populares e científicos para seleção das espécies;
- Verificar a influência da variação do tempo de detenção hidráulico (TDH) no comportamento e eficiência de tratamento dos *wetlands* construídos;
- Desenvolver um método para dimensionar o *wetland* construído, de acordo com a residência a ser atendida;
- Implantar *wetlands* construídos em comunidades locais, proporcionando a experimentação prática;
- Contribuir para disseminação de informações na comunidade científica, com a publicação dos resultados em pelo menos um periódico com renome nacional.

3. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos adotados neste estudo foram organizados em 10 etapas principais, agrupadas em duas fases de trabalho. A primeira fase compreendeu as etapas de um a sete e a segunda fase, as etapas de oito a 10, conforme apresentado na Figura 1.

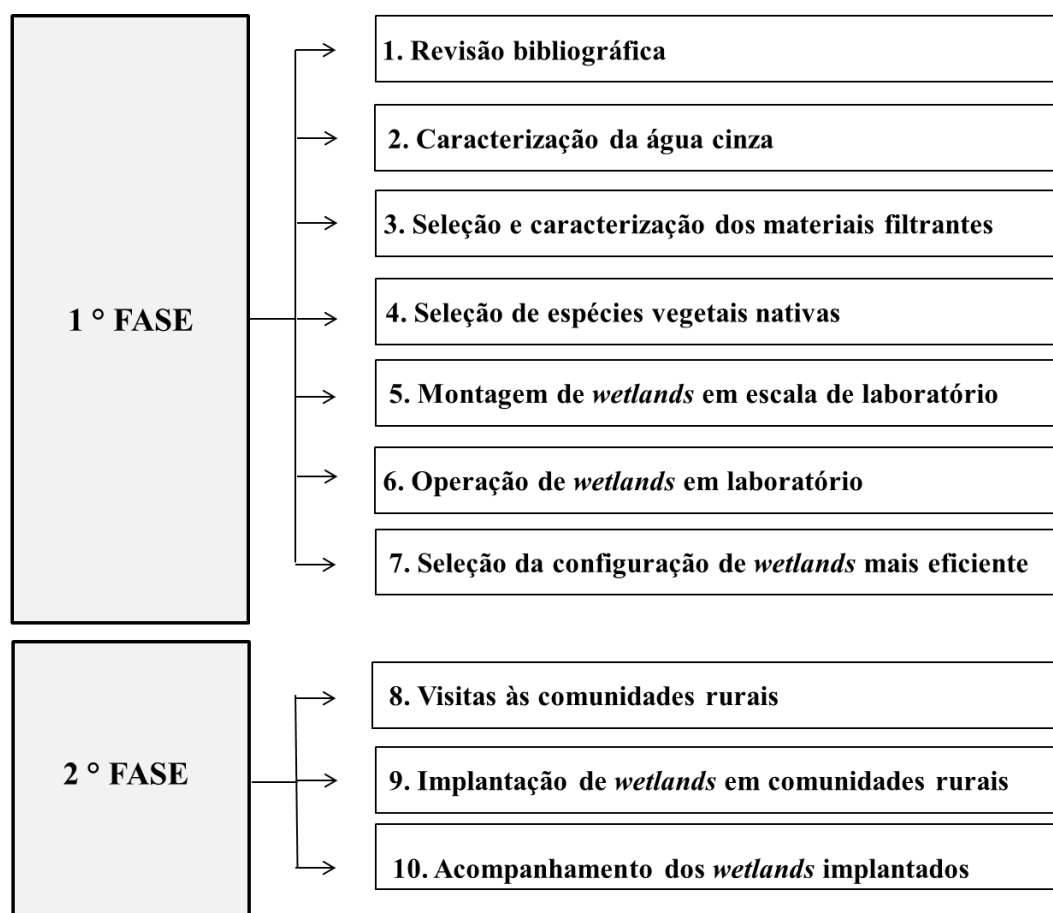


Figura 1 – Fluxogramas das fases e etapas de trabalho.

Na primeira etapa será realizado um levantamento bibliográfico em torno do tema, imprescindível para adequação do estudo as novas questões presentes na literatura. Essa etapa acontece durante todo o cronograma e pode alterá-lo, de acordo com novas informações. Além disso, no levantamento serão identificadas as principais configuração dos WC, as espécies mais comuns citadas na literatura para fitorremediação de águas cinzas e quais parâmetros físicos, químicos e biológicos de qualidade da água devem ser observados para garantir o reuso das águas cinzas.

Na segunda etapa, serão realizadas análises físicas, químicas e microbiológicas para a caracterização da água cinza que será submetida ao tratamento nos WC's, as principais análises a serem realizadas estão apresentadas na Tabela 1, e serão realizadas no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Cariri – UFCA. Será ainda avaliada a necessidade de realização de análises de outros parâmetros propostos pela literatura técnica e científica, além das citadas na legislação pertinente.

Tabela 1 – Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos avaliados e os métodos a serem utilizados.

Parâmetro avaliado	Método utilizado
Nitrogênio total	Método de Kjeldahl
Fósforo dissolvido	Strickland & Parsons (1960)
Fósforo total	Valderrama (1981)
pH	Potenciometria
Condutividade	Condutimetria
Turbidez	Turbidimetria
Sólidos totais	SABESP
DBO	Método sem semente- SABESP
DQO	SABESP
Coliformes totais e termotolerantes	Método da membrana filtrante
Razão de adsorção atômica (RAS)	Espectrometria de absorção atômica

Na terceira etapa será realizada a caracterização dos materiais filtrantes, por meio da determinação da massa específica aparente, densidade relativa (massa unitária), teor de umidade e distribuição granulométrica, visto que a permeabilidade desses materiais deve ser levada em consideração para que possa permitir o escoamento da massa líquida, a maior capacidade de troca catiônica e a atividade microbiológica (LOHMANN, 2011). A partir dessa caracterização, busca-se conhecer suas propriedades e estimar a capacidade de retenção do material filtrante, pois diferentes materiais apresentam diferentes condições para o tratamento de águas cinzas, por exemplo a areia possui ótimo potencial de filtração, mas pouca capacidade adsorativa, enquanto que argila possui alto potencial de adsorção, mas menor permeabilidade.

Na quarta etapa, as espécies vegetais nativas serão selecionadas e avaliadas quanto ao seu potencial de fitorremediação de compostos encontrados na etapa dois de caracterização da água cinza. Com a identificação das espécies, a próxima etapa corresponde a montagem das diferentes configurações de WC em pequena escala no Laboratório de Saneamento da UFCA. Cada configuração adotada apresentará diferentes materiais filtrantes, diferentes espessuras de leitos filtrantes e variações dos Tempos de detenção Hidráulicos (TDH), além de diferentes associações de espécies vegetais.

Os WC serão colocadas em recipientes individualizados com a inoculação de efluente previamente caracterizado, serão realizadas análises da entrada e saída da água cinza, em triplicata, correspondendo a etapa seis, de operação dos WC's em laboratório.

Os resultados obtidos com as análises em laboratório serão comparados, na etapa sete, e a configuração de WC com os melhores resultados no tratamento de água cinza será selecionada. A avaliação do tratamento de água cinza se dará através da análise da capacidade de remoção de compostos presentes nas águas cinzas, em termos percentuais. Desta forma, os WC deverão tratar a água cinza de forma que a sua utilização seja viável para o reuso agrícola, utilizando como parâmetros de referência os valores constantes nas normas e resoluções vigentes a nível federal e estadual.

Na segunda fase da pesquisa, ocorrerão as etapas oito, nove e 10, com a seleção e escolha de potenciais comunidades para que, com o contato prévio e o consentimento dos proprietários, possa ser realizada a caracterização das águas cinzas geradas, estabelecendo os teores iniciais de cada parâmetro a ser tratado, com a posterior implantação do WC, selecionado na fase de laboratório. A última etapa desta pesquisa, será o acompanhamento do funcionamento do WC, na comunidade implantada, visando garantir a eficiência de tratamento e promover os conhecimentos necessários aos proprietários, para que os mesmos possam operar o WC sem a presença da equipe de pesquisadores, realizando manutenções e o monitoramento.

Por fim, os resultados deverão ser compilados e publicados em periódicos ou outros meios que venham a ser julgados necessários e/ou relevantes com a realização do estudo.

4. PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS OU DE INOVAÇÃO DO PROJETO

O primeiro fato é ressaltar o potencial inovador da pesquisa, uma vez que busca unir tecnologia distinta para reuso de águas cinzas com uma replicação particularizada à realidade da comunidade rural. Não é errôneo afirmar que essa tecnologia social tem um potencial visível de utilização enquanto política pública, destinada ao saneamento rural, solucionando as questões de distância dos centros urbanos e das residências no próprio meio rural se tratando de um sistema de tratamento particularizado para cada residência.

Além disso, com a experimentação em laboratório e aplicação em escala real é possível adequar tanto a pesquisa quanto a replicação, ao se registrar e divulgar os pontos positivos e negativos da experiência com o estudo em questão.

A ausência de informações sobre espécies nativas, principalmente em relação ao seu potencial fitorremediador, é outro fator que embasa e, atribui a presente pesquisa, a possibilidade de contribuir não só em viés tecnológico, mas também científico, uma vez que serão produzidos dados e informações relevantes e inéditos sobre as espécies vegetais na literatura científica, contribuindo para o avanço científico na área e possibilitando outros estudos.

Por fim, a tecnologia social adotada e as diferentes configurações de WC desenvolvidos na presente pesquisa podem vir a serem patenteadas, por se tratar de complementações ou até mesmo de um novo modelo de WC. Esse fato reforça as contribuições da pesquisa para a universidade e região.

5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

Descrição da atividade	2019						2020								
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Levantamento de Bibliográfico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Caracterização da água cinza		X	X												
Seleção e caracterização dos materiais filtrantes			X	X											
Escolha de espécies nativas com potencial fitorremediador				X	X										
Montagem e operação de modelos distintos de wetlands construídos em laboratório					X	X	X								

Seleção da configuração de WC com maior eficiência de tratamento								X							
Escolha de uma comunidade para experimentação prática									X	X					
Caracterização de água cinza para tratamento										X					
Implantação e acompanhamento do WC em comunidade local											X	X	X	X	
Publicação de resultados													X	X	X

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional das águas. Ministério do Meio Ambiente (Org.). **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de água**. 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. . **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. 2011. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2011/default.shtm>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

BECCATO, Maria. A. B. **Elaboração Participativa de uma Proposta de Reestruturação do Sistema de Tratamento de Esgoto da Comunidade do Maruja – Parque Estadual da Ilha do Cardoso/SP**. 2004. 292 f. Tese (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004

BEGOSSO, Larissa. **Determinação de parâmetros de projeto e critérios para dimensionamento e configuração de wetlands construídas para tratamento de água cinza**. 2009. 43f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

BORGES, Alisson C.; ZAPAROLI, Benatti R.; MATOS, Antonio T. de.; MIRANDA, Suymara T.; MOREIRA, Amanda R.; RANIERI, Ezio. **Potential for denitrification in sequencing batch constructed wetlands cultivated with *T. latifolia* and *C. zizanioides***. Desalination and Water Treatment, p.1-9, 2015.

CALHEIROS, Cristina S. C.; BESSA, Vânia S.; MESQUITA, Raquel B. R.; BRIX, Han.; RANGEL, Antônio O. S. S.; CASTRO, Paula M. L. **Constructed wetland with a polyculture of ornamental plants for wastewater treatment at a rural tourism facility**. Ecological Engineering, v. 79, p. 1-7, 2015.

DA SILVA, Alessandro Costa. ALENCAR, Marcelo Henrique Bandeira Costa. Tecnologia social visando à promoção de saúde em uma comunidade rural de São Luís, Ma. **Saúde Transform. Soc.** vol.5 n.1 2014. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2178-70852014000100011> Acesso em 10 Jan 2019

EUSTÁQUIO JÚNIOR, Valdeir; MATOS, Antonio T. de; CAMPOS, Lidiane C.; BORGES, Alisson C. **Desempenho agrônômico da aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), cultivada em sistemas alagados construídos**. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 5, n. 1, p. 68-78, 2010.

FERIGOLLO, D. et al. Aquisição de produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar em municípios do Rio Grande do Sul. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, n. 6, 2017.

INSTITUTO HÓRUS - CDB (Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica): 2001. Disponível em:
<<http://www.institutohorus.org.br/download/artigos/cienhojede2001.pdf>>
Acesso em 25 de maio de 2019.

KAHLAU, Camila; SCHNEIDER, Alessandra Helena; SOUZA-LIMA, José Edmilson de. A tecnologia social como alternativa ao desenvolvimento: indagações sobre ciência, tecnologia e sociedade. **Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 15, n. 36, p.190-214, jun. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/8128>>. Acesso em: 20 maio 2019.

LOHMANN, Gabriele. **Caracterização de uma estação de tratamento de esgoto por zona de raízes utilizando variáveis abióticas e microbiológicas**. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

MATTEI, Lauro Francisco; ANDRADE, Daniel Cardoso de. Agroindústrias e projetos de assentamentos de reforma agrária: considerações acerca da trajetória recente. **Estudos: Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p.83-107, maio 2017. Disponível em: <<https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/854>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

MELLO, Débora de. **AValiação do uso de sistemas de wetlands construídas no tratamento de esgotos sanitários**. 2016. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

PELISSARI, Catiane. **Tratamento de efluente proveniente da bovinocultura de leite empregando wetlands construídos de escoamento superficial**. 2013. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SEZERINO, Pablo. H. **Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas (Constructed Wetlands) no pós-tratamento de lagoas de estabilização sob condições de clima subtropical**. 2006. 171f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SILVA, Wilson Tadeu Lopes da. ABC da agricultura familiar: Saneamento Básico Rural. Brasília: Embrapa, 2014. 68 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 28 maio 2019.

SOUZA, José. T.; HAANDEL, Adrianus. V. C.; COSENTINO, Paulo. R. S.; GUIMARÃES, Adriana. V. A. Pós-tratamento de efluente de reator UASB utilizando sistemas “WETLAQNDs” construídos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.4, n.1, p. 87-91. 2000.

NORMA TÉCNICA SABESP. NTS 004: Demanda Química de Oxigênio. São Paulo. 1997.

NORMA TÉCNICA SABESP. NTS 014: Coliformes Totais e Termotolerantes - Método de membrana filtrante. São Paulo. 2005.

NORMA TÉCNICA SABESP. NTS 008: Turbidez. São Paulo. 1999.

NORMA TÉCNICA SABESP. NTS 003: Demanda Bioquímica de Oxigênio. São Paulo. 1997.

NORMA TÉCNICA SABESP. NTS 013: Sólidos. São Paulo. 1999.

NORMA TÉCNICA SABESP. NTS 221: Nitrogênio Amoniacal, Orgânico e Total Kjeldahl– Método titulométrico. São Paulo. 2004.

SANTOS, Claudia Viana. **Monitoramento das concentrações de p em água e sedimento: subsídios para a educação ambiental nos setores alto e médio do rio Gurguéia**. Bom Jesus. Piauí. 2013. P. 39-40.

TEIXEIRA, Paulo César. DONAGEMMA, Guilherme Kangussu. FONTANA, Ademir. TEIXEIRA, Wenceslau Geraldes. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Brasília. P. 305-308.

ZACARKIM, Carlos E., OLIVEIRA, Luciano. C., WELTER, Rosilene. A., SZYMANKI, Nayara., QUIÑONES, Fernando. R., PALÁCIO, Soraya. M., DAMASCENO, Simone. Analysis of a Wetland System In The Post-Treatment of Wastewater. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, n. 1, 2014

ZANELLA, Luciano. **Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands-construídos utilizando brita e bambu como suporte**. 2008. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, São Paulo, 2008.