

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente



Dissertação

Pós-tratamento de efluentes por meio da fitorremediação: utilização da braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*) e a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) no tratamento de rejeitos da suinocultura

Alaine Santana Barreto

Araquari, 2022

Alaine Santana Barreto

Pós-tratamento de efluentes por meio da fitorremediação: utilização da braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*) e a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) no tratamento de rejeitos da suinocultura

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Tecnologias Ambientais).

Orientador: Sandro Augusto Rhoden
Coorientador: Cleder Alexandre Somensi

Araquari, 2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

S273p Santana Barreto, Alaine
Pós-tratamento de efluentes por meio da
fitorremediação: utilização da Braquiária do brejo
(Brachiaria arrecta) e a Trapoeraba (Commelina
benghalensis) no tratamento de rejeitos da
suinocultura. / Alaine Santana Barreto; orientador
Sandro Augusto Rhoden ; coorientador Cleder
Alexandre Somensi. -- Campus Araquari, 2022.
108 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, , Campus Araquari, 2022.

Inclui referências.

1. Suinocultura. 2. Fitorremediação. 3. Wetland. 4.
Efluente de Suinocultura. 5. Controle de Poluição. I.
Augusto Rhoden , Sandro , II. Alexandre Somensi,
Cleder. III. Instituto Federal Catarinense. . IV.
Título.

Alaine Santana Barreto

Pós-tratamento de efluentes por meio da fitorremediação: utilização da braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*) e a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) no tratamento de rejeitos da suinocultura

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 30/08/2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Sandro Augusto Rhoden

Doutor em Biologia Comparada pela Universidade Estadual de Maringá

Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense – *Campus* São Francisco do Sul-SC

Prof. Dr. Fabrício Moreira Sobreira

Doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa-UFV

Instituição de vínculo: Instituto Federal Catarinense – *Campus* Araquari-SC

Prof. Dr. Júlio Cesar Polônio

Doutor em Biotecnologia Ambiental pela Universidade Estadual de Maringá

Instituição de vínculo: Universidade Estadual de Maringá



Emitido em 30/08/2022

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 16/2022 - CCPGTA (11.01.02.31)
(Nº do Documento: 14)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 10/10/2022 19:44)

SANDRO AUGUSTO RHODEN

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

CEXESE/SFS (11.01.08.01.03.03)

Matrícula: ###902#5

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **14**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **28/09/2022** e o código de verificação: **5a75517cb3**

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por ter me dado força para não desistir de todos os desafios e dificuldades encontradas durante o percurso.

Ao orientador deste estudo, Prof. Dr. Sandro Augusto Rhoden e Coorientador Prof. Dr. Cleder Alexandre Somensi que me deram a oportunidade, confiança e viabilizaram toda a área da suinocultura do Instituto Federal Catarinense *Campus Araquari*, disponibilizando meios para implantação do experimento.

Ao Prof. Dr. Claudemir Marcos Radetski que me auxiliou em alguns momentos com apoio e complemento durante a realização deste estudo.

Aos professores de estatísticas Dr.^a Vanessa Peripolli e Dr. Carlos Eduardo Nogueira que deram uma grande contribuição na montagem e direcionamento dos dados.

Aos técnicos agrícolas do setor de suinocultura, o Eng. Agrônomo Daniel Kramer e o aluno do curso de Ciências Agrícolas Sr. Odair Nunes de Souza do IFC *Campus Araquari-SC*, que me auxiliaram em toda a montagem do experimento e preparo das espécies para realização desta pesquisa.

Aos meus pais e namorado que me apoiaram e incentivaram para realização e conclusão desta pesquisa.

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

Charles Chaplin.

Resumo

BARRETO, Alaine Santana. **Pós-tratamento de efluentes por meio da fitorremediação: utilização da braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*) e a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) no tratamento de rejeitos da suinocultura.** 2022. 104" f". Dissertação (Mestrado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

A escassez dos recursos hídricos vem se tornando, cada vez mais, frequente, como uma problemática ambiental, tanto no meio rural quanto no urbano. A atividade de suinocultura, no Brasil, vem aumentando de acordo com a necessidade do mercado interno e internacional. Diante desse cenário, a alta concentração de animais em uma área limitada e com o manejo inadequado dos dejetos (que, por sua vez, possuem alta concentração de carga orgânica e outros compostos), acabam sendo lançados nos rios e no solo, comprometendo a capacidade de absorção, poluindo e gerando impactos ambientais. No intuito de otimizar o gerenciamento dos resíduos, despertou-se o interesse em diagnosticar os impactos ambientais ainda gerados, com o objetivo de buscar alternativas tecnológicas no controle da poluição, decorrente da atividade de suinocultura. Dessa forma, foram projetadas unidades experimentais de pós-tratamento, utilizando a fitorremediação em sistemas Wetland, que foram instaladas no setor de suinocultura do Instituto Federal Catarinense, *Campus* Araquari-SC. Foram avaliados parâmetros físico-químicos como: DBO/DQO; Nitrogênio; Fósforo; pH; e análise de FDA (atividade enzimática), no efluente e nas raízes, em que foram utilizadas as espécies braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*). Os resultados das análises foram avaliados por meio da eficiência de remoção das médias de cada Sistema de Leitões Cultivados (SACs), (Controle, trapoeraba e braquiária), em relação às médias de entrada ao longo do experimento, na proporção de 55,4%, 60,6% e 67,49% para DBO; 35,96%, 37,81%, 48,92% para DQO; 55,26%, 57,24% e 61,08% para N; e 42,1%, 43,26 e 48,67% para P, respectivamente. Os menores valores foram observados no SAC controle e os maiores no SAC braquiária do brejo. Referente aos valores de FDA (atividades enzimáticas), foram observados que os de DBO eram maiores, indicando que existia mais matéria orgânica, o que não garantiu sua biodegradabilidade. Porém, de acordo com as análises, o SACs braquiária apresentou um melhor resultado do que os demais, o que também pode ter influenciado, sendo um dos fatores, o formato de suas raízes. De maneira geral, alguns parâmetros não atenderam a legislação ambiental para serem lançados direto no corpo receptor, mas podem ser utilizados na fertirrigação. Os resultados levaram a conclusão de que, apesar de não atender alguns parâmetros de legislação, é viável a implantação de SACs como pós-tratamento, já que os mesmos auxiliam na redução dos parâmetros que controlam a poluição do meio ambiente e que outros estudos devem ser realizados com novas espécies, buscando agregação ambiental e avaliando também os tipos de raízes.

Palavras-chave: águas residuárias, braquiária, fitorremediação, trapoeraba e wetland.

Abstract

BARRETO, Alaine Santana. **Post-treatment of effluents through phytoremediation: use of *Brachiaria do brejo* (*Brachiaria arrecta*) and *Trapoeraba* (*Commelina benghalensis*) in the treatment of pig tailings.** 2022. 2022. 104" f". Dissertação (Mestrado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

The scarcity of water resources is becoming increasingly frequent, as an environmental problem, both in rural and urban areas. The swine farming activity in Brazil has been increasing according to the needs of the domestic and international market. Given this scenario, the high concentration of animals in a limited area and the inadequate management of waste (which, in turn, have a high concentration of organic load and other compounds), end up being released into rivers and the soil, compromising the absorption, polluting and generating environmental impacts. In order to optimize waste management, an interest was aroused in diagnosing the environmental impacts still generated, with the objective of seeking technological alternatives to control pollution, resulting from the swine farming activity. Thus, experimental post-treatment units were designed, using phytoremediation in Wetland systems, which were installed in the swine sector of Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari-SC. Physicochemical parameters such as: BOD/COD; Nitrogen; Phosphor; pH; and analysis of ADF (enzymatic activity), in the effluent and in the roots, in which the species *brachiaria do swamp* (*Brachiaria arrecta*) and *trapoeraba* (*Commelina benghalensis*) were used. The results of the analyzes were evaluated by means of the removal efficiency of the means of each Cultivated Bed Systems (SACs), (Control, Traoeraba and *Brachiaria*), in relation to the means of entry throughout the experiment, in the proportion of 55.4% , 60.6% and 67.49% for BOD; 35.96%, 37.81%, 48.92% for COD; 55.26%, 57.24% and 61.08% for N; and 42.1%, 43.26 and 48.67% for P, respectively. The lowest values were observed in the control SAC and the highest in the braquiária do swamp SAC. Regarding the ADF values (enzymatic activities), it was observed that the BOD values were higher, indicating that there was more organic matter, which did not guarantee its biodegradability. However, according to the analyses, SACs *brachiaria* showed a better result than the others, which may also have influenced, one of the factors, the shape of its roots. In general, some parameters did not meet the environmental legislation to be released directly into the receiving body, but they can be used in fertigation. The results led to the conclusion that, despite not meeting some parameters of legislation, it is feasible to implement SACs as post-treatment, since they help to reduce the parameters that control the pollution of the environment and that other studies must be carried out. carried out with new species, seeking environmental aggregation and also evaluating the types of roots.

Keywords: residual Waters, *brachiaria*; phytoremediation; ragweed; wetland.

Lista de Figuras

Figura 1	Trapoeiraba – (<i>Commelina benghalensis</i>)	36
Figura 2	Braquiária do brejo – (<i>Brachiaria arrecta</i>)	38
Figura 3	Wetland de fluxo subsuperficial (Perfil hidráulico)	47
Figura 4	Estanqueidade dos SACs	48
Figura 5	Meio suporte dos SACs	48
Figura 6	Implantação das mudas nos SACs	49
Figura 7	Amostradas coletadas para análise	50
Figura 8	Análise de FDA efluentes	51
Figura 9	Análise de FDA raiz (Trapoeiraba)	51
Figura10	Análise de FDA raiz (Braquiária do brejo)	51
Figura11	Desenvolvimento de raízes	53
Figura12	Plantio de mudas (<i>brachiaria arrecta</i>)	54
Figura13	Adaptação inicial das mudas	54
Figura14	Adaptação e crescimento das mudas	54
Figura15	Gráfico de precipitação total (maio/2022)	55
Figura16	Gráfico de precipitação total (junho/2022)	56
Figura17	Gráfico de variação da DBO	59
Figura18	Gráfico de variação da DQO	61
Figura19	Gráfico de variação de N	64
Figura20	Gráfico de variação de P	67
Figura21	Gráfico de variação de FDA efluente	70
Figura22	Gráfico de variação do Ph	71
Figura23	Raízes da braquiária do brejo (<i>brachiaria arrecta</i>)	73
Figura24	Raízes da trapoeiraba (<i>Commelina benghalensis</i>)	74

Lista de Tabelas

Tabela 1	Efeito da interação entre tratamento e coleta para as variáveis DBO, DQO, N, P, pH e FDA _(efluente)	56
Tabela 2	Efeito do tratamento e da coleta para as variáveis FDA _(raiz)	72

Lista de Abreviaturas e Siglas

Al	Alumínio
ARS	Águas Residuárias de Suinocultura
Cu	Cobre
Ca	Cálcio
Cd	Cádmio
CE	Condutividade Elétrica
CT	Coliformes Totais
Cr	Cromo
Ce	Concentração efluente do poluente (mg/L)
Co	Concentração afluente do poluente (mg/L)
COD	Carbono Orgânico Dissolvido
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DOM	Matéria Orgânica Dissolvida
DQO	Demanda Química de Oxigênio
E	Eficiência de remoção (%)
Fe	Ferro
FDA	Hidrólise de diacetato de fluoresceína
HSSSF – CW	Área úmida construída de fluxo subsuperficial horizontal
IVCW ₅	Pântanos Construídos de Fluxo Vertical
K	Potássio
Mg	Magnésio
Na	Sódio
NT	Nitrogênio Total
N ₂	Gás Nitrogênio
NH ₄	Amônia
NH ₄₊	Nitrogênio Amoniacal
NO ₃	Nitrato

NO ₂	Nitrito
NO	Óxido Nítrico
N ₂ O	Óxido Nitroso
OD	Oxigênio Dissolvido
P	Fósforo
SACs	Sistemas Alagados Construídos
ST	Sólidos Totais
SV	Sólidos Voláteis
SS	Sólidos Suspensos
SST	Sólidos Suspensos Totais
SW	Águas residuais de suínos
TC	Tempo de Contato
TDS	Sólidos Totais Dissolvidos
ThC	Coliformes Termotolerantes
TD	Tempo de detenção hidráulica
WFV	Wetland de fluxo Vertical
Zn	Zinco

Lista de Símbolos

<	Menor
>	Maior
©	Copyright
Σ	Somatório
°C	Grau Celsius
%	Porcentagem
=	Igual

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	GERAL	3
2.2	ESPECÍFICOS	3
3	CAPÍTULO I – ARTIGO DE REVISÃO SUBMETIDO À REVISTA ESA – REVISTA ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL	4
3.1	INTRODUÇÃO	6
3.2	METODOLOGIA	10
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
3.4	CONCLUSÃO	21
3.5	REFERÊNCIAS	22
4	CAPÍTULO II – PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES POR MEIO DA FITORREMEDIAÇÃO: UTILIZAÇÃO DA BRAQUIÁRIA DO BREJO (<i>BRACHIARIA ARRECTA</i>) E A TRAPOERABA (<i>COMMELINA BENGHALENSIS</i>) NO TRATAMENTO DE REJEITOS DE SUINOCULTURA	26
4.1	INTRODUÇÃO	26
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS	46
4.3	RESULTADO E DISCUSSÃO	52
5	CONCLUSÃO	75
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
7	REFERÊNCIAS	78
8	ANEXOS	85

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

A suinocultura encontra-se em pleno crescimento no Brasil, e conforme dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2018), foram produzidas 3.974 mil toneladas de carne suína, com 84% para o mercado interno e 16% foram exportados. Com o atual crescimento da suinocultura, tem-se como consequência, uma grande quantidade de dejetos, que descartados de maneira incorreta, podem acarretar sérios problemas ambientais (SOUSA *et al.*, 2021).

Dessa maneira, além de causar prejuízos para o meio ambiente, causam prejuízos para a sociedade, que depende do meio para sobrevivência. A falta de gerenciamento e aplicações de tecnologias adequadas faz com que ocorra a proliferação de insetos, mosquitos, baratas e roedores, podendo transmitir doenças (OLIVEIRA, 1993).

Os principais constituintes dos dejetos de suínos que afetam o ambiente são: matéria orgânica (como restos de alimentos não digeridos); nutrientes; metais pesados; sólidos antimicrobianos e micro-organismos patogênicos, principalmente, enterobactérias. Os metais pesados presentes nos dejetos são, geralmente, provenientes da alimentação animal, devido à adição de sais inorgânicos à dieta. Além de serem utilizados como nutrientes essenciais, são também utilizados como suplementos para a melhora da conversão dos alimentos (DIAS, 2018).

A suinocultura também é reconhecida como atividade de grande potencial poluidor, em razão de gerar efluentes, geralmente, na forma líquida, com elevada carga de matéria orgânica, nutrientes e metais pesados (exemplo: Cu e Zn) (VILAR *et al.*, 2019).

Li *et al.* (2021) afirmam que a água residual digerida de suíno, se for despejada diretamente em cursos de água, causará eutrofização, ocorrendo a proliferação de plâncton, algas que consumirão o oxigênio da água, conseqüentemente, o oxigênio dissolvido (OD) na água diminuirá e os peixes e outros organismos aquáticos ficarão sob

estresse, causando um desequilíbrio ecológico e a deterioração das águas.

A eutrofização é, principalmente, o resultado de atividades humanas que liberam grandes quantidades de N e P em corpos d'água, poluentes que entram nos corpos d'água por meio das superfícies, bem como das chuvas em que ocorre a lixiviação, chegando também às águas subterrâneas. São exemplos dessas atividades, a produção animal, práticas agrícolas que podem resultar em uma liberação intensa de N e P, influenciando, consideravelmente, o ambiente aquático (SU *et al.*, 2019).

Espalhar o excesso de dejetos sobre as áreas de cultivo pode resultar em poluição, principalmente por nitratos, de águas subterrâneas e eutrofização das águas superficiais, também devido à presença de fósforo. Em muitos casos, os efeitos ambientais prejudiciais da suinocultura são causados pelo manejo incorreto dos dejetos produzidos (TORRENS *et al.*, 2021).

No intuito de otimizar o gerenciamento desses resíduos, despertou-se o interesse em diagnosticar os impactos ambientais ainda gerados, com o objetivo de buscar alternativas tecnológicas no controle da poluição, de modo a minimizar ou reduzir esses impactos recorrentes na atividade da suinocultura, bem como avaliar a remoção ou redução de alguns parâmetros físico-químicos como: matéria orgânica; nitrogênio; fósforo; pH; e análise da atividade enzimática microbiana no efluente e na raiz da planta, por intermédio da análise FDA (hidrólise do diacetato de fluoresceína) –, propondo uma alternativa de pós-tratamento por meio de fitorremediação (a partir de plantas como braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*), a ser aplicado como experimento na Unidade de Ensino e Aprendizagem do Campus Araquari-SC.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Desenvolver um sistema de pós-tratamento (tratamento terciário) de efluentes, a partir de fitotratamento, utilizando as espécies braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*), para avaliar a remoção dos parâmetros físicos químicos e atividade enzimática.

2.2 ESPECÍFICOS

- 1 – Caracterizar o sistema de tratamento de efluente adotado;
- 2 – efetuar um estudo das espécies já utilizadas como fitorremediadoras até o presente momento;
- 3 – propor um sistema de pós-tratamento, via fitorremediação, utilizando as espécies braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*);
- 4 – avaliar a eficiência de remoção dos parâmetros físico-químicos tais como a matéria orgânica (DBO, DQO, N, P, pH) e avaliar a atividade enzimática microbiana (FDA), ocorrida no efluente e na raiz da planta, durante o processo de biodegradação; e
- 5 – propor aplicabilidade do sistema utilizado em outras unidades.

3 CAPÍTULO I – ARTIGO DE REVISÃO SUBMETIDO À REVISTA ESA – REVISTA ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

FITORREMEDIAÇÃO DE EFLUENTES NA SUINOCULTURA: UMA REVISÃO E PERSPECTIVAS

PHYTOREMEDIATION OF EFFLUENTS IN SWINE FARMING: A REVIEW AND PERSPECTIVES

¹ALAINE SANTANA **BARRETO***

²SANDRO AUGUSTO **RHODEN**

¹ Instituto Federal Catarinense – IFC/Araquari/SC.

² Instituto Federal Catarinense – IFC/São Francisco do Sul/SC.

*alaine.barreto@gmail.com

RESUMO

A presente revisão tem como proposta apresentar, analisar e discutir as principais espécies de plantas utilizadas como fitorremediadoras em efluentes de suinocultura, ou seja, testadas na remoção/alteração dos parâmetros físico-químicos e biológicos, como: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO); temperatura; óleos e graxas; nitrogênio total; nitratos; nitritos; fósforo; sólidos totais; metais pesados (cobre, zinco, níquel, ferro, cromo); coliformes termotolerantes, entre outros. Os artigos foram pesquisados em base eletrônica de dados de artigos e revistas científicas, por meio de palavras-chave e área temática de conhecimento como: águas residuais de suínos, fitorremediação e wetland; meio ambiente; ciências agrícolas; química; biologia; e engenharia sanitária. As espécies aquáticas estudadas e que se destacaram foram: Aguapé (*Eichhornia crassipes*); Capim Tifton 85 (*Cynodon spp*); Taboa (*Typha sp*); Taboa larga (*Typha latifolia*); Pinheirinho (*Myriophyllum aquaticum*); Lentilhas comum (*Spirodela polyrhiza*); Lentilha-de-água (*Lemna menor*); Repolho de

água (*Pistia stratiotes* L); Orelha de Onça (*Salvinia auriculata* Aubl); Capim vetiver (*Vetiveria zizanioides*); Erva-de-bicho (*Polygonum punctatum*); Lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*); e Helicônia-papagaio (*Heliconia psittacoru*). As espécies citadas acima foram testadas e analisadas de diferentes formas, com eficiência avaliada via modificação/remoção de parâmetros/poluentes e o comportamento das espécies durante o estudo, incluindo sua adaptabilidade e resistência ao agente poluidor, além da produção de biomassa e destinação final/agregação de valor.

Palavras-chave: Águas residuais de suínos. Fitorremediação. Wetland.

ABSTRACT

The present review aims to present, analyze and discuss the main plant species used as phytoremediators in swine effluents, that is, tested in the removal/alteration of physical-chemical and biological parameters, such as: BOD – Biochemical Oxygen Demand, COD Chemical demand for oxygen, temperature, Oils and Greases, Total Nitrogen, Nitrates, Nitrites, Phosphorus, total solids, heavy metals (Copper, Zinc, Nickel, Iron, Chromium), thermotolerant coliforms, among others. The articles were searched in an electronic database of scientific articles and journals, using keywords and thematic area of knowledge such as: (swine wastewater, phytoremediation and wetland)/(environment/agricultural sciences/chemistry/biology and engineering sanitary). The aquatic species studied and that stood out were: *Water hyacinth (Eichhornia crassipes)*, *Tifton 85 grass (Cynodon spp.)*, *Catoa (Typha sp.)*, *Broad cattail (Typha latifolia)*, *Pinheirinho (Myriophyllum aquaticum)*, *Common lentils (Spirodela polyrhiza)*, *Duckweed (Lemna minor)*, *Water cabbage (Pistia stratiotes L)*, *Jaguar's Ear (Salvinia auriculata Aubl)*, *Vetiver grass (Vetiveria zizanioides)*, *Chickweed (Polygonum punctatum)*, *-brejo (Hedychium coronarium)* and *Heliconia-parrot (Heliconia psittacoru)*. The species mentioned above were tested and analyzed in different ways, with

efficiency evaluated via modification/removal of parameters/pollutants and the behavior of the species during the study, including their adaptability and resistance to the polluting agent, in addition to the production of biomass and final destination/adding value.

Keywords: Pig wastewater. Phytoremediation. Wetland

3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores países poluidores do mundo, em que dejetos humanos e resíduos industriais saturam as redes de saneamento básico nas grandes cidades, contaminando águas e solos, assim como os gases liberados por veículos e fábricas poluem a atmosfera constantemente (LAMEGO; VIDAL, 2007).

As atividades agroalimentares, especialmente a pecuária intensiva, podem produzir águas residuais de alta capacidade poluidora, com forte sazonalidade e flutuações em termos de quantidade e qualidade. A composição dos dejetos de suínos varia muito, embora seu componente de maior preocupação seja o nitrogênio (TORRENS *et al.*, 2021).

O consumo de carne suína é concentrado, destacando-se a China (50,7%), União Europeia (19,1%) e os Estados Unidos da América (8,5%). No Brasil, esse tem crescido e apresenta boas perspectivas para o país, junto ao mercado internacional (ITO *et al.*, 2019).

Nos últimos dez anos, o Brasil aumentou sua produção de suínos em 3 milhões de toneladas anuais, atingindo 3,75 milhões de toneladas em 2017. A maior parte da produção é consumida pelo mercado interno, com um percentual acima de 80%, tendo os Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com 68,9% dos abates de suínos em 2017 (WEIRICH *et al.*, 2021).

Em muitas áreas da Europa, a eliminação de dejetos de suínos é um problema sério para os agricultores. Em muitos casos, os efeitos ambientais prejudiciais da

suinocultura são causados pela alta concentração de animais em uma área limitada (como na região oeste de SC, por exemplo) e pelo manejo deficiente dos dejetos produzidos (TORRENS *et al.*, 2021).

As águas residuais da suinocultura apresentam alguns componentes (que incluem matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e cobre) em concentrações suficientemente elevadas para constituir risco de desequilíbrio ecológico, quando descartadas inadequadamente em cursos d'água (AMORIM *et al.*, 2019).

Espalhar o excesso de dejetos sobre as áreas de cultivo pode resultar em poluição, principalmente por nitratos, de águas subterrâneas e eutrofização das águas superficiais, também devido à presença de fósforo. Em muitos casos, os efeitos ambientais prejudiciais da suinocultura são causados pelo manejo incorreto dos dejetos produzidos (TORRENS *et al.*, 2021).

Essas tecnologias (como lagoas, áreas úmidas construídas, pântanos construídos ou em sistemas de filtração-percolação) estão sendo usadas, atualmente, como uma solução para o tratamento de águas residuais de diferentes fontes (incluindo suínos) (TORRENS *et al.*, 2021).

Melo e Azevedo (2008) afirmam que a fitorremediação trata-se de um conjunto de processos *in situ* que utiliza plantas para remover, transferir, estabilizar ou destruir os contaminantes orgânicos e inorgânicos. Há diversos mecanismos utilizados pelas plantas na fitorremediação, tais como: biodegradação na rizosfera; a fitoextração ou fitoacumulação; a fitodegradação; e a fitoestabilização. A fitoacumulação é a absorção de contaminantes pelas raízes das plantas e a sua translocação/acumulação nas folhas e talos. Já a fitodegradação é a metabolização de contaminantes dentro do tecido das plantas. A fitoestabilização é o fenômeno de produção de compostos químicos pelas plantas para imobilizar contaminantes na interface das raízes com o solo.

A fitorremediação pode ser classificada amplamente em duas categorias: fitorremediação direta e fitorremediação *ex-planta*. A fitorremediação direta envolve a captação/absorção dos poluentes por meio das raízes e translocação para a parte

superior da planta. Na fitorremediação *ex-planta*, os poluentes estão confinados apenas à rizosfera. A remediação no *ex-planta* também é chamada de rizorremediação, pois os poluentes são retidos ou degradados apenas na rizosfera (SHARMA *et al.*, 2015).

É desejável para as plantas que apresentam potencial para fitorremediação, que elas possuam características que possam ser usadas como indicativos para seleção como: capacidade de absorção; concentração e/ou metabolização; tolerância ao contaminante; retenção do contaminante nas raízes (da fitoestabilização), como oposto à transferência para a parte aérea, evitando sua manipulação e disposição; sistema radicular profundo e denso; alta taxa de crescimento e produção de biomassa (sendo viável se utilizada como bioenergia ou outro fim que agregue a valorização ambiental à sua destinação final); capacidade transpiratória elevada, especialmente em árvores e plantas perenes; fácil colheita, quando necessária à remoção da planta da área contaminada; elevada taxa de exsudação radicular; resistência a pragas e doenças; fácil aquisição ou multiplicação de propágulos; e fácil controle ou erradicação; capacidade de desenvolver-se bem em ambientes diversos e ocorrência natural em áreas poluídas, porém, esse não é pré-requisito (LAMEGO; VIDAL, 2007).

Pandey *et al.* (2015) mencionam que as espécies de colonização natural são a opção mais adequada para fitorremediação de sítios contaminados, mas relatam a importância de esforços interdisciplinares, para rastrear espécies importantes do ponto de vista ecológico e socioeconômico, como plantas para geração de energia, aromáticas (que desprendam cheiro ou aroma), entre as espécies que colonizam naturalmente. Nesse sentido, a fitorremediação sustentável poderia ser alcançada.

Como forma de destinação da biomassa, segundo Sharma *et al.* (2015), algumas técnicas como compostagem, compactação e pirólise estão sendo utilizadas como pré-tratamentos, e a incineração, extração de líquidos e descarte direto da fitomassa estão entre os métodos de disposição final. Entre os pré-tratamentos, a pirólise é considerada mais eficaz e benéfica, pois termina na redução de um volume considerável de fitomassa e leva à produção de produto final útil, isto é, gás pirolítico, porém, possui um

custo bastante elevado. A incineração ou fundição são métodos de disposição final que culminam na recuperação de metais do material vegetal e na redução significativa do volume de resíduos, mas inclui a desvantagem da produção de dioxinas. Outro método de destino da fitobiomassa contaminada seria a gaseificação, que agrega a valorização para a produção de eletricidade e calor (SHARMA *et al.*, 2015).

Quanto aos sistemas de fitorremediação, destaca-se o wetland, que é baseado em uma estação de tratamento de poluentes. Esse sistema de tratamento constitui-se na combinação de ecossistemas, no qual as plantas são selecionadas conforme a região em que o jardim será implantado, pelo potencial de tolerância a variações do tempo, tipos de poluentes, bem como ao consumo de oxigênio. As wetlands utilizam as propriedades das plantas, microrganismos e substratos na rizosfera para extrair, fixar e tratar poluentes (MARQUES; PINHEIRO, 2018).

Sperling e Sezerino (2018) mencionam que existem na literatura expressões correlacionadas com sistemas wetlands como: sistemas alagados construídos; terras úmidas construídas; leitos plantados; leitos com macrófitas; filtros plantados com macrófitas; filtros com macrófitas; leitos cultivados; sistemas de zonas de raízes; jardins filtrantes, entre outros.

O pântano construído é uma tecnologia de tratamento de esgoto eficaz na remoção de poluentes e tem sido amplamente utilizado por seu baixo custo operacional, fácil construção e alto desempenho de remoção de poluentes. As principais vias de remoção de N, no esgoto por pântanos construídos, incluem a degradação microbológica, adsorção, sedimentação e absorção pela planta. Além disso, o tipo de substrato pode ser significativo e influencia na estrutura da comunidade microbiana (DU *et al.*, 2020).

Matos *et al.* (2010) mencionam que as principais variáveis para dimensionamento de sistemas de tratamento de águas residuárias em wetlands, ou SACs (Sistemas Alagados Construídos), são o tempo de residência hidráulica e

geometrias do tanque (altura, largura e comprimento), a taxa de carga orgânica e taxa de aplicação hidráulica.

3.2 METODOLOGIA

Esta é uma revisão narrativa descritiva que foi desenvolvida por meio de pesquisas em bases eletrônicas de dados, artigos científicos e revistas científicas, sendo elas: ([https://www-periodicos-capes-gov-br.](https://www-periodicos-capes-gov-br)); ([https://scielo.org/en/.](https://scielo.org/en/)); ([https://worldwidescience.org/.](https://worldwidescience.org/)); ([https://scholar.google.com.br/?hl=pt.](https://scholar.google.com.br/?hl=pt)) e (<https://www.sciencedirect.com>), que buscam enfatizar as espécies de plantas já estudadas como fitorremediadoras em tratamento de efluentes suinícolas pelo mundo.

As seleções dos artigos foram baseadas em pesquisas por meio de palavras-chave como: águas residuais de suínos; fitorremediação; wetland, sendo escolhidos os que se destacavam em relação às espécies de plantas já utilizadas como fitorremediadoras e sendo analisados à aplicação e estudo desenvolvido. Para a construção desta revisão, utilizou-se a classificação por área temática, possibilitando uma visão panorâmica sobre pesquisas já desenvolvidas até o presente momento.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram obtidos após a leitura dos artigos selecionados na pesquisa bibliográfica realizada nas plataformas, em que foram selecionados os artigos que haviam utilizado os Sistemas de Leitões Cultivados (SACs) nos tratamentos de efluentes, provenientes da suinocultura, identificando as espécies utilizadas, os parâmetros analisados (antibióticos, Cd-Cádmio, Cu-Cobre, Cr-Cromo, CT-Coliformes Totais, CE-Conductividade Elétrica, COD-Carbono Orgânico Dissolvido, DBO-Demanda Bioquímica de Oxigênio, DQO-Demanda química de Oxigênio, k-Potássio, Mn-Manganês, Mg-

Magnésio, MO-Matéria Orgânica, MOD-Matéria Orgânica Dissolvida, Na-Sódio, N-Nitrogênio, NH₄-Amônia, Nitrito, Nitrato, Nitrato, OD-Oxigênio Dissolvido, pH, P-Fósforo, Sanidade, SS-Sólidos Suspensos, STD-Sólidos Totais Dissolvidos, SV-Sólidos Voláteis, ST-Sólidos Totais, Sulfato, Temp-Temperatura, T-Turbidez, ThC-Coliformes termotolerantes, Zn-Zinco), os resultados obtidos de cada artigo e, conseqüentemente, o autor e o ano de publicação.

O Quadro 1 é descritivo contendo dados compilados dos artigos, identificando os principais parâmetros analisados, como espécies utilizadas, parâmetros (físicos químicos e biológicos), os poluentes removidos, os resultados, os autores e o ano de publicação.

Quadro 1 – Espécies utilizadas para fitorremediação em efluentes suinícolas, parâmetros analisados, resultados e autoria.

Espécies/ Gêneros	Parâmetros analisados	Resultados	Autor
<i>Fimbristylis spadicea, Typha latifolia, Eleocharis interstincta, Arundinella berteroniana e Cladium jamaicensis</i>	SS, N, DBO, DQO, P, Nitrato e coliformes.	A eficiência da remoção para um tempo de detenção hidráulica de 3 dias, variaram entre 64 e 78% para SS, 52 e 78% para DQO, 57 e 74% para DBO, 5,57 e 79% para N, 63 e 75% para P e 3,3 e 4,2 log-unidades para coliformes totais. <i>Typha latifolia</i> e <i>Eleocharis interstincta</i> foram as que apresentaram maior eficiência no tratamento de águas residuais de suínos.	(GONZÁLEZ <i>et al.</i> , 2009).

<p><i>Lolium multiflorum</i>, <i>Dryan</i>, <i>Tachimasari</i> e <i>Waseyutaka</i></p>	<p>pH, N e P, DQO e antibióticos (sulfadiazina, sulfametazina e sulfametoxazol)</p>	<p><i>Dryan</i> teve melhor desempenho do que <i>Tachimasari</i> e <i>Waseyutaka</i>. Para <i>Dryan</i>, o N total foi reduzido em 84,0%, o P total em 90,4%, o DQO em 83,4% e os antimicrobianos de sulfonamida em 91,8% e 99,5%. Resultados semelhantes foram observados para <i>Tachimasari</i> e <i>Waseyutaka</i>.</p>	<p>(XIAN <i>et al.</i>, 2010).</p>
<p><i>Cynodon spp</i> e <i>Typha sp.</i></p>	<p>N/P/Cu/Zn</p>	<p>A eficiência da remoção dos nutrientes foi apresentada pelo capim-bermuda em comparação à taboa, devido à maior produção de biomassa. A taboa e o capim-tifton 85 foram capazes de remover, respectivamente, 5% e 4,6% de N e 11,2% e 5,4% de P, sendo pouco eficientes na remoção de N e P.</p>	<p>(FIA <i>et al.</i>, 2014).</p>
<p><i>Cynodon spp</i> e <i>Typha latifolia</i></p>	<p>Na/Cu/K/Zn</p>	<p>Constatou-se que <i>Cynodon spp</i> foi o mais indicado em relação à <i>Typha latifolia</i>. As eficiências médias de</p>	<p>(FIA <i>et al.</i>, 2015).</p>

		remoção foram de Na, Cu e Zn que variaram entre 2 e 24%, 91 e 97% e 51 e 100%.	
<i>Juncus effusus</i>	DBO, DQO e CE	<i>Juncus effusus</i> se mostrou eficiente quando aplicado a alta carga orgânica. Apresentou eficiência no tratamento para parâmetros como DQO, condutividade elétrica e pH.	(SANTOS <i>et al.</i> , 2016).
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	P – Fósforo	Os resultados sugerem que o sistema SACs de três estágios plantados com <i>Myriophyllum aquaticum</i> é adequado para remover altas concentrações de P. A eficiência da remoção foi de 70,1 a 89,4%, testados em três estágios.	(LUO <i>et al.</i> , 2017).
<i>Spirodela polyrhiza</i>	COD, MOD e N e P.	Em conclusão, o crescimento da lentilha d'água não apenas aumentou a taxa de remoção de COD no efluente de suínos, como reduziu a reatividade da DOM.	(LI <i>et al.</i> , 2017).
<i>Lemna menor</i>	ST, SV, SS, P, N, Nitrato, DQO, CE,	<i>Lemna menor</i> foi cultivada em águas residuárias de suínos e efetivamente	(OLIVEIRA; FRAGOSO, 2017).

	Temperatura e pH.	removeu N e P, produzindo biomassa e DQO apresentou maior remoção quando comparado sem a espécie.	
<i>Chrysopogon zizanioides</i> e <i>Polygonum punctatum</i>	N, P e DBO.	O SAC cultivado com erva-de-bicho (<i>Polygonum punctatum</i>) foi mais eficiente comparado ao capim-vetiver (<i>Chrysopogon zizanioides</i>). Observou-se que a erva-de-bicho apresentou maior produtividade, em termos de matéria seca, do que o capim-vetiver. A erva-de-bicho apresentou maior eficiência na remoção de N – de 1,54% a 1,01%, P – de 1,19% a 0,81%.	(RAMOS <i>et al.</i> , 2017).
<i>Hedychium coronarium</i> e <i>Heliconia psittacorum</i>	DBO, SS, ST, N e Turbidez.	O SAC cultivado com <i>Hedychium coronarium</i> proporcionou eficiências médias de remoção para DBO, SS, ST, T e N de 92,2; 68,7; 79,9; 82,6 e 90,8%, e o SAC cultivado com a <i>Heliconia psittacorum</i> proporcionou eficiências médias de remoção de 82,4;	(MONACO <i>et al.</i> , 2017).

		81,5; 80,6; 83,4 e 82,3%, respectivamente.	
<i>Eichhornia crassipes</i>	N, P, Ca, Mn, Cu, Zn e Cr	Cu, Zn, Mn, eram valores abaixo do equipamento que pudesse fazer a leitura. Houve o aumento da biomassa devido ao consumo de substâncias como N e P. O cultivo de aguapé proporcionou maior absorção de nutrientes, e o desenvolvimento e acúmulo de matéria seca, reduzindo, gradativamente, conforme ia diminuindo a concentração da ARS (águas residuárias de suínos).	(SPÓSITO, 2018).
<i>Pennisetum purpureum</i> e <i>Pennisetum clandestinum</i>	pH, DQO, DBO, N, P, STD e temperatura.	Este estudo mostra que o HSSF-SAC (pântano construído com fluxo subterrâneo horizontal) piloto pode tratar efetivamente águas residuais, no que diz respeito à (DBO5 e DQO) e remoção de (N e P). As células vegetadas	(UDOM <i>et al.</i> , 2018).

		mostraram melhor desempenho para todos os parâmetros do que as células não vegetadas.	
<i>Hedychium coronarium J. Koenig</i> e <i>Lemna minuta Kunth</i>	Turbidez, CE, pH, P, ortofosfatos, MO e nitrogênio.	As macrófitas apresentaram resultados significativos (turbidez, matéria orgânica, P e ortofosfatos), para um tempo de detenção de 5 e 10 dias e quanto ao crescimento da biomassa, no tratamento utilizando <i>Lemna minuta</i> , o cultivo dobrou de tamanho com apenas 20 dias.	(ANTONELO, 2018).
<i>Cynodon spp.</i> e <i>Typha sp.</i>	(CT) e coliformes termotolerantes (ThC).	A diminuição do tempo de detenção hidráulica, o aumento das cargas orgânicas e baixas temperaturas influenciaram na diminuição da eficiência de remoção de coliformes.	(AMORIM <i>et al.</i> , 2019).
<i>Heliconia Pisittacorum</i> e <i>Pontederia Parviflora</i>	Temperatura, pH, CE, OD, STD, SS, Cor, Turbidez, DBO, DQO, Nitrogênio, Nitrito, Nitrato,	O melhor desempenho foi com o tempo de detenção hidráulica de 10 dias, demonstrando um melhor resultado para os wetlands vegetadas, com ligeira vantagem para a <i>Pontederia</i>	(ITO <i>et al.</i> , 2019).

	P e Sulfato.	<i>Parviflora</i> . Nas remoções de Nitrito, Nitrato e N- houve melhor desempenho com o tempo de detenção de dez dias.	
<i>Landoltia punctata</i> , <i>Spirodela polyrhiza</i> , <i>Lemna gibba</i> e <i>Lemna minor</i>	N, P e SS.	<i>Spirodela polyrhiza</i> tem a maior capacidade de remoção de nitrogênio inorgânico dissolvido total. <i>Landoltia punctata</i> apresentou 80 a 96% de remoção de N e P. <i>Lemna minor</i> apresentou excelente taxa de remoção de N e P.	(LI <i>et al.</i> , 2020).
<i>Cynodon spp</i> e <i>Typha latifolia</i>	P	Verificou-se diferença estatística ($p < 0,05$) entre as diferentes cargas de nutrientes aplicadas aos SAC (sistemas alagados construídos) no que se refere à remoção de P, e as eficiências médias de remoção variaram entre 65 e 78%.	(FIA <i>et al.</i> , 2020).
<i>Eichhornia Crassipes</i> , <i>Pistia stratiotes</i> e <i>Salvinia</i>	CE, OD, Turbidez, NH ₄ , P, CE e OD.	Conclui-se que, na primavera, a espécie <i>E. crassipes</i> , <i>P. stratiotes</i> e <i>S. auriculata</i> apresentaram maior	(PINAFFI <i>et al.</i> , 2020).

<i>auriculata</i>		biomassa e redução mais expressiva de CE, NH ₄ e P. <i>E. crassipes</i> foi mais eficiente durante a primavera em remoção de P, NH ₄ e EC.	
<i>Arundo Donax</i>	N	Os resultados mostraram que <i>Arundo donax</i> aumentou a taxa de remoção de N, em comparação com (Pântanos construídos de fluxo vertical) não plantados. A espécie <i>Arundo donax</i> em SACs com zeólita como substrato promoveu o crescimento de microrganismos desnitrificantes sob maior carga poluente.	(DU <i>et al.</i> , 2020).
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	N, P, Cu, Zn e Cd e CE. Temperatura, OD, salinidade.	Os resultados mostraram que <i>M. aquaticum</i> poderia ser usada como uma planta pioneira para remover com eficiência os poluentes compostos de (N), (P) e, especialmente, para metais pesados em SACs (águas residuais de suínos).	(CUI <i>et al.</i> , 2021)

<p><i>Juncos-Phragmites australis</i></p>	<p>SS, N, P, DBO, DQO, pH, NH₄ (Amônia).</p>	<p>A alta concentração de amônio causou problemas para o desenvolvimento das plantas. O conteúdo de amônio era tóxico para as <i>Phragmites</i>, que mal se desenvolveram. Apresentou 65% de eficiência de remoção para N.</p>	<p>(TORRENS <i>et al.</i>, 2021).</p>
<p><i>Pistia stratiotes, Eichhornia crassipe</i></p>	<p>pH, condutividade elétrica CE, OD, N e P</p>	<p>A remoção de N apresentou maior eficiência no verão para as duas espécies estudadas. As variáveis abióticas (pH e CE) apresentaram melhores resultados no inverno para as duas espécies. O OD apresentou melhores resultados no período de verão para <i>E. crassipes</i> espécies. Houve um aumento significativo nos teores de N e P no tecido vegetal. Neste estudo. <i>E. crassipes</i> foi mais eficiente do que <i>P. stratiotes</i> nesse tratamento.</p>	<p>(WEIRICH <i>et al.</i>, 2021).</p>

Fonte: autores.

As principais características observadas entre as espécies de plantas utilizadas nos estudos como fitorremediadoras em tratamento de efluentes suínolas foram: a) temperatura; b) quantidade de carga orgânica aplicada; c) estações do ano; e d) tipo de substrato adotado como material filtrante e modelo de wetlands (pântanos construídos, jardins filtrantes), sendo ele, fluxo vertical ou horizontal, tendo, cada pesquisa, uma resposta para remoção dos poluentes pesquisados.

Algumas espécies se destacaram como bioacumuladoras, como a *Myriophyllum aquaticum* que apresentou alta eficiência na remoção de metais pesados (CUI *et al.*, 2021).

São exemplos de espécies que já foram estudadas e que se destacaram na remoção de nutrientes e em SACs como: *Lemna minor*; *Cynodon spp*; *Typha sp*; *Myriophyllum aquaticum*; *Heliconia Pisittacorum*; *Hedychium coronarium*; *Heliconia psittacorum*; *Pennisetum purpureum*; *Pennisetum clandestin*; e *Eichhornia crassipe*.

No estudo realizado por Fia *et al.* (2015), a espécie *Typha latifolia* não apresentou grande eficiência de remoção de parâmetros de poluentes, quando comparada a espécie *Capim tifton-85*, sendo que a *Typha latifolia* não se adaptou a alta carga de nutriente recebida, não apresentando um desempenho agrônômico. Em parâmetros como Na, Cu e Zn, variaram as porcentagens de remoção em relação a esses parâmetros, não observando diferença significativa entre as duas espécies, porém, houve diferença entre as cargas de nutrientes aplicadas aos SACs, no que se refere à remoção de K, sendo que as eficiências médias de remoção variaram entre 15% e 27%.

As espécies como *Typha latifolia* e *Eleocharis interstincta*, tipo de macrófitas se destacaram como adequadas em SACs no tratamento de águas residuais de suínos, pois apresentaram alta eficiência de remoção dos parâmetros como: SS; N; DBO; DQO; P; nitrato; e coliformes, porém, foi enfatizado no estudo em Yucatán que o tempo de detenção hidráulica de três dias, foi o que apresentou o melhor resultado (GONZÁLEZ *et al.*, 2009).

Já no estudo de Monaco *et al.* (2017), as espécies *Hedychium coronarium* e *Heliconia psittacorum*, foram testadas como fitorremediadoras em águas residuárias de suínos. A *Hedychium coronarium* apresentou melhor eficiência na remoção dos parâmetros testados como: DBO – 92,2%; SS – 68,7%; ST – 79,9%; turbidez – 82,6%; e N – 90,8%; já a *Heliconia psittacorum*, a eficiência de remoção foi de 82,4%, 81,5%, 80,6%, 83,4% e 82,3%, respectivamente.

No estudo realizado por Amorin *et al.* (2019), as espécies *Cynodon spp* e *Typha sp* foram testadas para avaliar a remoção de coliformes totais e termotolerantes, sendo SACs em fluxo vertical *Cynodon spp* e horizontal *Typha sp*, em que foi identificado que o baixo tempo de detenção hidráulica, aumento de carga orgânica juntamente a temperaturas baixas diminuíram a eficiência de remoção de coliformes.

A espécie *Arundo donax* estudada por Du *et al.* (2020), em SACs, apresentou um excelente desempenho em relação à remoção de nitrogênio total. Em SACs com substrato de zeólita que promoveu o crescimento de microrganismos desnitrificantes sob maior carga poluente, indicando esta como excelente espécie desnitrificadora, que auxilia na remoção de nitrogênio.

No que se refere à produção de biomassa, o estudo realizado por Amorin *et al.* (2019) detectou que a espécie *Cynodon sp* mostrou-se eficiente, devido a sua alta produtividade e capacidade de extração de nutrientes alcançada à rápida recuperação após o corte.

3.4 CONCLUSÃO

Diante da pesquisa bibliográfica realizada, foi possível observar até o presente momento, que cada estudo apresentou um cenário local, condição ambiental, que de uma maneira geral, as plantas, substratos utilizados, tempo de detenção hidráulica, tipo de wetland (vertical ou horizontal), estágios, épocas do ano e taxa de aplicação, e carga

orgânica influenciaram na eficiência da remoção dos parâmetros indicadores de poluição nos tratamentos.

Ainda para as espécies escolhidas, se a mesma produz muita biomassa, indicam que maior é a remoção dos parâmetros, pois os estudos enfatizaram que determinadas espécies, à medida que iam se multiplicando, aumentava a eficiência da remoção de determinados parâmetros, como no estudo realizado por Fia *et al.* (2014).

Dessa forma, indica-se a realização de mais pesquisas, com novas espécies ainda não estudadas, no intuito de avaliar a resistência e a eficiência da remoção dos parâmetros, ampliando opções, para que possa se tornar mais uma alternativa de espécie fitorremediadora, levando em consideração a produção de biomassa da espécie.

Ainda, ressalta-se que mais pesquisas deveriam ser realizadas com espécies consorciadas, o que possibilitaria o aumento da eficiência da remoção dos parâmetros indicadores de poluição, uma vez que cada espécie atua na remoção de parâmetros específicos.

No que se refere à produção de biomassa, deve-se realizar mais pesquisas científicas ampliando alternativas de destinação, pois algumas alternativas se tornam inviáveis pelo seu alto custo. A escolha da espécie é muito importante, porque além da remoção do parâmetro, a sua destinação deve agregar valorização ambiental como a produção de bioenergia, bem como gerar um subproduto como óleos essenciais, biodiesel, aliado a minimização de custo e manutenção, facilitando e beneficiando o acesso a todos os produtores e ao bem comum, no que se refere a proteção do meio ambiente.

3.5 REFERÊNCIAS

AMORIM, F. DE; FIA, R. Remoção de coliformes em sistema alagado, construído usado no pós-tratamento de efluentes de suinocultura. **Ambiente & Água – Revista**

Interdisciplinar de Ciências Aplicadas, v. 14, n. 1980-993X, p. 1-12, 2019.

ANTONELO, F. A. **Pós-tratamento de efluente suinícola utilizando as macrófitas aquáticas *Hedychium coronarium* J. Koenig e *Lemna minuta* Kunth**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná *Campus Dois Vizinhos* Coordenação do Curso Ciências Biológicas, 2018.

CUI, J. *et al.* Removal effects of *Myriophyllum aquaticum* on combined pollutants of nutrients and heavy metals in simulated swine wastewater in summer. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 213, p. 112032, 2021.

DU, L. *et al.* Effects of plant on denitrification pathways in integrated vertical-flow constructed wetland treating swine wastewater. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 201, p. 2-9, 2020.

FIA, F. R. L. *et al.* Influência da carga de nutrientes e da espécie cultivada na remoção de K, Na, Cu e Zn da água residuária da suinocultura tratada em sistemas alagados construídos. **Revista Ambiente e Água**, v. 10, n. 3, p. 542-553, 2015.

FIA, F. R. L. *et al.* Dinâmica do fósforo em sistemas alagados construídos tratando água residuária da suinocultura. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 1, p. 79-86, 2020.

FIA, R. *et al.* Remoção de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco de águas residuais de suinocultura por capim bermuda e taboa em sistemas de áreas úmidas construídas. **Engenharia Agrícola**. vol. 34 n. 1 Jaboticabal jan./fev. 2014 <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000100013>, p. 1-8, 2014.

GONZÁLEZ, F. T. *et al.* Treatment of swine wastewater with subsurface-flow constructed wetlands in Yucatán, Mexico: Influence of plant species and contact time. **Water SA**, v. 35, n. 3, p. 335-342, 2009.

ITO, J. B. B. *et al.* Wetlands Construídas De Fluxo Vertical Como Pós-Tratamento De Reator Rahlf Utilizando Águas Residuárias De Suinocultura. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 595, 2019.

LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. FITORREMEDIAÇÃO: PLANTAS COMO AGENTES DE DESPOLUIÇÃO? **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 17, 31 dez.

2007.

LI, L. *et al.* Effects of duckweed (*Spirodela polyrrhiza*) remediation on the composition of dissolved organic matter in effluent of scale pig farms. **Journal of Environmental Sciences (China)**, v. 55, p. 247-256, 2017.

LI, X. *et al.* Microalgal and duckweed based constructed wetlands for swine wastewater treatment: A review. **Bioresource Technology**, v. 318, 2020.

LUO, P. *et al.* Phosphorus removal from lagoon-pretreated swine wastewater by pilot-scale surface flow constructed wetlands planted with *Myriophyllum aquaticum*. **Science of the Total Environment**, v. 576, p. 490-497, 2017.

MARQUES, M. B. L.; PINHEIRO, J. H. P. A.-P. Wetlands: uma alternativa ecológica para o tratamento de efluentes. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 6, n. 41, p. 21-33, 2018.

MATOS, A. T. DE *et al.* Influência da taxa de carga orgânica no desempenho de sistemas alagados construídos cultivados com forrageiras. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 83-92, 2010.

MELO, I. S. DE; AZEVEDO, J. L. DE. **Microbiologia Ambiental**. Embrapa Me ed. Jaguariúna, SP: 2^a. ed. rev. ampl., 2008.

MONACO, P. V. *et al.*; SANTOS, T. E. M. DOS. Tratamento de Água Residuária de Suinocultura em Sistemas Alagados Construídos Cultivados com *Helicônia psittacorum* e *Hedychium coronarium*. *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 25, n. 0, p. 561-568, 2017.

OLIVEIRA, M.; FRAGOSO, R. Potencial da lentilha-d'água para remoção de nutrientes de águas residuais de suínos e Valorização da biomassa através da co-digestão anaeróbia. **Jornal de Desenvolvimento Sustentável de Energia, Água e Sistemas Ambientais**, v. 5, p. 127-138, 2017.

PANDEY, V. C.; PANDEY, D. N.; SINGH, N. Sustainable phytoremediation based on naturally colonizing and economically valuable plants. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 37-39, 2015.

PINAFFI, C. D.; SCANDELA, A. P. J.; SANTOS, C. H. Seasonal performance of aquatic

macrophytes in improving physicochemical parameters of swine wastewater. **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, n. 4, p. 897-906, 2020.

RAMOS, N. DE F. S. *et al.* Tratamento de águas residuárias de suinocultura em sistemas alagados construídos, com *Chrysopogon zizanioides* e *Polygonum punctatum* cultivadas em leito de argila expandida. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 1, p. 123-132, 2017.

SANTOS, B. S. DOS *et al.* Evaluation Of Constructed Wetland Treatment System Effectiveness Applied To A Swine Slaughterhouse Effluent. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina**, v. 37, n. 2, p. 13-22, 2016.

SHARMA, S.; SINGH, B.; MANCHANDA, V. K. Phytoremediation: role of terrestrial plants and aquatic macrophytes in the remediation of radionuclides and heavy metal contaminated soil and water. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 2, p. 946-962, 2015.

SPÓSITO, T. H. N. **Matéria seca e acúmulo de nutrientes no aguapé utilizado para fitorremediação em águas residuárias de suinocultura. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de engenharia de Ilha Solteira**, 2018.

TORRENS, A.; FOLCH, M.; SALGOT, M. Design and Performance of an Innovative Hybrid Constructed Wetland for Sustainable Pig Slurry Treatment in Small Farms. **Frontiers in Environmental Science**, v. 8, n. February, p. 1-13, 2021.

UDOM, I. J.; MBAJIORGU, C. C.; OBOHO, E. O. Desenvolvimento e avaliação de uma área úmida de fluxo subsuperficial horizontal construída em escala piloto para tratamento de águas residuais de suínos. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 9, n. 4, p. 3179-3185, 2018.

VON SPERLING, M.; SEZERINO, P. H. Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil. **Publicação online Boletim Wetlands Brasil**, n. 2359-0548, p. 65, 2018.

WEIRICH, C. E. *et al.* Temperature influences swine wastewater treatment by aquatic plant. **Scientia Agricola**, v. 78, n. 4, p. 1-7, 2021.

XIAN, Q. *et al.* Removal of nutrients and veterinary antibiotics from swine wastewater by a constructed macrophyte floating bed system. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 12, p. 2657-2661, 2010.

4 CAPÍTULO II – PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTES POR MEIO DA FITORREMEDIAÇÃO: UTILIZAÇÃO DA BRAQUIÁRIA DO BREJO (*BRACHIARIA ARRECTA*) E A TRAPOERABA (*COMMELINA BENGHALENSIS*) NO TRATAMENTO DE REJEITOS DE SUINOCULTURA

4.1 INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade pecuária que se expandiu muito nas últimas décadas, por conta do aumento da demanda de carnes e de derivados suínos, entretanto, o desenvolvimento da suinocultura tem como fator de maior preocupação, a quantidade de dejetos produzidos, que apresentam alto poder poluente, especialmente quando lançados sem tratamento em corpos hídricos (FIA *et al.*, 2017).

Uns dos grandes problemas ambientais nas regiões de produção animal estão relacionados à alta geração de esterco que, em geral, são descartados diretamente no solo sem qualquer tratamento. Essa prática, sem recomendação agrônômica, causa o acúmulo de muitos elementos (por exemplo, nutrientes, metais e patógenos), além da capacidade de absorção do solo. Por sua vez, esse excesso pode causar a lixiviação e percolação desses resíduos nas águas subterrâneas, aumentando os efeitos da poluição no meio ambiente (KUNZ *et al.*, 2009).

A causa principal da poluição, provocada pelo manejo inadequado dos dejetos, é o seu lançamento direto sem o devido tratamento nos cursos d'água, o que acarreta em desequilíbrios ecológicos e poluição da água, disseminação de patógenos e contaminação das águas potáveis com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos (CARDOSO, 2015).

As águas residuais da suinocultura apresentam alguns de seus componentes (matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, cobre), em concentrações suficientemente elevadas para constituir risco de desequilíbrio ecológico, quando descartadas inadequadamente em cursos d'água (AMORIM *et al.*, 2019).

A falta de soluções para o tratamento sustentável e econômico de águas residuais agroindustriais em pequenas e médias propriedades é um problema generalizado. Portanto, há uma necessidade de tecnologias de baixo consumo de energia, embasadas em processos naturais, fáceis para o agricultor gerenciar e manter, além de ter baixo custo de construção, operação e manutenção (TORRENS *et al.*, 2021).

Tecnologias utilizadas para controle da poluição

A prática comumente adotada pela suinocultura brasileira tem sido a armazenagem desses resíduos em lagoas ou tanques e sua posterior aplicação como fertilizante vegetal e condicionador do solo. Em regiões em que a geração de efluentes supera a capacidade de suporte do solo e/ou as recomendações dos órgãos de fiscalização ambiental, alternativas de tratamento ou exportação de nutrientes precisam ser adotadas (VIVAN *et al.*, 2010).

O uso de lagoas de estabilização, como alternativa para o tratamento de dejetos de suínos, vem sendo estudado como alternativa de baixo custo e que não exige maiores cuidados operacionais. A utilização de biodigestores tem se intensificado nos últimos anos, devido à redução dos custos de implantação e manutenção (disponibilidade de novos materiais e equipamentos) e, principalmente, pela possibilidade de inserção no mercado de carbono. No entanto, estudos da eficiência de remoção de poluentes envolvendo a conjugação desses sistemas não têm sido muito frequentes, sobretudo no Brasil (VIVAN *et al.*, 2010).

Essas tecnologias (como lagoas, áreas úmidas construídas, pântanos construídos ou em sistemas de filtração-percolação) estão sendo utilizadas, atualmente, como uma solução para o tratamento de águas residuais de diferentes fontes, incluindo suínos (TORRENS *et al.*, 2021).

O sistema tradicional de manejo de dejetos utilizado na região sul do país (esterqueiras, bioesterqueiras e decantação), se baseia em conduzir os dejetos da área

de criação dos animais, por meio de tubulações ou canaletas para o depósito. Nesse local, os dejetos permanecem por determinado tempo para fermentação, para depois serem transportados com máquinas até as lavouras. Esse sistema, adequadamente instalado e manejado, apresenta bons resultados, desde que na propriedade exista área agrícola suficiente para absorver a quantidade de resíduo gerada (CADIS *et al.*, 2014).

Considerando-se as particularidades das granjas suinícolas, os produtores brasileiros têm tratado as águas residuárias de suinocultura (ARS) em sistemas de baixo custo, como digestores anaeróbios e lagoas de estabilização. Uma alternativa interessante para o tratamento ou pós-tratamento desses efluentes é o uso de sistemas alagados construídos (SACs), conhecidos na literatura internacional como *constructed wetlands* (RAMOS *et al.*, 2017).

Dong *et al.* (2021) mencionam que, normalmente, as tecnologias tradicionais de tratamento de águas residuais de suínos, como floculação, tratamentos de digestão anaeróbia, sequenciamento de reatores, lagoa de oxidação anaeróbia, aeróbia, podem ter capacidade limitada de eliminação de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica, que ainda precisam ser tratadas e purificadas adequadamente, necessitando de um pós-tratamento, além dos convencionais.

Entre as soluções simples propostas para o tratamento de águas residuárias ricas em material orgânico, como é o caso das provenientes de granjas suinícolas, distinguem-se a sua disposição em sistemas alagados construídos, por ser uma forma viável e barata para o tratamento dessas águas (FIA *et al.*, 2017).

Novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas de forma a reduzir o impacto de lançamentos de efluentes domésticos sem tratamento nos corpos hídricos. Dentre as diversas tecnologias, o sistema de wetlands configura-se como uma alternativa viável e de baixo custo (MARQUES *et al.*, 2018).

Hu *et al.* (2020) afirmam que a fitorremediação é uma biotecnologia de limpeza ambiental eficiente e amplamente empregada com base na volatilização, estabilização, degradação ou extração de poluentes pela vegetação e seus microrganismos associados,

e ainda relatam que nas últimas décadas, os métodos de fitorremediação têm sido efetivamente estudados e considerados como uma ferramenta poderosa para degradar e remover muitos contaminantes prejudiciais das águas residuais.

Fitorremediação

A fitorremediação (Fito = planta e remediar = dar remédio, corrigir) é uma tecnologia emergente que utiliza várias plantas (vegetais) para degradar, extrair, conter ou imobilizar contaminantes em solos e águas. Essa tecnologia tem sido considerada como uma alternativa inovadora e de baixo custo para a maioria das técnicas de tratamento já estabelecidas para áreas contaminadas (BARRETO, 2011).

A fitorremediação utiliza sistemas vegetais para recuperar águas e solos contaminados por poluentes orgânicos ou inorgânicos. Essa área de estudo, embora não seja nova, tomou impulso nos últimos dez anos, quando se verificou que a zona radicular das plantas apresentava a capacidade de biotransformar moléculas orgânicas exógenas (BARACUHY *et al.*, 2015).

Trata-se de um conjunto de processos *in situ* que utiliza plantas para remover, transferir, estabilizar ou destruir os contaminantes orgânicos e inorgânicos. Há diversos mecanismos utilizados pelas plantas na fitorremediação, tais como: biodegradação na rizosfera; a fitoextração ou fitoacumulação; a fitodegradação; e a fitoestabilização. A fitoacumulação é a absorção de contaminantes pelas raízes das plantas e a sua translocação/acumulação nas folhas e talos. Já a fitodegradação é a metabolização de contaminantes dentro do tecido das plantas. A fitoestabilização é o fenômeno de produção de compostos químicos pelas plantas, para imobilizar contaminantes na interface das raízes com o solo (MELO *et al.*, 2008).

A recuperação ou o tratamento de áreas contaminadas pelas atividades humanas podem ser realizados por vários métodos, atualmente são dadas preferências às técnicas de descontaminação *in situ*, por perturbarem menos o meio ambiente, que

sejam mais econômicas e apresentem facilidades de aplicação. Nesse sentido, a fitorremediação surge como alternativa capaz de empregar sistemas vegetais fotossintetizantes e sua microbiota, com o fim de desintoxicar ambientes degradados ou poluídos (PINAFFI *et al.*, 2017).

Na fitorremediação, os vegetais podem atuar de forma direta ou indireta na redução ou remoção dos contaminantes. Na remediação direta, os compostos são absorvidos e acumulados ou metabolizados nos tecidos, por meio da mineralização dos mesmos. Na forma indireta, os vegetais extraem contaminantes das águas subterrâneas, reduzindo, assim, a fonte de contaminação ou quando a presença de plantas propicia meio favorável ao aumento da atividade microbiana, que degrada o contaminante (SILVA, 2016).

A seleção da vegetação deveria merecer maior atenção, pois são poucas as pesquisas que fornecem dados para comparação e estudo (por exemplo, taxas de absorção de nutrientes pelas macrófitas, necessidade de cortes, reaproveitamento da massa vegetal), para que se possa realizar a escolha, por meio de resultados previamente publicados, e de qual espécie é a mais recomendada na remoção de poluentes em uma água residuária particular (RAMOS *et al.*, 2017).

A fitorremediação pode ser classificada amplamente em duas categorias: fitorremediação direta e fitorremediação *ex-planta*. A fitorremediação direta envolve a captação/absorção dos poluentes por meio das raízes e translocação para a parte superior da planta. Na fitorremediação *ex-planta*, os poluentes estão confinados apenas à rizosfera. A remediação do *ex-planta* também é chamada de rizorremediação, pois os poluentes são retidos ou degradados apenas na rizosfera (SHARMA *et al.*, 2015).

É desejável que as plantas apresentem potencial para fitorremediação, possuam características que devam ser usadas como indicativos para seleção como: capacidade de absorção; concentração e/ou metabolização; tolerância ao contaminante; retenção do contaminante nas raízes (da fitoestabilização), como oposto à transferência para a parte aérea, evitando sua manipulação e disposição; sistema radicular profundo e

denso; alta taxa de crescimento e produção de biomassa (sendo viável se utilizada como bioenergia ou outro fim que agregue valorização ambiental à sua destinação final); capacidade transpiratória elevada, especialmente em árvores e plantas perenes; fácil colheita, quando necessária à remoção da planta da área contaminada; elevada taxa de exsudação radicular; resistência a pragas e doenças; fácil aquisição ou multiplicação de propágulos; e fácil controle ou erradicação; capacidade de desenvolver-se melhor em ambientes diversos e ocorrência natural em áreas poluídas, porém, esse não é pré-requisito (LAMEGO; VIDAL, 2007).

Pandey *et al.* (2015) mencionam que as espécies de colonização natural são a opção mais adequada para fitorremediação de sítios contaminados, mas relatam a importância de esforços interdisciplinares para rastrear espécies importantes do ponto de vista ecológico e socioeconômico, como plantas para geração de energia, aromáticas, entre as espécies que colonizam naturalmente. Nesse sentido, a fitorremediação sustentável poderia ser alcançada.

Como forma de destinação da biomassa, segundo Sharma *et al.* (2015), algumas técnicas como compostagem, compactação e pirólise estão sendo utilizadas como pré-tratamentos, e a incineração, extração de líquidos e descarte direto da fitomassa estão entre os métodos de disposição final. Entre os pré-tratamentos, a pirólise é considerada mais eficaz e benéfica, pois termina na redução de um volume considerável de fitomassa e leva à produção de produto final útil, isto é, gás pirolítico, porém, possui um custo bastante elevado. A incineração ou fundição são métodos de disposição final que culminam na recuperação de metais do material vegetal e na redução significativa do volume de resíduos, porém, inclui a desvantagem da produção de dioxinas. Outro método de destino da fitobiomassa contaminada seria a gaseificação, que agrega a valorização para produção de eletricidade e calor (SHARMA *et al.*, 2015).

Algumas plantas são sugeridas pela sua capacidade de retirar das águas nutrientes e substâncias tóxicas, dando condições favoráveis para a base alimentar nos ecossistemas aquáticos. Lemnáceas ou lentilhas d'água são muito usadas no caso dos

esgotos, pela capacidade de se propagarem rapidamente e de retirarem substâncias tóxicas da água. Dentre as plantas eficientes estão o aguapé (*Eichhornia crassipes*), a alface-d'água (*Pistia stratiotes*), a orelha-de-onça (*Salvinia auriculata*) e a taboa (*Typha domingensis*) (MARQUES *et al.*, 2018).

Wetlands

Sperling *et al.* (2018) mencionam que, na literatura, há expressões, com destaque para wetlands como: sistemas alagados construídos; terras úmidas construídas; leitos plantados; leitos com macrófitas; filtros plantados com macrófitas; filtros com macrófitas; leitos cultivados; sistemas de zonas de raízes; jardins filtrantes, entre outras.

Wetlands naturais são ecótonos, ou seja, são zonas naturais de fronteiras entre a água dos ambientes lênticos (lagos, açudes e represas) e os ambientes terrestres adjacentes, desenvolvendo uma biota altamente diversificada. Constituem-se em locais de recepção e de atenuação dos impactos terrestres, em que as plantas exercem atividades filtradoras e ocorrem transformações bioquímicas, químicas e físicas, que modificam a qualidade da água (MARQUES *et al.*, 2018).

O sistema de wetland é baseado em uma estação de tratamento de poluentes, utilizando a fitorremediação. Esse sistema de tratamento constitui-se na combinação de ecossistemas, no qual as plantas são selecionadas conforme a região em que o jardim será implantado, pelo potencial de tolerância a variações do tempo, tipos de poluentes e em relação ao consumo de oxigênio. Os jardins utilizam as propriedades das plantas, microrganismos e substratos na rizosfera para extrair, fixar e tratar poluentes (MARQUES *et al.*, 2018).

Os pântanos construídos são uma tecnologia de tratamento de esgoto eficaz na remoção de poluentes e tem sido amplamente utilizada por sua construção, não dando despesa operacional e alto desempenho de remoção de poluentes. As principais vias de

remoção de N no esgoto por pântanos construídos contém degradação microbológica, adsorção, sedimentação e absorção pela planta. Além disso, o tipo de substrato pode ser significativo e influencia na estrutura da comunidade microbiana (DU *et al.*, 2020).

Os pântanos construídos são sistemas para utilizar plantas cultivadas em substratos (solo, areia, brita ou cascalho), onde, naturalmente, ocorrem processos físicos, químicos e bioquímicos de tratamento das águas residuárias (MATOS *et al.*, 2010).

As zonas úmidas construídas (SACs) têm sido aplicadas com sucesso como uma tecnologia ecológica e econômica para tratar vários tipos de águas residuais e purificar os efluentes (DONG *et al.*, 2021).

A eficiência do tratamento varia para diferentes poluentes e muda, consideravelmente, no espaço e no tempo, dependendo, principalmente, do tipo de SAC usado, projeto, idade do sistema, modo de alimentação (como as águas residuais são aplicadas), carga hidráulica (HL), tempo de detenção hidráulica (DTH) e o efeito de diferentes temperaturas, em que a eficiência da remoção tende a mudar durante o ano (TORRENS *et al.*, 2021).

Matos *et al.* (2010) informam que as principais variáveis para dimensionamento de sistemas de tratamento de águas residuárias em wetlands, SACs (Sistemas Alagados Construídos) são o tempo de residência hidráulica, geometrias do tanque (altura, largura e comprimento), a taxa de carga orgânica e a taxa de aplicação hidráulica.

Segundo Lima (2016), os wetlands construídos são qualificados em função do fluxo das águas residuárias, sendo, então, denominados por wetland de escoamento superficial e wetland de escoamento subsuperficial, sendo este último, desmembrado em fluxo vertical e fluxo horizontal. Nos wetlands de fluxo superficial, a água flui sobre a superfície do meio filtrante, por entre os caules e as folhas da vegetação. Nos wetlands de fluxo subsuperficial, o líquido é drenado por gravidade horizontalmente ou verticalmente pelo meio filtrante, entrando em contato com organismos que vivem em associação com o meio suporte e as raízes das plantas. O princípio básico é a formação

de biofilme aderido a um meio suporte e as raízes das plantas, em que comunidades de microrganismos aeróbios e anaeróbios depuram os constituintes dos esgotos (LIMA, 2016).

Lima (2016) ainda relata que wetland de fluxo vertical (WFV) são filtros de escoamento vertical intermitente, preenchido por material que dará base aos vegetais. O nível de água permanece abaixo do meio suporte, impossibilitando o contato com animais e pessoas, além de evitar a proliferação de insetos e o mau cheiro. Nesse sistema, em semelhanças aos wetlands de fluxo horizontal, as macrófitas são plantadas diretamente no material de recheio, sendo o efluente disposto intermitentemente sob a superfície do módulo, inundando-o e percolando verticalmente.

Meio suporte

O material filtrante, meio suporte ou maciço filtrante, é o elemento de sustentação das macrófitas, aderência do biofilme e o agente responsável pela filtragem do esgoto nos wetlands construídos. Além de atuar de forma física pelo processo de filtragem, esse material também está envolvido na maioria das reações bioquímicas que se desenvolvem no interior dos wetlands construídos, pelo fato de atuar como suporte para o desenvolvimento do biofilme microbiano, além de realizar o processo de adsorção de poluentes (fenômeno químico) sobre seus grãos (SEZERINO *et al.*, 2018).

Sezerino *et al.* (2018) mencionam, ainda, que o material filtrante deve possuir características que conciliam uma boa permeabilidade por meio dos poros entre os grãos que constituem o material filtrante, bem como apresentam um bom potencial reativo de adsorção. A permeabilidade deve ser tal que permita a filtragem de sólidos suspensos presentes no esgoto sem que o sistema colmate rapidamente, ou seja, apresenta-se com sinais de entupimento. Já o potencial reativo deve favorecer a adsorção de compostos inorgânicos presentes no esgoto, que consiste na retenção por atração química de alguns compostos sobre a superfície dos grãos do material filtrante.

Silva (2007) menciona que o meio suporte tem dupla função: filtração no decorrer do processo de tratamento de águas residuárias; e suporte para o desenvolvimento das plantas.

O material filtrante é o responsável por propiciar o local de fixação das comunidades bacterianas, formando o chamado biofilme, que pode ser definido como um conjunto de microrganismos e de produtos extracelulares que se aderem sobre um suporte sólido, formando uma camada volumosa e espessa, com uma estrutura externa não totalmente regular e uniforme. A interação, ao longo do biofilme com o esgoto, se dá de forma diferenciada, devido à variação do gradiente de oxigênio dissolvido no meio de forma geral. O oxigênio que entra no biofilme é consumido gradualmente, até que o mesmo se extinga e surjam condições anóxicas ou anaeróbias, direcionando o desenvolvimento de outras comunidades microbianas. Assim, a coexistência entre condições aeróbias, anóxicas e anaeróbias é uma importante característica dos sistemas com biofilmes (SEZERINO *et al.*, 2018).

Espécies utilizadas

Trapoeraba (*Commelina benghalensis*)

Segundo Carvalho (2013), a espécie *Commelina benghalensis*, pertence a classe Liliopsida (monocotiledôneas), família *Commelinaceae*, trapoeraba (*Commelina benghalensis*). Outros nomes são dados à espécie como: andaca; andacá; andarca; erva de santa luzia; maria-mole; marianinha; marianinha branca; rabo de cachorro; e trapoeraba.



Figura 1 – Trapoeraba (*C. benghalensis*)

Krolikowski *et al.* (2017) mencionam que as espécies pertencentes ao gênero *Commelina*, são plantas perenes, herbáceas, tenras, suculentas e semiprostradas, capazes de cobrir intensamente a superfície do solo. A espécie *C. benghalensis* apresenta folhas levemente pubescentes, de 6-12 cm de comprimento, e sua reprodução é realizada, principalmente, por sementes. Se deixado alguns ramos sobre o solo ou enterrados a pequena profundidade, pode ocorrer o restabelecimento da cultura, o que torna uma planta muito resistente aos métodos de controle mecânico. Apesar de o desenvolvimento ser maior em solos leves e ricos e em condições de boa umidade, a *C. benghalensis* quando bem estabelecida, suporta longos períodos de estresse hídrico.

Brighenthi e Oliveira (2011) mencionam que a trapoeraba (*C. benghalensis*) apresenta uma característica peculiar com reprodução por sementes subterrâneas formadas nos rizomas. Flores modificadas ocorrem em rizantógenos (rizomas subterrâneos), formando frutos e sementes verdadeiras por partenocarpia, sendo essas maiores que aquelas formadas a partir de flores na parte aérea da planta. Também pode ocorrer enraizamento a partir de nós de seus ramos. E que, também, as plantas daninhas não devem ser vistas sempre como inimigas ou indesejáveis. Muitas vezes, devem ser encaradas como aliadas. As características benéficas encontradas nas espécies podem ser muitas, sendo a descoberta dessas utilidades, o objetivo de muitos estudos científicos, sendo que a trapoeraba apresenta um potencial melífero.

Kansagara e Pandya (2019) afirmam que a espécie *C. benghalensis* é usada como remédio folclórico para tratar e prevenir várias doenças como queimaduras, dores de garganta, dor de cabeça, lepra, febre, picada de cobra e icterícia. Apresenta atividades farmacológicas como laxante, anti-inflamatória, antimicrobiana, anticancerígena, sedativa, analgésica, hepatoprotetora, antidepressiva, antiviral, antioxidante, antidiarreica, demulcente, emoliente, diurética e febrífuga.

Braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*)

Alvim *et al.* (2002) definem que o gênero braquiária é muito amplo, com cerca de 80 espécies, na grande maioria de origem africana. A primeira introdução oficial no Brasil foi da *Brachiaria decumbens* em 1952 e que a partir de 1965 ocorreu importações também da *Brachiaria ruziziensis*, da *Brachiaria brizantha* e de grande quantidade de sementes.

Alvim *et al.* (2002) citam, ainda, que uma das características estruturais da braquiária é que apresentam enraizamento nos nós, suas folhas são desprovidas de pelos e de coloração verde-brilhante. Os colmos são finos e flexíveis, sendo por meio deles que se faz a propagação da espécie, que quando entram em contato com o solo, se adaptam e apresentam boa cobertura vegetal, protegendo-o contra a erosão do solo.



Figura 2 – Braquiária (*Brachiaria arrecta*)

Botrel *et al.* (2002) mencionam que a *Brachiaria arrecta* é conhecida como *Tanner Grass*, ou capim-braquiária do brejo, e apresenta hábito de crescimento prostrado. Sua principal importância como forrageira é a adaptação a áreas de baixada, mal drenadas e sujeitas a frequentes inundações.

Edwards *et al.* (2012) informam que a braquiária do brejo pertence à família *Poaceae* e é nativa da África tropical, onde cresce melhor em solos drenados e responde bem à fertilização com nitrogênio.

As espécies do gênero *Brachiaria* mais utilizadas no Brasil, para formação de pastagens, em ordem decrescente, são: *B. decumbens*; *B. brizantha*; *B. humidicola*; *B. ruziziensis*; *B. dictyoneura* (Fig & De Not); Stapf; *B. mutica* (Forsk); Stapf.; e *B. arrecta* Napper (ALVIM *et al.*, 2002).

Monteiro *et al.* (1974) alegam que a espécie é indicada para terrenos úmidos, sendo bastante agressiva e formando bons pastos. Sua propagação é feita por estacas (pedaços de colmos), que se enraízam com facilidade.

Legislação ambiental

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357 de 17 de março de 2005, que 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, sofreu alterações por meio das Resoluções Conama nº 393 (2007), Conama nº 397 (2008), Conama nº 410 (2009) e Conama nº 430 (2011).

A referida norma enquadra os corpos receptores em classes de água: I) águas doces – águas com salinidade igual ou inferior a 0,5%; II) águas salobras – águas com salinidade superior a 0,5% e inferior a 30%; e III) águas salinas – águas com salinidade igual ou superior a 30%.

Ainda, a referida resolução menciona em seu Art. 3º que as águas doces, salobras e salinas do território nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

No Art. 4º, as águas doces são classificadas em:

- I) classe especial – águas destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- II) classe 1 – águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274 (2000); d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas;
- III) classe 2 – águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274

(2000); d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca;

- IV) classe 3 – águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais; e
- V) classe 4 – águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Em seu Art. 5º, as águas salinas são assim classificadas:

- I) classe especial – águas destinadas: a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- II) classe 1 – águas que podem ser destinadas: a) à recreação de contato primário, conforme Resolução Conama nº 274 (2000); b) à proteção das comunidades aquáticas; e c) à aquicultura e à atividade de pesca;
- III) classe 2 – águas que podem ser destinadas: a) à pesca amadora; e b) à recreação de contato secundário; e
- IV) classe 3 – águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

Em seu Art. 6º, as águas salobras são assim classificadas:

- I) classe especial – águas destinadas: a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;

- II) classe 1 – águas que podem ser destinadas: a) à recreação de contato primário, conforme Resolução Conama nº 274 (2000); b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à aquicultura e à atividade de pesca; d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- III) classe 2 – águas que podem ser destinadas: a) à pesca amadora; e b) à recreação de contato secundário; e
- IV) classe 3 – águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

As demais classificações constam na resolução Conama nº 357 (2005), com suas devidas alterações nas resoluções Conama nº 393 (2007), Conama nº 397 (2008), Conama nº 410 (2009) e Conama nº 430 (2011).

Os padrões de lançamentos foram atualizados conforme resolução Conama nº 430 (2011), que menciona em seu Art. 16, que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam às condições e padrões previstos nesse artigo, resguardadas outras exigências cabíveis: pH entre 5 e 9; temperatura inferior a 40°C; N – 20 mg/L – Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C) – remoção mínima de 60% de DBO, sendo que esse limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor NT 20 mg/L.

Ainda segundo a resolução Consema nº 143 (2019), do Estado de Santa Catarina, menciona em seu anexo VIII, as recomendações para aplicação de fertilizantes orgânicos de suínos e monitoramento da qualidade do solo adubado.

Normatiza, também, que nas propriedades onde o dejetos é submetido a algum sistema de tratamento que remova mais de 40% do nutriente P do efluente (o nutriente P removido do dejetos deverá ser obrigatoriamente exportado da propriedade e não aplicado nas áreas agrícolas licenciadas); deverá ser usado o nutriente N como limitante para fins de licenciamento ambiental e dimensionamento do número de animais a serem alojados em um estabelecimento produtor de suínos. Nesse caso, as doses de N devem ser calculadas visando atender a demanda desse nutriente pelas culturas agrícolas.

Ainda menciona que nas propriedades que contam com sistemas de tratamento avançados de remoção acima de 70 % de N e P do efluente, deverá ser apresentado estudo técnico específico detalhando a destinação do efluente tratado no solo ou lançamento em corpos receptores, considerando-se as recomendações técnicas e legislações ambientais vigentes e aplicáveis como a resolução Conama nº 430 (2011), CQFS-RS/SC (2004) e atualizações.

Parâmetros físico-químicos e indicadores microbiológicos

Matéria orgânica

Silva (2007) define que em esgotos domésticos, a matéria orgânica é encontrada em solução, representada pelos sólidos orgânicos dissolvidos (rapidamente biodegradáveis), e em suspensão, relativa aos sólidos suspensos no meio líquido (lentamente biodegradáveis). A fração em solução é utilizada diretamente pelas bactérias heterotróficas – principais responsáveis pela redução da DBO nos sistemas de leitos cultivados.

Silva (2007) ainda menciona que a fração em suspensão é solubilizada pelo mecanismo da hidrólise, realizada pela atuação de enzimas intra e extracelulares produzidas pelas bactérias e que servem de catalisadoras nas reações de oxidação.

Sperling (2014) define a matéria orgânica como o principal problema de poluição para os corpos d'água, pois, o excesso desse parâmetro em um corpo d'água resulta no consumo de oxigênio dissolvido. Tal se deve às ações das bactérias decompositoras, que utilizam o oxigênio disponível no meio para a respiração, causando a mortandade de espécies aquáticas. Considerando a multiplicidade de formas e compostos encontrados na matéria orgânica em termos práticos, são adotados os métodos diretos e indiretos para determinação da matéria orgânica.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) são medidas indiretas da matéria orgânica e estabelecidas com parâmetros de qualidade das águas. A remoção da DBO retrata a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar, por meio de processos bioquímicos, a matéria orgânica. Já a DQO corresponde a uma oxidação química (SPERLING, 2014).

Microrganismos

Sperling *et al.* (2018) definem que a ação dos microrganismos é o principal agente transformador que ocorre nas reações dos compostos biodegradáveis presentes nos esgotos dos wetlands construídos. A diversidade e abundância de microrganismos são enormes e variadas, destacando-se o grupo das bactérias e das arqueas. O surgimento e a predominância de comunidades específicas de microrganismos estão ligados às condições do ambiente ao seu entorno como: disponibilidade de oxigênio; carbono; temperatura; potencial redox; e material suporte.

As bactérias (aeróbias e anaeróbias) são os microrganismos mais abundantes em sistemas wetlands e acredita-se que elas são as responsáveis pela maior parte do tratamento das águas residuárias (SILVA, 2007).

Dos diversos microrganismos que habitam os filtros plantados, as bactérias são as mais representativas, responsáveis pelos processos de decomposição da matéria orgânica, de nitrificação e desnitrificação. Os protozoários são, normalmente, maiores

que as bactérias e, frequentemente, tendem a absorvê-las como fonte de energia (LIMA, 2016).

Atividade Microbiológica

A hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) é usada como indicador geral, sendo um novo método que avalia a atividade hidrolítica indiscriminada. FDA é hidrolisado por várias enzimas (lípsases, proteases e esterases), presente nos microrganismos e, por esse motivo, tem sido usado para avaliar a atividade microbiana nas amostras de solo (CORREA, 2009).

Diallo-Diagne *et al.* (2016) ressaltam que o FDA é hidrolisado por esterases, proteases e lipases, enzimas envolvidas na decomposição microbiana da matéria orgânica no solo e, assim, desempenha um papel importante nas fases iniciais da decomposição de compostos orgânicos.

De acordo com Schnurer (1982), o FDA é um método que pode medir a taxa de desenvolvimento da biomassa microbiana por meio da cloração desenvolvida pela fluoresceína, que pode ser quantificada espectrofotometricamente.

Nitrogênio

O nitrogênio orgânico presente em wetlands é, geralmente, associado aos materiais particulados, que por sua vez podem ser constituídos por algas, matéria orgânica e detritos das plantas mortas, as quais poderão ocasionar o processo de reintrodução de nitrogênio (N) ao meio (LIMA, 2016).

Sezerino (2006) define que o nitrogênio é um elemento-chave nos ciclos biogeoquímicos existentes nos wetlands construídos. As formas encontradas nos filtros plantados com macrófitas, na sua maior parte oriundas dos lançamentos de esgotos, variam desde compostos orgânicos – aminoácidos, ureia, ácidos úricos, purinas e

pirimidinas, até compostos inorgânicos em diferentes estágios de oxidação – amônia (NH_4 e/ou NH_3), nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), óxido nítrico (NO), óxido nitroso (N_2O) e, finalmente, nitrogênio gás (N_2).

Em resumo, o nitrogênio orgânico é mineralizado à amônia por meio da hidrólise e degradação bacteriana; a amônia é oxidada a nitrato por bactérias nitrificantes em zonas aeróbias; por fim, os nitratos são convertidos a nitrogênio gasoso em ambientes anóxicos e anaeróbios. O oxigênio requerido para a nitrificação é suprido por convecção e difusão atmosférica e pelas plantas. Porém, o nitrogênio também é requerido pelas macrófitas e, portanto, incorporado em sua biomassa. Outros mecanismos como a volatilização e a adsorção são verificados, mas, em menor importância quando comparados com a nitrificação/desnitrificação (SEZERINO, 2006).

Fósforo

Segundo Silva (2007), o fósforo (P) é encontrado em solução, em partículas ou em tecidos de organismos aquáticos. Os processos de transformação dos compostos em wetlands estão relacionados à incorporação de matéria orgânica, liberação de fósforo solúvel, a partir de ácidos orgânicos produzidos pela decomposição da matéria orgânica, adsorção, precipitação e absorção pela planta, imobilização microbiana, lixiviação e mineralização.

Sezerino (2006) menciona que as principais formas de retenção de fósforo são a adsorção e a precipitação junto ao material filtrante, sendo que esses mecanismos serão diretamente proporcionais à presença de minerais como o ferro (Fe), alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Essas reações são controladas pela interação do pH e potencial redox com os minerais presentes, sendo que em meio suporte ácido, o fósforo pode ser fixado por alumínio ou ferro; em meio suporte alcalino, o fósforo pode ser fixado por cálcio ou magnésio.

Eficiência da remoção

Vale (2006) define que a avaliação de qualquer processo de tratamento é baseada na análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do início e do final do tratamento, calculando o percentual de eficiência de remoção dos parâmetros pré-estabelecidos, ou seja, redução. A eficiência ou percentagem de remoção de um poluente qualquer é dada pela fórmula:

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} \cdot 100$$

onde:

E = eficiência de remoção (%);

C_o = concentração afluenta do poluente (mg/L);

C_e = concentração efluente do poluente (mg/L).

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização do efluente

Para a caracterização do efluente, foram realizadas visitas no Instituto Federal Catarinense – *campus* Araquari-SC e verificado o sistema de tratamento de efluente existente na unidade de suinocultura, que é composto, atualmente, por biodigestor e lagoa facultativa e, também, foi verificado o levantamento de animais, que seria em torno de 120 e gasto de água aproximado para estimativa de vazão.

Dimensionamento dos SACs (wetland) e construção

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Catarinense – *Campus* Araquari-SC, no setor de suinocultura, em que foi constituído por três wetlands (SACs

Sistemas Alagados Construídos), dimensionado conforme estimativa de vazão aproximada de $1\text{ m}^3/\text{dia}$, considerando o consumo de água e matrizes composta na unidade de suinocultura do *campus* IFC – Araquari-SC.

Os tanques (SACs) onde foram realizados os experimentos são caixas d'água em fibras, com volume de 1 m^3 cada, com dimensões de: $1,0\text{ m} \times 2,00\text{ m} \times 0,50\text{ m}$, sendo utilizados substratos como meio filtrante, composto por (brita nº 1 e nº 4), conforme perfil hidráulico a seguir.

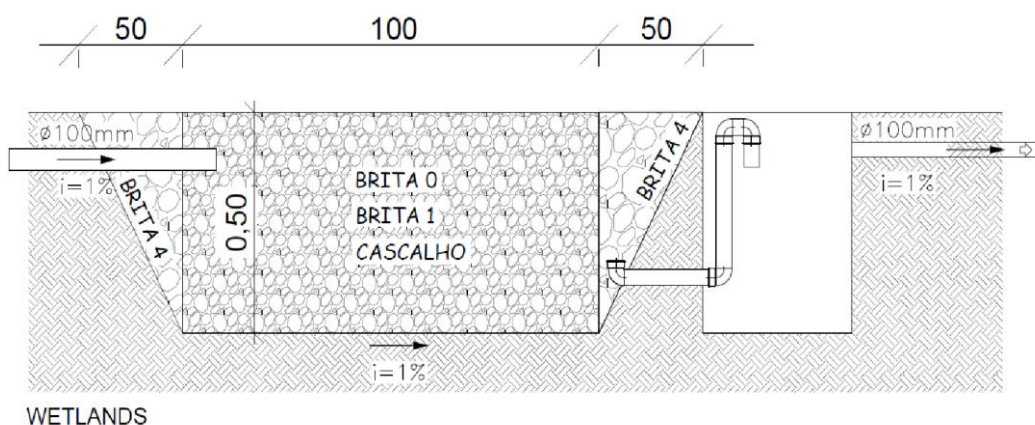


Figura 3 – Wetland de fluxo subsuperficial (Perfil hidráulico)

A vazão do efluente dos SACs foi regulada por meio de registros, de maneira que todos recebessem a mesma carga orgânica e vazão ao longo do experimento.

Aplicou-se uma vazão de $0,33\text{ m}^3/\text{dia}$ em cada SAC, considerando o tempo de detenção hidráulica (DT) equivalente a três dias.

Para atingir essa vazão, o efluente proveniente da lagoa de estabilização foi bombeado para uma caixa d'água de 5 m^3 , que posteriormente foi encaminhado aos SACs por gravidade e regulado por meio dos registros.

Como ressaltado, o presente experimento foi composto por três tratamentos distintos: SAC – controle; SAC – trapoeraba; e SAC – braquiária.

O meio filtrante dos SACs foram preenchidos com as seguintes camadas: $0,50\text{ m}$ de brita nº 4 e altura de $0,50\text{ m}$ na entrada e saída da caixa; e $1,00\text{ m}$ com brita nº 1 no meio da caixa na altura de $0,50\text{ m}$ conforme Figuras (4 e 5).



Figura 4 – Estanqueidade dos SACs



Figura 5 – Meio Suporte dos SACs

Critério de escolha de espécies

Após levantamento das espécies já utilizadas, foram selecionadas novas espécies para serem testadas, os requisitos de escolhas foram: maior facilidade em conseguir em áreas próximas; e fácil adaptação em locais úmidos como áreas de brejos, lagos e resistência e adaptabilidade. A partir da seleção foram preparadas as mudas para a avaliação da adaptação ao efluente suinícola. As espécies escolhidas e preparadas para adaptação foram: Papiro (*Cyperus papyrus*); braquiária do brejo (*brachiaria arrecta*); cruz de malta (*Ludwigia longifolia*); dracena variegata (*Dracaena reflexa*); trapoeraba (*Commelina benghalensis*); e capim-elefante capiaçu (*Pennisetum purpureum Schum*).

Inicialmente foram utilizadas as mudas encontradas no *campus* e áreas próximas, em seguida foram plantadas em recipientes plásticos e garrafas pets, contendo uma mistura de solo, como areia e umidificados com efluente de suíno, porém, diluídos na proporção de 1:1 (v/v), a fim de verificar a sua adaptação, resistência, toxicidade ao efluente para favorecer o desenvolvimento do sistema radicular das espécies.

Plantio das mudas nos tanques

Depois de verificado que algumas espécies apresentaram melhor desenvolvimento nas raízes durante os 10 dias de adaptação, foram transplantados para os SACs que já estavam com os substratos e efluentes na vazão de 0,33 m³/dia. As

mudas foram transplantadas para os SACs na proporção de 10 mudas por m², sendo que cada muda, apresentava quatro ramos (caule e galhos).



Figura 6 – Implantação das mudas nos SACs

A fim de verificar a adaptação das espécies e a eficiência da remoção dos parâmetros foi iniciada a primeira coleta nos primeiros 20 dias corridos, junto à adaptação das espécies nos SACs. Os parâmetros analisados foram: Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO mg/L; Demanda Química de Oxigênio – DQO mg/L; Nitrogênio Total mg/L; Fósforo mg/L; pH); e o indicador de atividade microbológica, pela análise FDA (atividade enzimática microbiana), em que os resultados obtidos foram por meio de espectrofotômetro.

Análises laboratoriais

A primeira coleta foi realizada em 14 de maio de 2022 após a implantação das mudas em 23 de abril de 2022. A segunda coleta foi realizada após 21 dias em 04 de maio de 2022 e a terceira coleta em 27 de junho de 2022, tendo um intervalo entre as coletas de 21 a 22 dias, totalizando três coletas nos tratamentos instalados (SAC controle, SAC trapoeraba e SAC braquiária).

As repetições foram realizadas com duas amostras de cada SACs, sendo elas coletadas na saída. Também foram coletadas duas amostras na entrada como repetição, totalizando oito amostras entre os meses de maio e junho de 2022.

Após coletadas as amostras, foram encaminhadas para análise FDA no laboratório de química do *campus* IFC – Araquari-SC e, posteriormente, as amostras foram levadas para o laboratório denominado Enry Soluções Ambientais, localizado no município de Araquari-SC, para avaliar os parâmetros (DBO/DQO/N e P). O parâmetro pH foi realizado também no laboratório de química do IFC – *Campus* Araquari, utilizando o medidor de pH (phmetro) de bancada.

O método utilizado para avaliar a DBO₅ foi *Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater* (SMEWW), 22ª edição, Método 5210. Para a DQO (Demanda química de Oxigênio) foi utilizado o método *Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater* (SMEWW), 22ª edição, Método 5220D. O nitrogênio foi utilizado o *Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater* (SMEWW), 22ª edição, Método 4500-NH₃; e o P (Fósforo) foi o *Standard Methods For The Examination of Water And Wastewater* (SMEWW), 22ª edição, Método 4500-P.



Figura 7 – Amostras coletadas para análise

As análises de atividades enzimáticas microbiológicas (análise de FDA) foram realizadas nas amostras dos SACs/tanques (FDA_{efluente}) e nas amostras com as raízes

(FDA_{raiz}), a fim de verificar a atividade enzimática junto às mesmas. As análises de FDA foram realizadas em quintuplicatas como repetições. O preparo das amostras FDA_{raiz} foi pela coleta das raízes das plantas localizadas no meio dos SACs com mesma semelhança e posição.

Durante as análises, as amostras de raízes foram cortadas e pesadas em tamanho uniforme de 1 g, de modo a garantir similaridade entre elas. O preparo das amostras seguiu a bibliografia de Schnurer (1982).

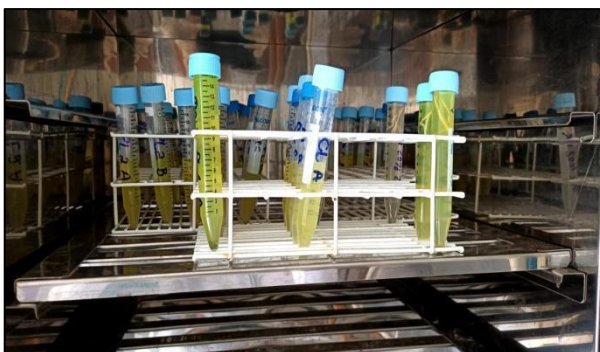


Figura 8 – Amostras de FDA_{efluente}



Figura 9 – Análise FDA_{raiz} (trapoeraba)



Figura 10 – Análise FDA_{raiz} (braquiária)

Descrição da análise estatística

Os dados foram testados quanto à normalidade da distribuição e homogeneidade dos resíduos pelos testes de Shapiro Wilk e de Levene, respectivamente. Os dados paramétricos (DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio, DQO – Demanda Química de Oxigênio, NT – Nitrogênio Total, P – Fósforo, pH e Análise – FDA_{efluente}) foram analisados pelo procedimento MIXED em um modelo que incluiu tratamento e coleta como efeito fixo.

As interações entre tratamento e coleta foram testadas. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey. Usando o critério de informação de Akaike, a estrutura de componentes da variância (VC) foi considerada como o melhor modelo para a estrutura de covariância residual. Os dados não paramétricos (FDA_{raiz}) foram analisados pelo procedimento NPAR1WAY (Kruskal Wallis) e as médias foram comparadas pelo Teste de DSCF. As análises foram realizadas no programa *Statistical Analysis System* (SAS Inst. Inc., Cary, NC, versão 9,3) e diferenças estatísticas significativas foram consideradas quando $P < 0,05$.

O foco principal do estudo foi avaliar os parâmetros DBO, DQO, N, P, pH e Análise FDA_{efluente} e Análise FDA_{raiz} ao longo do tempo, comparando aos tratamentos propostos: SAC – controle; SAC – trapoeraba; e SAC – braquiária.

4.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Escolha das espécies e adaptação

Durante a verificação da adaptação das espécies que foram umidificadas pode-se verificar que algumas tiveram alteração, como folhas caídas, lento brotamento e outras ainda que não sofreram modificações estruturais visíveis durante 10 dias. Ao longo desses 10 dias, as espécies que melhor se adaptaram aos critérios observados foram a

trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e a braquiária do brejo (*Brachiaria arrecta*), pois essas apresentaram rápido desenvolvimento nas raízes, ou seja, fácil adaptabilidade e resistência. A Figura a seguir identifica o desenvolvimento das raízes das espécies que foram umedecidas por 10 dias com o efluente.



Figura 11 – Desenvolvimento de raízes

Da direita para esquerda são as espécies braquiária e trapoeraba, que apresentaram o desenvolvimento de suas raízes. E a seguir, as espécies cruz de malta e capim-elefante, apresentaram um lento desenvolvimento de suas raízes.

Crescimento das plantas e observações visuais

Durante o experimento, foi constatado visualmente que as plantas levaram um tempo aproximado de 10 dias para adaptação. As mesmas eram avaliadas todos os dias,

e começaram a se fixar no meio suporte, apresentando resistência e adaptabilidade ao meio.



Figura 12 – Plantio de mudas (braquiária)



Figura 13 – Adaptação inicial



Figura 14 – Adaptação e crescimento durante o experimento

Nas semanas seguintes apresentaram crescimento e facilidade de adaptação. A manutenção e cortes da vegetação foram realizados quinzenalmente, não necessitando de muita poda/corte. Não foram observadas alterações nas plantas, sinais visuais, como folhas escuras, entre outros. De maneira geral, as espécies se adaptaram e cresceram similarmente.

Dados pluviométricos e temperatura

A área onde o experimento foi instalado está localizada na microrregião de Joinville, município de Araquari-SC e, durante o experimento, foi realizado o acompanhamento pluviométrico para verificar uma possível interferência nos resultados dos parâmetros físico-químicos.

Os dados pluviométricos e temperatura foram obtidos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), (Ciram – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – <https://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/>), referente aos períodos de 2 de maio a 30 de junho de 2022.

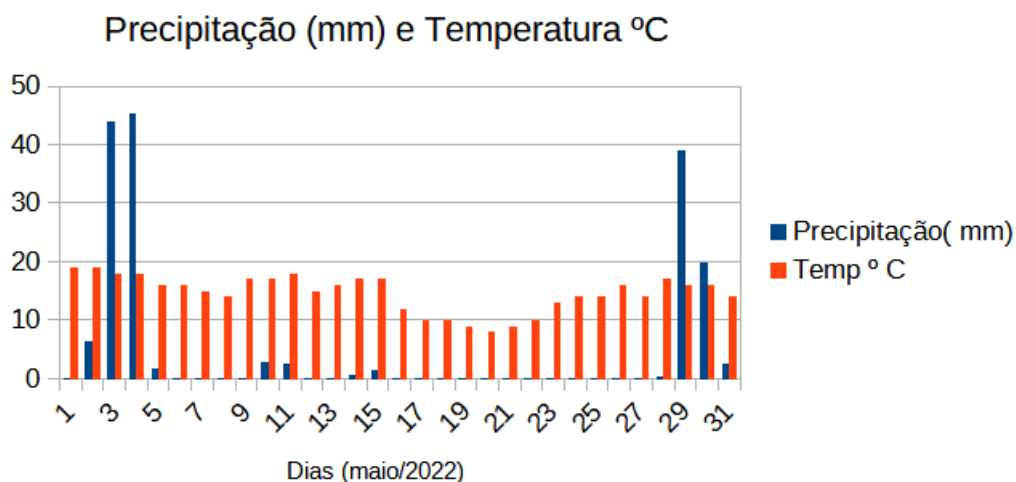


Figura 15 – Gráfico – precipitação total (maio/2022)

Observa-se que durante a primeira coleta realizada no dia 14 de maio de 2022, não houve volume de chuva (precipitação) expressivo nos dias que a antecederam.

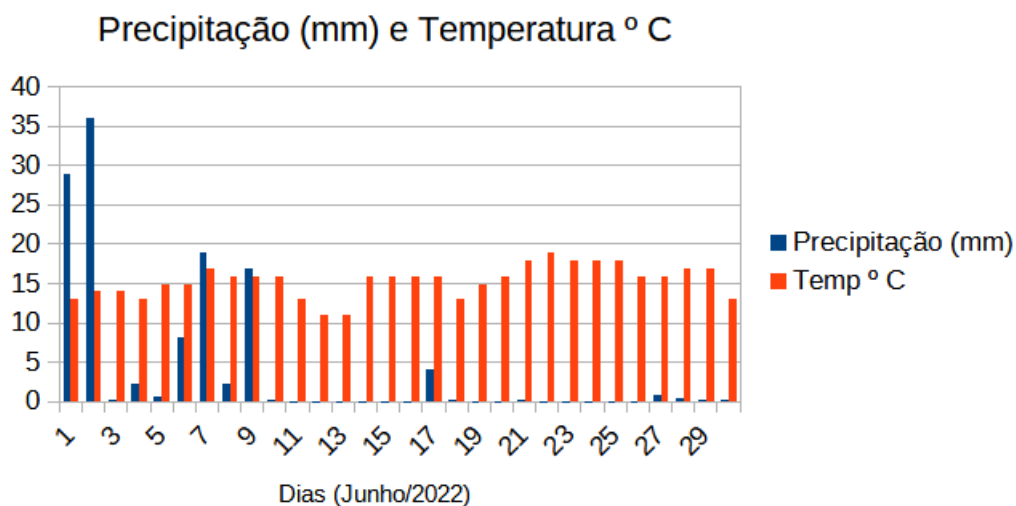


Figura 16 – Gráfico – precipitação total (junho/2022)

No entanto, em relação à segunda coleta realizada em 4 de junho de 2022, identificou-se que houve volume de precipitação expressivo nos dias que a antecederam de 29 de maio a 4 de junho de 2022, variando de 4 mm a 40 mm. Em relação à terceira coleta em 27 de junho de 2022, não houve volume expressivo.

No que se refere à temperatura (temperaturas médias), observou-se que para a época do ano, a mesma se manteve entre 10°C e 18°C, período de inverno para região.

Resultados estatísticos dos parâmetros

Tabela 1 – Efeito da interação entre tratamento e coleta para as variáveis DBO, DQO, N, P e FDA_{efluente}

Coleta	Tratamento				Média	EPM
	Entrada	Controle	Trapoeraba	Braquiária		
DBO (mg/L)						
14/05/22	336,00aA	160,50cAB	274,00abA	233,00cbA	250,88	18,4444
04/06/22	339,00aA	208,00bA	7,00cC	21,00cB	143,75	18,4444
27/06/22	375,50aA	100,00bB	132,50bB	87,50bB	173,88	18,4444
Média	350,17	156,17	137,83	113,83		

EPM	18,4444	18,4444	18,4444	18,4444		
Pr>F						
Coleta*tratamento		0,0025				
			DQO (mg/L)			
14/05/22	610ab	457,50bB	782,50aA	665,00abA	628,75	42,9595
04/06/22	616aA	479,00aA	25,50bC	61,00bB	295,38	42,9595
27/06/22	683aAA	286,00bB	379,00aB	249,00aB	399,25	42,9595
Média	636,33	407,50	395,67	325,00		
EPM	49,6053	49,6053	49,6053	49,6053		
Pr>F						
Coleta*tratamento		0,0039				
			N (mg/L)			
14/05/22	141,95aB	52,30cB	58,91cB	82,63bA	83,95	3,2925
04/06/22	152,06aB	83,42bA	2,72cC	6,80cB	61,25	3,2925
27/06/22	167,61aA	70,77cAB	135,72bA	90,22cA	116,08	3,2925
Média	153,87	68,83	65,78	59,88		
EPM	3,8019	3,8019	3,8019	3,8019		
Pr>F						
Coleta*tratamento		<0,0001				
			P			
14/05/22	27,05aB	19,05aA	26,45aA	28,40aA	25,23	2,2847
04/06/22	18,85abB	20,74aA	6,77abB	5,66bB	13,00	2,2847
27/06/22	44,95aA	12,80bA	18,32bAB	12,57bB	22,16	2,2847
Média	30,2833	17,53	17,18	15,54		
EPM	2,6382	2,6382	2,6382	2,6382		
Pr>F						
Coleta*tratamento		0,0156				
			FDA_{effluente}			
14/05/22	0,78aAB	0,33cB	0,31cB	0,56bA	0,49	0,0187
04/06/22	0,68aB	0,42bB	0,17cC	0,053dC	0,33	0,0187
27/06/22	0,81aA	0,56bA	0,63bA	0,35cB	0,59	0,0187
Média	0,76	0,44	0,37	0,32		
EPM	0,0216	0,0216	0,0216	0,0216		
Pr>F						
Coleta*tratamento		<0,0001				
			pH			

14/05/22	7,90abA	8,06aA	7,68bA	7,82abA	7,86	0,04765
04/06/22	8,14aA	8,12aA	7,23bB	7,22bB	7,68	0,04765
27/06/22	8,07abA	8,27aA	7,95cbA	7,75cA	8,01	0,04765
Média	8,04	8,15	7,62	7,60		
EPM	0,0550	0,0550	0,0550	0,0550		
Pr>F						
Coleta*tratamento		<0,0053				

EPM: erro padrão da média; Pr>F: probabilidade; Letras minúsculas diferentes na linha e maiúsculas diferentes na coluna indicam diferença ($P < 0,05$).

Conforme os resultados estatísticos apresentados na Tabela 1 é possível verificar que houve interação entre os tratamentos e as coletas para as variáveis DBO, DQO, NT, P, pH e FDA_{efluente} .

DBO

Houve interação entre os tratamentos e as coletas para a DBO ($P=0,0025$), conforme Tabela 1. No SAC, a trapoeraba apresentou o menor valor de DBO, enquanto o maior valor foi observado na coleta 1, também para mesma espécie.

Na coleta 2 ocorreu uma possível interferência nos dados, devido ao excesso de precipitação ocorrida durante as duas semanas em que a antecederam, o que pode ter influenciado nos resultados, conforme Figura 15 e 16.

Desconsiderando a coleta 2, observa-se que entre os tratamentos não houve diferença significativa, porém, entre as coletas, observa-se que no SAC controle, não teve diferença significativa, e no SAC trapoeraba e SAC braquiária houve diferença significativa entre as coletas.

Nos SACs trapoeraba houve remoção das médias de DBO de 51,64% e na braquiária de 62,44% entre a coleta 1 e a coleta 3.

A Figura 17 apresenta a variação da DBO ao longo do experimento entre os tratamentos.

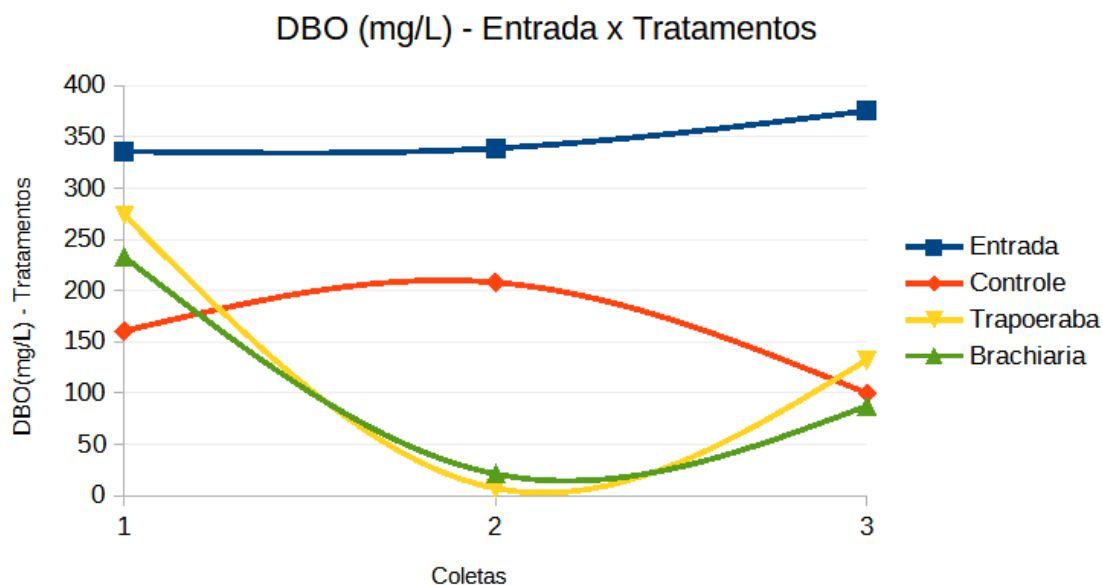


Figura 17 – Variação da DBO nos tratamentos

O gráfico apresenta o comportamento da DBO ao longo do tratamento, que de uma maneira geral, os SACs vegetados se comportaram de maneiras semelhantes, apresentando um declínio no início e após um leve aumento nos valores, diferentemente do SAC controle que teve um aumento no início e após, uma queda. Os valores de entrada se mantiveram constantes, porém, no geral os SACs vegetados tiveram, em média, o melhor desempenho.

A eficiência da remoção das médias de DBO em relação aos valores de médias de entrada, foi de 55,4% para o SAC controle, 60,6% para o SAC trapoeraba e 67,50% para SAC braquiária, em um período de detenção de três dias e vazão (constante) de 0,33 m³/dia.

Ramos *et al.* (2017) mencionam que o aumento da carga orgânica aplicada pode gerar aumento na eficiência de remoção de matéria orgânica.

Mônaco *et al.* (2017) relatam que os resultados obtidos nos SACs cultivados com Helicônia (82,4%) e Lírio-do-brejo (92,2%) indicam que os mesmos foram eficientes na remoção do material biodegradável e podem ser considerados satisfatórios, quando

comparados a outros trabalhos de pesquisa de água residuária de suinocultura em SACs, também cultivados com plantas ornamentais em tempo de detenção aproximado de 1,3 dias.

González *et al.* (2009) informam que a eficiência de remoção para DBO foi de 57% a 74% para um tempo de detenção de três dias, usando as espécies *Typha latifolia* e *Eleocharis interstincta*, respectivamente.

Udom *et al.* (2018) declaram que as eficiências de remoção para DBO foram de 66,53%, 64,95% e 60,27% nos experimentos vegetados e controle, respectivamente.

Analisando a legislação ambiental (Conama nº 430, 2011), verificou-se que ao longo do experimento, os SACs vegetados atenderam a exigência mínima para o parâmetro DBO, eficiência de remoção mínima de 60%.

DQO

Analisando a Tabela 1 afirma-se que houve interação entre os tratamentos e as coletas para o DQO ($P=0,039$).

Em relação à DQO, no SAC controle os resultados foram iguais entre a coleta 1 e a coleta 3, não apresentando diferenças estatísticas.

No SAC trapoeraba houve diferenças significativas entre as coletas, pois na coleta 2 apresentou o melhor resultado, porém, acredita-se que se deve ao fato da ocorrência de fortes chuvas no período, diluindo o efluente. Já no SAC braquiária, não houve diferença significativa entre a coleta 2 e a coleta 3, porém, em relação à coleta 1 apresentou diferença significativa, em que os valores foram reduzidos.

Desconsiderando a coleta 2, observa-se que os valores no tratamento controle mantiveram os resultados semelhantes; no SAC trapoeraba houve diferença, mantendo uma diminuição do valor; e do SAC braquiária da mesma forma, da coleta 1 para a coleta 3.

Matos *et al.* (2010) mencionam que no tratamento de ARS em relação à DQO e TD (tempo de detenção hidráulica) de 4,8 dias, obtiveram entre 88 e 90% de remoção, utilizando as espécies com capim-elefante e com capim-tifton.

Fia *et al.* (2017) relatam que o tratamento proporcionou a obtenção de eficiências médias entre 79 e 82%, valores menores que os obtidos por Matos *et al.* (2010), mesmo com TDH 2,5 vezes maior utilizando as espécies *Typha latifolia* e capim tifton-85 (*Cynodon spp.*).

Xian *et al.* (2010) informam que o experimento realizado com *Dryan* e *Tachimasari*, nos efluentes suinícolas, a remoção da DQO apresentou uma redução, com 83,4% e 85,4% respectivamente e, ainda, mencionam que se deve ao fato da maior parte, a ação dos micro-organismos. Salientam, também, que nos tratamentos vegetados com as macrófitas, essas fornecem uma grande área de superfície para os microrganismos anexarem e prenderem o material particulado, estimulando uma relação simbiótica. A Figura 18 apresenta a variação de DQO (mg/L) em relação aos valores de entrada.

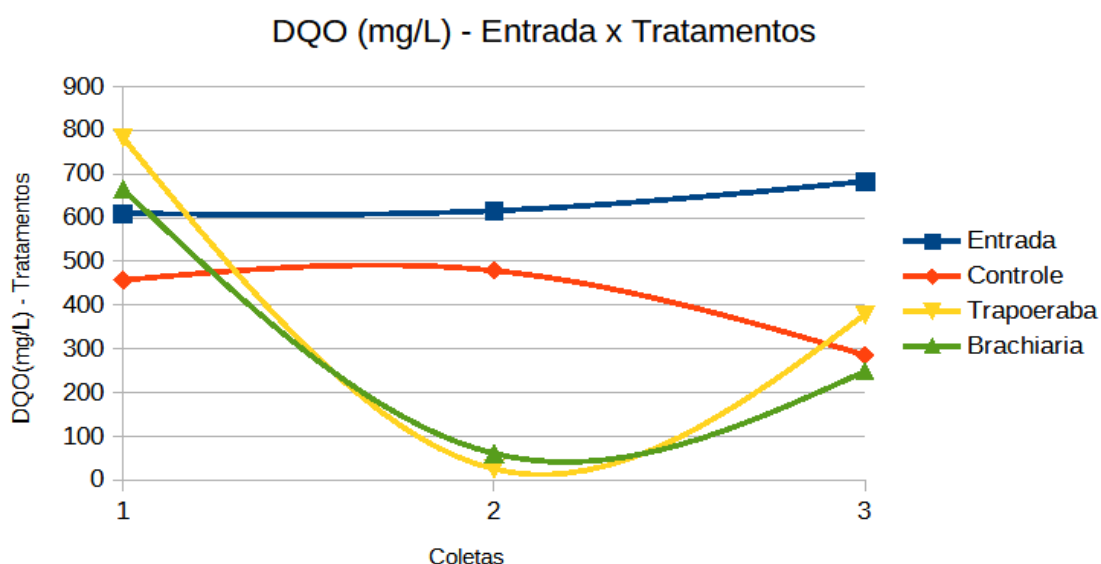


Figura 18 – Variação da DQO nos tratamentos

Ao longo do experimento, conforme Figura 18, se observa que os SACs vegetados se comportaram de maneira semelhante, diferente do SAC controle, que no

início apresentou valores mais altos e após, uma pequena redução. Nos SACs vegetados, os valores que no início eram maiores ao longo do experimento, houve uma redução e se manteve abaixo dos valores de entrada e próximos aos valores do SAC controle.

A eficiência da remoção das médias nesse experimento para DQO em relação aos parâmetros afluentes, reduziram na proporção de 35,96% para o controle, 37,81% para trapoeraba e 48,92% para braquiária, em um período de detenção de três dias entre os meses de abril e julho.

Conforme relatado, o comportamento das remoções variou de acordo com as taxas, vazões aplicadas, aumento da carga orgânica e período de detenção hidráulica. O que se pode afirmar é que a fitorremediação auxilia no tratamento, reduzindo parâmetros físicos químicos.

Nitrogênio

Analisando a Tabela 1 afirma-se que houve interação entre os tratamentos e as coletas para o N ($P=0,0001$).

Em relação ao nitrogênio, no SAC controle entre as coletas, os resultados foram iguais na coleta 1 e coleta 3, porém, na coleta 2 houve diferença significativa.

No SAC trapoeraba houve diferenças significativas, estatisticamente, entre as coletas, pois na coleta 2 apresentou menor valor com melhor resultado, porém, na coleta 3 teve um aumento de valor do nitrogênio.

No SAC braquiária, o nitrogênio se manteve igual na coleta 1 e na coleta 3, se diferenciando na coleta 2, apresentando diferença significativa que também reduziu o valor. Devido às fortes chuvas ocorridas e desconsiderando a coleta 2, pode-se observar que o SAC trapoeraba teve um resultado diferente entre as coletas, apresentando diferença significativa, pois houve um aumento do nitrogênio na coleta 3.

Já no SAC braquiária, os valores entre as coletas não apresentaram diferenças significativas, mantiveram os resultados iguais, semelhantes ao SAC controle. O que se

percebe é que a remoção do nitrogênio não apresentou resultados significativos entre os vegetados e os não vegetados.

Ramos *et al.* (2017) relatam que em SACs, o nitrogênio pode ser removido por filtração, sedimentação, absorção por plantas e micro-organismos, adsorção, nitrificação, desnitrificação e volatilização, ainda a desnitrificação microbiológica, a volatilização e a absorção por plantas são os maiores responsáveis pela remoção de N em SAC tratando águas residuárias.

Xian *et al.* (2010) observaram remoções similares em SACs vegetados e não vegetados, mas aqueles que estavam plantados exibiram potencial ligeiramente maior, ainda segundo os mesmos autores, as raízes das plantas podem fornecer suporte para a colonização microbiológica e ser fonte de carbono (liberando exsudatos) para esses micro-organismos, que podem absorver e utilizar os nutrientes vindos da água residuária. Ainda apresentaram que os resultados sugeriram que a absorção pela planta não foi a principal via de remoção de nitrogênio de águas residuárias de suínos.

Ramos *et al.* (2017) mencionam que a remoção de N, na maioria dos SACs, é baixa quando comparado à remoção de carga orgânica e de sólidos, raramente são maiores por não serem capazes de proporcionar, simultaneamente, condições aeróbias para a nitrificação e anaeróbias para a desnitrificação.

O nitrogênio orgânico presente em wetlands é, geralmente, associado aos materiais particulados, que por sua vez podem ser constituídos por algas, matéria orgânica e detritos das plantas mortas, as quais poderão ocasionar o processo de reintrodução de nitrogênio (N) ao meio (LIMA, 2016).

Nos sistemas alagados de único estágio não podem alcançar maiores eficiências na remoção de nitrogênio, em razão da sua inabilidade em proporcionar condições anaeróbias e aeróbias em um mesmo ambiente, os autores ainda relatam que a participação dos micro-organismos acontece, principalmente, na conversão do amônio em nitrito e, depois, em nitrato. O fato de a maior parte da remoção de nitrogênio ocorrer por mecanismos físicos e microbiológicos confirma a tendência dos dados que

não apresentaram diferenças significativas entre os sistemas vegetados e o não vegetado (FIA *et al.*, 2017).

A Figura 19 apresenta o comportamento do nitrogênio ao longo do experimento, em relação aos valores de entrada.

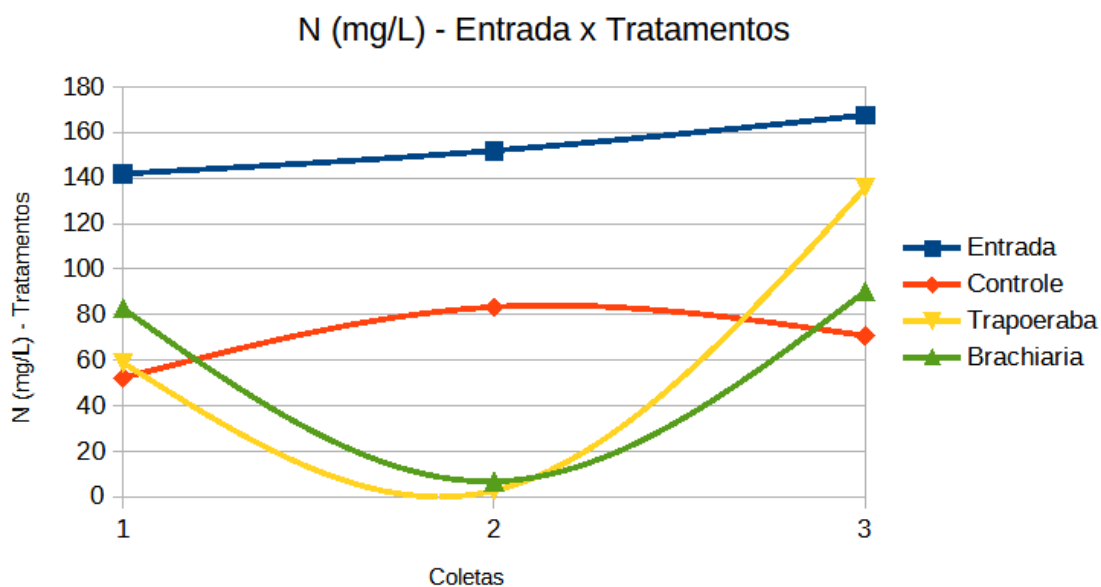


Figura 19 – Variação do N (mg/L) nos tratamentos

A Figura 19 mostra que os valores de entrada que se mantiveram constantes com pequena variação e no SAC controle teve um leve aumento ao longo do tratamento com pequeno declínio no final. Os SACs vegetados tiveram um decaimento inicial e, posteriormente, um aumento do nitrogênio.

No entanto, diante das análises estatísticas e valores de médias de entrada em relação aos dos tratamentos SACs vegetados e não vegetados, pode-se afirmar que os melhores valores apresentados foram com o auxílio da fitorremediação. A eficiência da remoção referente às médias de N em relação aos valores das médias afluentes, foram reduzidos durante o experimento, na proporção de 55,26% para o controle, 57,24% para trapoeraba e 61,08% para braquiária, para um período de detenção de três dias.

Apesar de apresentar uma maior taxa de remoção de nitrogênio nos SACs vegetados, não atendeu a legislação ambiental (Conama nº 430/2011) para lançamento em corpo hídrico, pois a exigência é 20 mg/L.

Porém, no que se refere à legislação estadual (Consema nº 143, 2019), como fertirrigação, esse deve ser lançado de acordo com as exigências do solo para fins de determinadas atividades agrícolas, ampliando seu uso como fertirrigação.

No entanto, para que fosse lançado no corpo receptor, na legislação estadual seria necessária a remoção de no mínimo 70% de eficiência.

Fósforo

Analisando a Figura afirma-se que houve interação entre os tratamentos e as coletas para a P ($P=0,0156$), conforme Tabela 1.

No SAC controle, entre as coletas não houve diferença significativa; no SAC braquiária na coleta 2 e na coleta 3, não houve diferença significativa, diferenciando somente da coleta 1, que apresentou um valor maior. O que se observa é que na coleta 2, o SAC braquiária apresentou o menor valor de P, enquanto o maior valor foi observado na coleta 1 para a mesma espécie.

No SAC trapoeraba, os resultados de P foram iguais na coleta 2 e na coleta 3, que não apresentou diferença estatística significativa entre elas.

Lembrando que o resultado da coleta 2 pode ter sofrido interferência devido à ocorrência de fortes chuvas que a antecederam.

Analisando e desconsiderando a coleta 2, observou-se que entre o SAC controle não houve diferença significativa entre as coletas. Nos SACs trapoeraba e braquiária, apresentou diferença significativa entre as coletas, com uma redução de valor.

A remoção de Fósforo da coleta 1 para a coleta 3 foi de 32,80% no SAC controle, 30,73% no SAC trapoeraba e 55,73% no SAC braquiária.

No trabalho realizado por Luo *et al.* (2017), foi observado que a taxa de remoção de fósforo é consistentemente alta no início, devido à maior disponibilidade de locais de absorção e aumento da atividade microbológica e captação de P (fósforo) pela planta durante a rápida expansão da planta.

Luo *et al.* (2017) afirmam que os quatro mecanismos de retenção de fósforo nos SACs incluíram adsorção química e física, precipitação, absorção pela planta e também o substrato pode desempenhar papéis vitalmente importantes na remoção de P (fósforo).

A vegetação desempenha um papel importante na assimilação e armazenamento do fósforo. As colheitas de plantas têm sido relatadas como uma maneira importante de remover fósforo em SACs (LUO *et al.*, 2017).

Luo *et al.* (2017), citam Álvarez (2008), informando que a colheita aérea frequente pode retardar o crescimento e o desenvolvimento da biomassa, porém, algumas plantas em SACs não podem ser colhidas várias vezes, preservando um efeito de remoção alto ou normal eficiência em águas residuais, pois a otimização da estratégia de colheita precisa de mais investigações destinadas a melhorar o desempenho da remoção de poluentes. Uma estratégia apropriada de colheita depende das espécies de plantas, estágios de crescimento, épocas de colheita, a densidade da biomassa colhida e condições climáticas.

Sandoval-Herazo *et al.* (2021) citam que o fósforo é removido, principalmente, por meio de processos físicos e químicos, entrando em zonas úmidas em formas orgânicas e inorgânicas. A proporção relativa de cada forma depende das características do solo, vegetação e uso do substrato, meio filtrante da bacia de drenagem. A assimilação e armazenamento do fósforo das plantas dependem do tipo vegetativo e das características de crescimento. Folhas e caules da vegetação emergente e submersa ajudam a assentar partículas, diminuindo a velocidade da água e permitindo que as partículas caiam e que para remover continuamente o fósforo, é necessário “construir” novos meios filtrantes, dentro dos SACs.

Xian *et al.* (2010) relatam, também, que a redução do P é devido à absorção de P solúvel, filtração de material em suspensão pelas raízes das plantas e sedimentação (assimilação na biomassa microbiana e vegetal).

Udom *et al.* (2018) concluíram que as células plantadas apresentaram maior eficiência de remoção e variaram de 48,53%, 44,91% e 41,27% que foram observadas no processo de tratamento em células PC, PP e controle, utilizando as espécies *Pennisetum clandestinum* e *Pennisetum purpureum*.

A Figura 20 apresenta o comportamento do fósforo ao longo do experimento em relação aos valores de entrada.

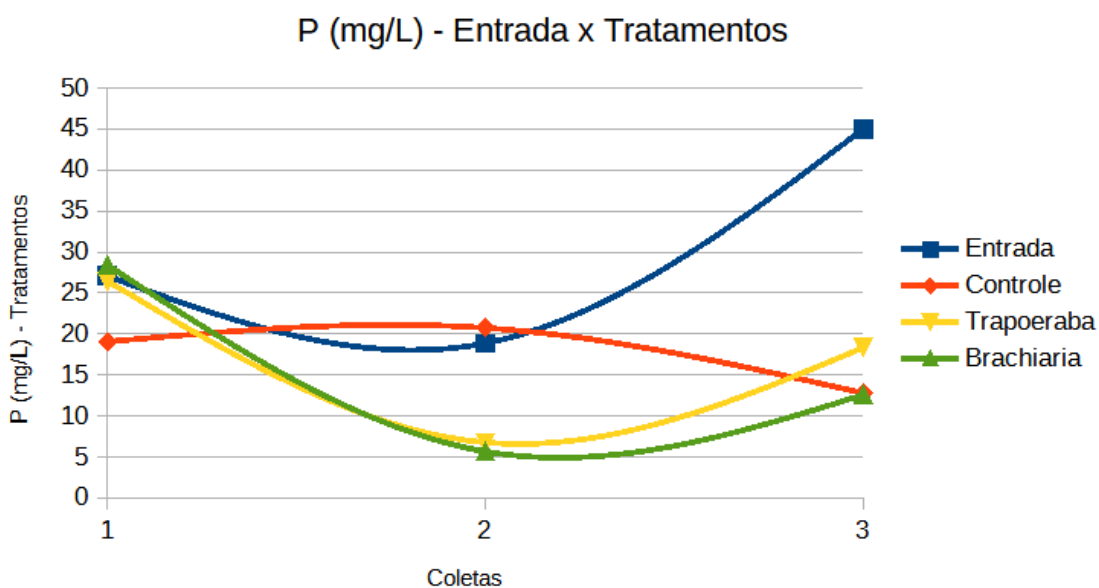


Figura 20 – Variação do P (mg/L) nos tratamentos

O comportamento do P durante o experimento foi que os SACs vegetados apresentaram uma média de valores melhores que os não vegetados. Os valores dos SACs vegetados se mantiveram, em média, abaixo do SAC controle e dos valores de entrada.

A eficiência de remoção das médias de P em relação aos resultados das médias do afluente foram reduzidos em 42,10% para o controle, 43,26% para trapoeraba e 48,67% para braquiária, para o período de detenção hidráulica utilizado três dias.

Neste estudo, a capacidade de absorção de N foi maior em comparação ao fósforo em relação às médias durante o experimento no período.

No que se refere ao atendimento desse parâmetro, a resolução Conama nº 430 (2011) e Conama nº 143 (2019), mencionam que nas propriedades que contam com sistemas de tratamento avançados para remoção acima de 70 % de N e P do efluente, deve ser apresentado estudo técnico específico detalhando a destinação do efluente tratado no solo ou lançamento em corpos receptores, considerando-se as recomendações técnicas e legislações ambientais vigentes e aplicáveis (CQFS-RS/SC, 2004 e atualizações) e (Conama nº 430/11).

Ainda a Conama nº 143 (2019) menciona que nas propriedades onde o dejetos é submetido a algum sistema de tratamento que remova mais de 40% do nutriente P do efluente (o nutriente P removido do dejetos deverá ser obrigatoriamente exportado da propriedade e não aplicado nas áreas agrícolas licenciadas), deverá usar o nutriente N como limitante para fins de licenciamento ambiental e dimensionamento do número de animais a serem alojados em um estabelecimento produtor de suínos. Nesse caso, as doses de N devem ser calculadas visando atender a demanda do nutriente pelas culturas agrícolas.

Segundo dados deste experimento, referente a esse parâmetro, não é possível lançar em corpo receptor, pois os dados de fósforo estão acima do limite exigido, segundo a legislação Conama nº 430 (2011) e Conama nº 143 (2019), necessitando ainda de alternativas, soluções técnicas que visam melhorar a remoção desse parâmetro, seja nas primeiras etapas do tratamento, como aprimorando o tratamento inicial, aumento do tempo de detenção hidráulica, experimentando outro tipo de vegetação.

Ainda conforme o Consema nº 143 (2019), em caso de remoção de 40% de fósforo, como é feito neste estudo de caso, esse deve ser lançado em propriedades como fertirrigação, mas utilizando o limitante do parâmetro nitrogênio.

FDA_(Efluente)

Analisando a Tabela 1 afirma-se que houve interação entre os tratamentos e as coletas para o FDA ($P < 0,0001$).

No SAC controle, a atividade enzimática FDA foram iguais entre a coleta 1 e a coleta 2, não apresentando diferença significativa estatisticamente, porém, houve diferença para coleta 3. Nos SACs trapoeraba e braquiária, os valores de FDA foram diferentes, apresentando diferenças significativas entre as coletas.

Observa-se que também durante a coleta 2, nos SACs vegetados, os resultados apresentaram diferenças significativas, havendo uma diminuição dos valores de FDA. Acredita-se que se deve ao fato das fortes chuvas ocorridas no período que antecedeu a coleta 2.

Desconsiderando os valores da coleta 2, observa-se que o FDA no SAC controle se manteve diferente da coleta 1 para coleta 2. No SAC trapoeraba também houve diferença entre as coletas, aumentando os valores, que deve-se ao fato de que, nesse período, houve o aumento da quantidade de microrganismos e da carga orgânica entre a coleta 1 e a coleta 3.

O SAC braquiária se comportou da mesma maneira, apresentando diferenças significativas entre as coletas, que diminuiu, apresentando menor atividade enzimática, menos matéria orgânica, referente à coleta 1 e a coleta 3.

Comparando os resultados da atividade enzimática – FDA_{efluente} com os valores de DBO nos tratamentos, afirma-se que se comportaram de maneiras semelhantes e proporcionais, ou seja; onde valores de DBO eram maiores, maior eram os valores de FDA, porém, nem todo aumento de FDA ocorre à degradação.

A Figura 21 apresenta a dinâmica da taxa de FDA durante o tratamento em relação às taxas de entrada.

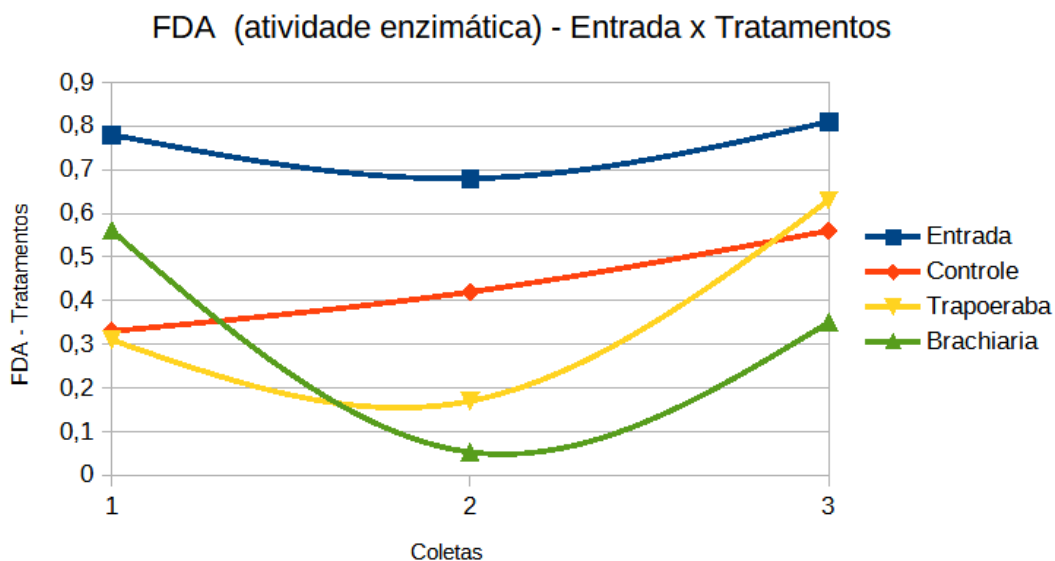


Figura 21 – Variação do FDA nos tratamentos

Conforme apresenta o gráfico, a atividade enzimática, de uma maneira geral, era uniforme com pequena variação nos valores de entradas; no SAC controle teve um pequeno aumento ao longo do tratamento, o que difere dos SACs vegetados que tiveram um declínio e um leve aumento no decorrer do experimento.

As médias das taxas de FDA ocorrida durante o experimento para os SACs foram: controle – 57%; trapoeraba – 48%; e braquiária – 42%, em relação às médias de entrada. O que se percebe é que houve maior atividade enzimática no SAC controle, onde havia mais matéria orgânica e maiores valores de DBO, ou seja, apesar de ter uma maior taxa de FDA, não foi o melhor tratamento, porém, havia mais matéria orgânica para degradar. De uma maneira geral, o que se observou é que os SACs vegetados auxiliaram nas atividades para remoção dos parâmetros de controle da poluição.

Correa (2009) afirma que quanto maior é a atividade microbiológica, maior é a taxa de FDA obtida no sistema de plantio direto, que se deve ao fato atribuído ao maior

teor de matéria orgânica no solo, ou seja, maior a matéria orgânica, maior é a taxa de FDA.

pH

Analisando a Tabela 1, afirma-se que houve interação entre os tratamentos e as coletas para o pH ($P < 0,0053$).

Conforme Tabela 1, nos SACs vegetados, houve diferenças estatísticas significativas entre as coletas, se diferenciando da coleta 2 devido ao período de chuvas. Os valores de entrada não apresentaram diferença significativa entre as coletas.

No SAC controle não teve diferença significativa entre as coletas estatisticamente, o que se percebe é que os SACs vegetados apresentaram dados mais próximos à neutralidade. A Figura 22 apresenta o comportamento do pH ao longo do experimento.

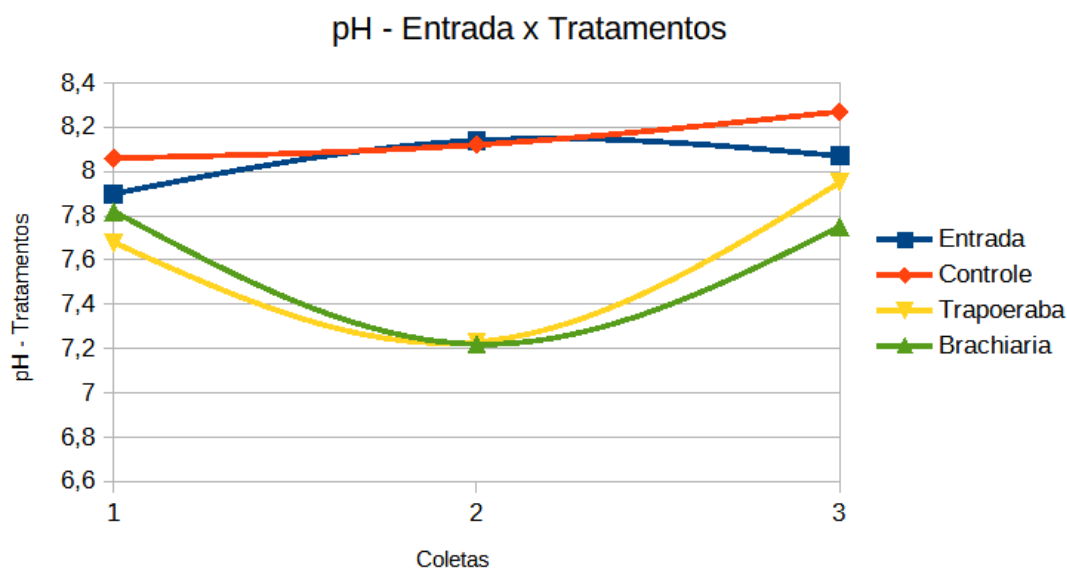


Figura 22 – Variação do pH

A variação do pH nos valores de entrada se mantiveram em torno de 8, um pouco alcalino, que foram muito próximos aos valores do SAC controle. Nos SACs

vegetados se mantiveram no início do tratamento próximo a 8 e, posteriormente, foram declinando, chegando próximo à neutralidade e que, na sequência, teve um leve aumento.

FIA *et al.* (2014) relatam que os valores de pH do efluente em sistemas alagados que permaneceram ligeiramente acima do neutro (entre 6,9 e 8,1) podem influenciar na disponibilidade de alguns nutrientes para as espécies vegetais.

Vivan *et al.* (2010) mencionam que em valores de pH acima de 8,0, pode haver uma diminuição nos níveis de nitrogênio, devido à volatilização da amônia.

Santos *et al.* (2016) afirmam, ainda, que as faixas de pH próximas à neutralidade oferecem condições mais adequadas para degradação da matéria orgânica pelos microrganismos.

FDA_{raiz} da Planta

Tabela 2 – Efeito do tratamento e da coleta para a variável FDA_{raiz} da planta

Variável	Tratamento			Coletas			Média	EPM
	Controle	Trapoeraba	Braquiária	14/05/22	04/06/22	27/06/22		
FDA _{raiz}	-	0,60	0,43	0,76a	0,31b	0,47a	0,51	0,0506

EPM: erro padrão da média; Pr>F: probabilidade; Letras minúsculas diferentes na linha indicam diferença (P<0,05).

A variável FDA da raiz não apresentou distribuição normal e foi avaliada pelo teste de Kurskal-walis. Houve efeito da coleta para o FDA_{raiz}.

Conforme a Tabela 2, entre os tratamentos, a atividade enzimática FDA_{raiz} não apresentou diferenças significativas, pois se mantiveram e se comportaram de maneiras semelhantes. Em relação às coletas, as atividades enzimáticas ocorridas nas raízes das plantas foram semelhantes da coleta 1 e da coleta 3, se diferenciando apenas da coleta 2, conforme comentado anteriormente. Acredita-se que se deve ao fato das fortes

chuvas que ocorreram no período, diminuindo a atividade enzimática nas raízes, pouca matéria orgânica disponível e uma possível diluição ocorrida pelas chuvas.

No estudo de fitorremediação de Silva *et al.* (2004), os autores enfatizaram que a atividade enzimática serve como bioindicador de atividade microbiológica e que foi maior no tratamento com espécies nativas, provavelmente por apresentarem maior acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, ou seja, quanto maior a matéria orgânica disponível, maior é o indicador de atividade enzimática microbiológica.

Diante dos dados apresentados, mediante as taxas de FDA_{raiz} e comparando com a taxa de remoção de médias de DBO, percebe-se que onde houve maior taxa de FDA teve mais micro-organismos, matéria orgânica e o valor de DBO era mais alto.

Na raiz braquiária, o valor de FDA_{raiz} foi menor em comparação com a raiz trapoeraba, em que se observou que nessa raiz, se acumulava mais matéria orgânica, porém, as mesmas não eram degradadas a fim de diminuir os parâmetros de DBO.

As raízes da braquiária apresentaram um menor valor, que teoricamente não se acumulava matéria orgânica, o que indica que as raízes auxiliavam melhor na degradação da matéria orgânica, reduzindo os parâmetros, seja filtrando, oxigenando, reduzindo a taxa de FDA e da DBO, conseqüentemente.

Durante as análises de FDA foi constatado que apesar das raízes apresentarem similaridade, visualmente se diferenciava em relação à espessura e formação das mesmas.



Figura 23 – Raízes – Braquiária do brejo (*brachiaria arrecta*)

Alvim *et al.* (2002) afirmam que as braquiárias (*brachiaria arrecta*) apresentam tipo de raízes fasciculadas (sistema radicular fasciculado) e, normalmente, apresentam enraizamento nos nós.

Já na trapoeraba (*C. benghalensis*), Brighenthi e Oliveira (2011) afirmam que as raízes são fasciculadas e adventícias (que nascem secundariamente, a partir dos caules ou folhas), e que formam seu enraizamento a partir dos nós de seus ramos.



Figura 24 – Raízes – Trapoeraba (*C. benghalensis*)

5 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a fitorremediação pode auxiliar no tratamento de efluentes suínícolas, no que diz respeito à remoção da matéria orgânica (DBO) e outros nutrientes. Os SACs vegetados mostraram melhor desempenho na remoção para todos os parâmetros estudados, do que o não vegetado, identificando a importância da fitorremediação no tratamento de águas residuárias.

Embora o melhor desempenho tenha sido nos SACs vegetados do que no SAC controle, não houve diferença significativa entre o SAC trapoeraba e o SAC braquiária. No entanto, percebe-se que as espécies de plantas utilizadas na fitorremediação são viáveis para auxiliar no tratamento de efluentes suínícolas, por demonstrarem resistência, adaptabilidade e uma remoção maior dos parâmetros físico-químicos quando comparados aos SACs não vegetados no efluente.

Os parâmetros de nitrogênio não apresentaram diferenças significativas entre os vegetados e não vegetados. Durante o experimento houve redução das médias das taxas de remoção quando comparado à entrada, porém, entre as coletas, houve um período de fortes chuvas, o que pode ter influenciado nos resultados, bem como fatores abióticos do meio contribuíram para o favorecimento da adaptação das espécies ao meio, dessa forma, auxiliando na remoção dos parâmetros.

O parâmetro nitrogênio ainda apresentou o mesmo comportamento que outros autores já relataram, em relação à ausência de condições aeróbias para a nitrificação e anaeróbias para a desnitrificação simultaneamente. Além disso, como o nitrogênio está associado a materiais particulados, constituídos por algas, matéria orgânica e detritos de plantas mortas, pode ocasionar a reintrodução ao meio, o que foi observado no decorrer do experimento. Apesar do parâmetro de nitrogênio não atingir o mínimo exigido para fins de lançamento em corpo receptor, chegou próximo, o que pode viabilizar mais o uso como fertilizante orgânico no solo, dependentemente da exigência da cultura a ser plantada no solo, igualmente para o fósforo.

Vale ressaltar que o experimento utilizou um tempo de detenção hidráulica de três dias, realizado em um curto período de inverno, de maio a julho, com baixas temperaturas que se mantiveram entre 10°C e 18°C, em média, além da ocorrência de chuvas intensas, o que pode ter influenciado na remoção dos parâmetros, influenciando a biodegradação da matéria orgânica, além das podas.

Os valores de pH se mantiveram ligeiramente acima do neutro, o que pode ter influenciado na disponibilidade de alguns nutrientes, desfavorecendo a degradação.

As raízes das espécies eram diferentes, sugerindo que essa diferença interfere na degradação da matéria orgânica. Dessa forma, torna-se necessário que sejam realizadas mais pesquisas, nas espécies e seus tipos de raízes, ramificações, formato, uma vez que as mesmas auxiliam na biodegradação, oxigenando, filtrando e dando suporte na absorção de nutrientes, favorecendo a rizofitorremediação.

De uma maneira geral, observou-se que, no decorrer do experimento, apesar de não ter diferenças significativas entre os SACs vegetados e os não vegetados estatisticamente, os SACs vegetados ainda tiveram um melhor resultado, em relação aos valores de médias referentes ao controle, parâmetros de entrada e saída do efluente, o que também foi identificado nos valores da espécie braquiária, em relação à espécie trapoeraba ao controle.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do experimento identificou-se que os SACs vegetados apresentaram melhores valores na eficiência da remoção dos parâmetros, dessa forma, acredita-se que é viável a aplicação de wetlands – Sistemas Alagados Construídos, para auxiliar os tratamentos existentes de dejetos na suinocultura. Ainda que algumas variáveis pudessem ter melhorado a eficiência no tratamento na remoção dos parâmetros, como atenção no corte da vegetação, maior ou menor tempo de detenção hidráulica, aumento de taxa, aumento de vazão, maior tempo de observação e análises de temperatura que possam verificar o comportamento do tratamento na estação mais quente, o verão.

Outro aspecto que vale ressaltar para o desenvolvimento de futuras pesquisas, é em relação às escolhas de espécies que agreguem valor ambiental, espécies que poderiam ser utilizadas como subprodutos, como extração para óleos essenciais e biodiesel, entre outros.

Ainda no que se refere a escolha das espécies, verificar os tipos de raízes, possíveis diferenças, verificando, durante o experimento, se de acordo com a sua forma, tamanho, estrutura, podem interferir, ou ter algum diferencial nos resultados da remoção dos parâmetros.

De uma maneira geral, os resultados da pesquisa mostraram que a fitorremediação auxilia a remover os parâmetros físico-químicos, seja em curso de água ou como fertirrigação. No entanto, recomenda-se que sejam implantados wetlands (SACs) em outras unidades, propriedades de atividade de suinocultura, com o objetivo de controlar, reduzir os parâmetros que, muitas vezes, são lançados em curso de água ou propriedades com pequena área para utilização de fertirrigação, que acabam por não atender a legislação ambiental. Desse modo, a produção de *folders*, cartilhas, explicando a técnica de fitorremediação seria uma forma de ampliar o conhecimento e favorecer a implantação em unidades de suinocultura.

7 REFERÊNCIAS

ALVIM, M. J.; BOTREL, M. DE A.; XAVIER, D. F. As principais espécies de Brachiaria utilizadas no país. Comunicado Técnico 22 – **Embrapa Gado de Leite**, v. 1^a Edição, n. ISSN 1678-313, p. 3-6, 2002.

AMORIM, F. DE; FIA, R. Remoção de coliformes em sistema alagado, construído usado no pós-tratamento de efluentes de suinocultura. **Ambiente & Água – Revista Interdisciplinar de Ciências Aplicadas**, v. 14, p. 1-12, 2019.

BARACUHY, V. S. *et al.* Eficiência na remoção de coliformes em águas cinzas através da fitorremediação. **Revista Verde (Pombal-PB-Brasil)** v.10, n.1, p.57-61, jan-mar, 2015., n. 83, p. 57-61, 2015.

BARRETO, A. B. **Seleção de macrófitas aquáticas com potencial para remoção de metais-traço em fitorremediação**. Dissertação (Mestrado em Saneamento e Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

BOTREL, M. D. A. *et al.* Gramíneas Para Áreas De Baixada. Comunicado Técnico. **Embrapa Gado de Leite**, Juiz de Fora, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Classifica as águas doces, salobras e salinas e determina os limites e categorias de balneabilidade. **Diário Oficial da União**. Disponível em: 05 de abr. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 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**. Disponível em: 05 de abr. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 393, de 08 de agosto de 2007. Dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Disponível em: 05 de out. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 397, de 03 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357 de 17/03/2005. **Diário Oficial da União**. Disponível em: 05 de abr. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 410, de 04 de maio de 2009. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamentos de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**. Disponível em: 05 de abr. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial da União**. Disponível em: 05 de abr. 2022.

BRASIL. Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina. Resolução 143, de 01 de novembro de 2019. Define critérios para o licenciamento ambiental e monitoramento das atividades relativas à suinocultura. **Diário Oficial**. Disponível em: 10 de out. 2021.

BRIGHENTHI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. **Biologia de Plantas Daninhas**. Eds. Biologia e Manejo de Plantas Daninha, ISBN 978-85-64619-02-9, 2001.

CADIS, P. HENKES, J. A. Gestão Ambiental Na Suinocultura: Sistema De Tratamento De Resíduos Líquidos Por Unidade De Compostagem. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 117, 2014.

CARDOSO, B. F. Produção, Tratamento e Uso dos Dejetos Suínos no Brasil. **Desenvolvimento em Questão**, v. 13, n. 32, p. 127, 2015.

CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas**. 1ª Edição: Editado pelo autor, Lages, SC. v. 1p. 82, 2013.

CORREA, M. L. P. *et al.* Atividade Microbiana Enzimática (Fda) como Indicador Microbiológico da Qualidade de Solos em Sistemas de Plantio Direto de Milho Orgânico

e Convencional. **Rev. Bras. De Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1451-1454, 2009.

CQFS-RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo** – Núcleo Regional Sul, p. 400, 2004.

DIALLO-DIAGNE, N. H. *et al.* Response of Soil Microbial Properties to Long-Term Application of Organic and Inorganic Amendments in a Tropical Soil (Saria, Burkina Faso). **Open Journal of Soil Science**, v. 06, n. 02, p. 21-33, 2016.

DIAS, C. DE P. **Análise da Presença de Bactérias Resistentes a Antimicrobianos em Sistema de tratamento de Dejetos de Suinocultura**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Ouro Preto, p. 114, 2018.

DU, L. *et al.* Effects of plant on denitrification pathways in integrated vertical-flow constructed wetland treating swine wastewater. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 201, n. February, 2020.

EDWARDS, A. *et al.* In vitro ruminal fermentation parameters of tanner grass (*Brachiaria arrecta*) supplemented with leaves from three forage trees. **Livestock Research for Rural Development**, v. 24, n. 6, p. 9, 2012.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina**. Agronet. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/>. Acessado em: 05 de agosto de 2022.

FIA, F. R. L. *et al.* Efeito da vegetação em sistemas alagados construídos para tratar águas residuárias da suinocultura. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 303-311, 2017.

FIA, R. *et al.* Remoção de nitrogênio, fósforo, cobre e zinco de águas residuais de suinocultura por capim bermuda e taboa em sistemas de áreas úmidas construídas. **Engenharia Agrícola**. v. 34 n. 1 Jaboticabal jan./fev. 2014 <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000100013>, p. 1–8, 2014.

GONZÁLEZ, F. T. *et al.* Treatment of swine wastewater with subsurface-flow constructed

wetlands in Yucatán, México: Influence of plant species and contact time. **Water SA**, v. 35, n. 3, p. 335-342, 2009.

KANSAGARA, P. A.; PANDYA, D. J. Uma Revisão Completa sobre Ervas Medicinais Ativas : Commelina benghalensis L. (Commelinaceae). **Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 11, n. 4, p. 1165-1171, 2019.

KROLIKOWSKI, V.; DE CARVALHO, F. T.; TEODORO, P. E. Comportamento morfo-fisiológico de commelina benghalensis em resposta a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Bioscience Journal**, v. 33, n. 2, p. 268-275, 2017.

KUNZ, A. *et al.* Effect of storage time on swine manure solid separation efficiency by screening. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 5, p. 1815-1818, 2009.

LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. FITORREMEDIAÇÃO: PLANTAS COMO AGENTES DE DESPOLUIÇÃO? Pesticidas: **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 17, p. 9-18, 31 dez. 2007.

LI, L. *et al.* Effects of duckweed (*Spirodela polyrrhiza*) remediation on the composition of dissolved organic matter in effluent of scale pig farms. **Journal of Environmental Sciences (China)**, v. 55, p. 247-256, 2017.

LIMA, R. F. DE S. **Potencialidades Dos Wetlands Construídos Empregados No Pós-Tratamento De Esgotos: Experiências Brasileiras**, Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

LUO, P. *et al.* Phosphorus removal from lagoon-pretreated swine wastewater by pilot-scale surface flow constructed wetlands planted with *Myriophyllum aquaticum*. **Science of the Total Environment**, v. 576, p. 490-497, 2017.

MARQUES, M. B. L.; PINHEIRO, J. H. P. A.-P. Wetlands: uma alternativa ecológica para o tratamento de efluentes. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 6, n. 41, p. 21-33, 2018.

MATOS, A. T. DE *et al.* Influência da taxa de carga orgânica no desempenho de sistemas alagados construídos cultivados com forrageiras. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 83-92, 2010.

MELO, I. S. DE; AZEVEDO, J. L. DE. **Microbiologia Ambiental**. Embrapa Me ed. Jaguariúna, SP: 2^a. ed. rev. ampl., 2008.

MONACO, P. V. *et al.*; SANTOS, T. E. M. DOS. Tratamento de Água Residuária de Suinocultura em Sistemas Alagados Construídos Cultivados com *Helicônia psittacorum* e *Hedychium coronarium*. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. V.25, n.0, p. 561-568, 2017.

MONTEIRO, M. C. C.; LUCAS, E. D.; SOUTO, S. M. **ESTUDO DE SEIS ESPÉCIES FORRAGEIRAS DO GÊNERO *Brachiaria***. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 9, p. 17-20, 1974.

PANDEY, V. C.; PANDEY, D. N.; SINGH, N. Sustainable phytoremediation based on naturally colonizing and economically valuable plants. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 37-39, 2015.

PINAFFI, C. D. *et al.* Remoção De N E P De Efluente Doméstico Por Plantas Aquáticas Flutuantes. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. 3, p. 77-87, 2017.

RAMOS, N. DE F. S. *et al.* Tratamento de águas residuárias de suinocultura em sistemas alagados construídos, com *Chrysopogon zizanioides* e *Polygonum punctatum* cultivadas em leito de argila expandida. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 1, p. 123-132, 2017.

SANDOVAL-HERAZO, M. *et al.* Plant biomass production in constructed wetlands treating swine wastewater in tropical climates. **Fermentation**, v. 7, n. 4, p. 1-12, 2021.

SANTOS, B. S. DOS *et al.* Evaluation Of Constructed Wetland Treatment System Effectiveness Applied To A Swine Slaughterhouse Effluent. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 13-22, 2016.

SCHNURER, JOHAN; ROSSWALL THOMAS. Fluorescein Diacetate Hydrolysis as a Measure of Total Microbial Activity in Soil and Litter. **APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY**, 1982, v. 43, n. 35, p. 1256-1261, 1982.

SEZERINO, PABLO HELENO; ROUSSO, BENNY ZUSE; PELISSARIA, C. **Cartilha Wetlands Construídos aplicados no tratamento de esgoto sanitário**. 1^a edição ed. Florianópolis: Saneamento básico. 2. Esgotos. 3 Acessórios de Redes de Água e de Esgoto. I. Título,

2018.

SEZERINO, P. H. **Potencialidade dos Filtros Plantados com Macrófitas(Constructed Wetlands) no Pós tratamento de Lagoas de estabilização sob condições de clima Subtropical.** Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC. p. 1-171, 2006.

SHARMA, S.; SINGH, B.; MANCHANDA, V. K. Phytoremediation: role of terrestrial plants and aquatic macrophytes in the remediation of radionuclides and heavy metal contaminated soil and water. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 2, p. 946-962, 2015.

SILVA, M.; SIQUEIRA, E. R.; COSTA, J. L. DA S. Hidrólise de diacetato de fluoresceína como bioindicador da atividade microbológica de um solo submetido a reflorestamento. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1493-1496, 2004.

SILVA, S. C. **Wetland contruídos de fluxo vertical com meio de suporte de solo natural modificado no tratamento de esgotos domésticos, 2007.** Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVA, T. J. DA. **Fitorremediação em Escala Piloto: Proposta para recuperação de solos contaminados com cobre e zinco.** Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, p. 93, 2016.

SOUSA, V. S. *et al.* **ESTADO DA ARTE – RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS DA SUINOCULTURA (2016 – 2020).** V colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar – UNIFIMES, v. n. 1, p. 79-88, 2021.

SU, F. *et al.* Removal of total nitrogen and phosphorus using single or combinations of aquatic plants. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 23, p. 1-12, 2019.

TORRENS, A.; FOLCH, M.; SALGOT, M. Design and Performance of an Innovative Hybrid Constructed Wetland for Sustainable Pig Slurry Treatment in Small Farms. **Frontiers in Environmental Science**, v. 8, n. February, p. 1-13, 2021.

UDOM, I. J.; MBAJIORGU, C. C.; OBOHO, E. O. Development and evaluation of a

constructed pilot-scale horizontal subsurface flow wetland treating piggery wastewater.

Ain Shams Engineering Journal, v. 9, n. 4, p. 3179-3185, 2018.

VALE, M. B. **Avaliação Da Eficiência Da Remoção De Matéria Orgânica E Microbiológica De Três Sistemas De Lagoas De Estabilização Em Série Na Grande Natal-Rn: Beira Rio, Jardim Lola I E Jardim Lola II**. Dissertação (Mestre em Engenharia Sanitária), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. p. 94, 2006.

VILAR, J. B. B. *et al.* Eficiência de um filtro de remediação (TEVAP) na remoção de poluentes em efluentes suínos. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 7, n. 2, p. 94-101, 2019.

VIVAN, M. *et al.* Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 320-325, 2010.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 4ª Edição, ed. [s.l.] Editora UFMG, 2014.

VON SPERLING, M.; SEZERINO, P. H. Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil. **Publicação online Boletim Wetlands Brasil**, n. 2359-0548, p. 65, 2018.

WEIRICH, C. E. *et al.* Temperature influences swine wastewater treatment by aquatic plant. **Scientia Agrícola**, v. 78, n. 4, p. 1-7, 2021.

XIAN, Q. *et al.* Removal of nutrients and veterinary antibiotics from swine wastewater by a constructed macrophyte floating bed system. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 12, p. 2657-2661, 2010.

8 ANEXOS

a) Laudos – Entrada (afluente) – amostras 01 e 02 – 14/05/2022.

	ENRY LAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (41) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1715.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 405.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: E1 LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 14/05/2022 09:40:00 Data de Recebimento: 16/05/2022 09:55:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 28/05/2022 Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique Data da Conferência: 30/05/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	380	mg/L	2	2	16/05/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	690	mg/L	5	25	16/05/2022
Fósforo (P)	30,10	mg/L	0,05	0,05	16/05/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	150,11	mg/L	0,01	0,05	16/05/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,					
Legenda:					
mg/L - Miligrama por Litro,					
Relatório de Ensaios tipo B					
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Abrangência:					
4.1 . O(s) resultado(s) apresentado(s) se referem somente á(s) amostra(s) analisada(s).					
4.2. Este relatório analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.					
4.3. As opiniões e interpretações expressas neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.					
4.4 . A incerteza de medição não será utilizada na regra de decisão para declarar conformidade dos resultados;					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1715.2022- Versao:			Data Emissao:30/05/2022 - Pagina:1/2		



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(+55) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1714.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 405.2022
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: E2 LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 14/05/2022 09:45:00 **Data de Recebimento:** 16/05/2022 09:55:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 28/05/2022
Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique **Data da Conferência:** 30/05/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	292	mg/L	2	2	16/05/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	530	mg/L	5	25	16/05/2022
Fósforo (P)	24,00	mg/L	0,05	0,05	16/05/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	133,78	mg/L	0,01	0,05	16/05/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,



Legenda:

mg/L - Milígrama por Litro,
Relatório de Ensaios tipo B
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

4. Abrangência:

- 4.1. O(s) resultado(s) apresentado(s) se referem somente à(s) amostra(s) analisada(s).
- 4.2. Este relatório analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- 4.3. As opiniões e interpretações expressas neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.
- 4.4. A incerteza de medição não será utilizada na regra de decisão para declarar conformidade dos resultados;

Laudos – SAC Tratamento (Controle) amostras 01 e 02 – 14/05/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (41) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1712.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 405.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: SP LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 14/05/2022 09:48:00 Data de Recebimento: 16/05/2022 09:55:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 28/05/2022 Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique Data da Conferência: 30/05/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	186	mg/L	2	2	16/05/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	530	mg/L	5	25	16/05/2022
Fósforo (P)	18,40	mg/L	0,05	0,05	16/05/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	49,39	mg/L	0,01	0,05	16/05/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,					
Legenda:					
mg/L - Miligrama por Litro,					
Relatório de Ensaio tipo B					
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Abrangência:					
4.1 . O(s) resultado(s) apresentado(s) se referem somente á(s) amostra(s) analisada(s).					
4.2. Este relatório analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.					
4.3. As opiniões e interpretações expressas neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.					
4.4 . A incerteza de medição não será utilizada na regra de decisão para declarar conformidade dos resultados;					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1712.2022 - Versao:			Data Emissao:30/05/2022 - Pagina:1/2		



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(41) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1713.2022.B- V.1

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 405.2022
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: SP LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 14/05/2022 09:53:00 **Data de Recebimento:** 16/05/2022 09:55:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 28/05/2022
Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique **Data da Conferência:** 02/06/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	135	mg/L	2	2	16/05/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	385	mg/L	5	25	16/05/2022
Fósforo (P)	19,70	mg/L	0,05	0,05	16/05/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	55,22	mg/L	0,01	0,05	16/05/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,

Este relatório substitui integralmente o relatório 1713.2022.B- V.0

Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,
Relatório de Ensaio tipo B

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

4. Abrangência:

- 4.1. O(s) resultado(s) apresentado(s) se referem somente á(s) amostra(s) analisada(s).
- 4.2. Este relatório analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- 4.3. As opiniões e interpretações expressas neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.
- 4.4. A incerteza de medição não será utilizada na regra de decisão para declarar conformidade dos resultados;

Laudos – SAC Trapoeraba (*C benghalensis*) – amostras 01 e 02 – 14/05/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (47) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1717.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 405.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: PL01 - LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 14/05/2022 00:00:00 Data de Recebimento: 16/05/2022 09:55:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 28/05/2022 Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique Data da Conferência: 30/05/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	289	mg/L	2	2	16/05/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	825	mg/L	5	25	16/05/2022
Fósforo (P)	33,90	mg/L	0,05	0,05	16/05/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	70,78	mg/L	0,01	0,05	16/05/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,					
Legenda: mg/L - Miligrama por Litro, Relatório de Ensaio tipo B L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Abrangência:					
4.1 . O(s) resultado(s) apresentado(s) se referem somente á(s) amostra(s) analisada(s). 4.2. Este relatório analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração. 4.3. As opiniões e interpretações expressas neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório. 4.4 . A incerteza de medição não será utilizada na regra de decisão para declarar conformidade dos resultados;					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1717.2022- Versao:			Data Emissao:30/05/2022 - Pagina:1/2		



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(47) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1718.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto

Proposta Comercial: 405.2022

Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400

Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: PL01 - LE

Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000

Matriz da Amostra: Efluente

Origem da Amostra: Efluente Líquido

Característica da Amostra: Simples

Data de Coleta: 14/05/2022 00:00:00

Data de Recebimento: 16/05/2022 09:55:00

Responsável pela Coleta: Solicitante

Data Conclusão Amostra: 28/05/2022

Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique

Data da Conferência: 30/05/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	259	mg/L	2	2	16/05/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	740	mg/L	5	25	16/05/2022
Fósforo (P)	19,00	mg/L	0,05	0,05	16/05/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	47,05	mg/L	0,01	0,05	16/05/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,

Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,

Relatório de Ensaio tipo B

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

4. Abrangência:

4.1. O(s) resultado(s) apresentado(s) se referem somente à(s) amostra(s) analisada(s).

4.2. Este relatório analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

4.3. As opiniões e interpretações expressas neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

4.4. A incerteza de medição não será utilizada na regra de decisão para declarar conformidade dos resultados;

Laudos – SAC Braquiária (*Brachiaria arrecta*) amostras 01 e 02 – 14/05/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (47) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1719.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 405.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: PL02 - LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 14/05/2022 00:00:00 Data de Recebimento: 16/05/2022 09:55:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 28/05/2022 Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique Data da Conferência: 30/05/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	322	mg/L	2	2	16/05/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	920	mg/L	5	25	16/05/2022
Fósforo (P)	26,90	mg/L	0,05	0,05	16/05/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	78,94	mg/L	0,01	0,05	16/05/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,					
Legenda:					
mg/L - Miligrama por Litro,					
Relatório de Ensaio tipo B					
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Abrangência:					
4.1 . O(s) resultado(s) apresentado(s) se referem somente á(s) amostra(s) analisada(s).					
4.2. Este relatório analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.					
4.3. As opiniões e interpretações expressas neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.					
4.4 . A incerteza de medição não será utilizada na regra de decisão para declarar conformidade dos resultados;					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1719.2022- Versão:			Data Emissão:30/05/2022 - Página:1/2		



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(47) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1716.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 405.2022
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: PL02 - LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 14/05/2022 01:05:00 **Data de Recebimento:** 16/05/2022 09:55:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 28/05/2022
Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique **Data da Conferência:** 30/05/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	144	mg/L	2	2	16/05/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	410	mg/L	5	25	16/05/2022
Fósforo (P)	29,90	mg/L	0,05	0,05	16/05/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	86,33	mg/L	0,01	0,05	16/05/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3), Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20), Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210 SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,



Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,
Relatório de Ensaio tipo B
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

4. Abrangência:

- 4.1 . O(s) resultado(s) apresentado(s) se referem somente á(s) amostra(s) analisada(s).
- 4.2. Este relatório analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.
- 4.3. As opiniões e interpretações expressas neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.
- 4.4 . A incerteza de medição não será utilizada na regra de decisão para declarar conformidade dos resultados;

b) Laudos – Entrada (afluente) – amostras 01 e 02 – 04/06/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (47) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1992.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 539.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: E1 LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 04/06/2022 08:30:00 Data de Recebimento: 06/06/2022 10:30:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 21/06/2022 Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique Data da Conferência: 21/06/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	338	mg/L	2	2	06/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	614	mg/L	5	25	06/06/2022
Fósforo (P)	16,15	mg/L	0,05	0,05	06/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	157,11	mg/L	0,01	0,05	06/06/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,					
Legenda:					
mg/L - Miligrama por Litro,					
Relatório de Ensaio tipo B					
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Procedimentos de Amostragem					
.					
4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.					
4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.					
4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1992.2022- Versão:				Data Emissão: 21/06/2022 - Página: 1/2	



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(+55) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1991.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 539.2022
Endereço: Rua José Deeke, 595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: E2 LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 04/06/2022 08:35:00 **Data de Recebimento:** 06/06/2022 10:30:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 21/06/2022
Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique **Data da Conferência:** 21/06/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	340	mg/L	2	2	06/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	618	mg/L	5	25	06/06/2022
Fósforo (P)	21,25	mg/L	0,05	0,05	06/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	147,00	mg/L	0,01	0,05	06/06/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3), Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20), Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210 SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,



Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,
Relatório de Ensaios tipo B
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

4. Procedimentos de Amostragem

- 4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.
4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.
4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.

Laudos – SAC Tratamento (Controle) amostras 01 e 02 – 04/06/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (41) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1989.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto					
Proposta Comercial: 539.2022					
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400					
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: SP LD					
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000					
Matriz da Amostra: Efluente		Origem da Amostra: Efluente Líquido			
Característica da Amostra: Simples					
Data de Coleta: 04/06/2022 08:55:00		Data de Recebimento: 06/06/2022 10:30:00			
Responsável pela Coleta: Solicitante		Data Conclusão Amostra: 21/06/2022			
Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique		Data da Conferência: 21/06/2022			
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	192	mg/L	2	2	06/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	550	mg/L	5	25	06/06/2022
Fósforo (P)	20,75	mg/L	0,05	0,05	06/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	88,67	mg/L	0,01	0,05	06/06/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,					
Legenda:					
mg/L - Miligrama por Litro,					
Relatório de Ensaio tipo B					
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Procedimentos de Amostragem					
4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.					
4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.					
4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1989.2022- Versao:				Data Emissao:21/06/2022 - Pagina:1/2	



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(41) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1990.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 539.2022
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: SP LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 04/06/2022 08:53:00 **Data de Recebimento:** 06/06/2022 10:30:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 21/06/2022
Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique **Data da Conferência:** 21/06/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	224	mg/L	2	2	06/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	408	mg/L	5	25	06/06/2022
Fósforo (P)	20,75	mg/L	0,05	0,05	06/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	78,17	mg/L	0,01	0,05	06/06/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,

Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,
Relatório de Ensaio tipo B
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável



4. Procedimentos de Amostragem

- 4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.
- 4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.
- 4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.

Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1990.2022- Versao:

Data Emissao:21/06/2022 - Pagina:1/2

Laudos – SAC Trapoeraba (*C benghalensis*) – amostras 01 e 02 – 04/06/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (+51) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1994.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 539.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: PL01 - LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 04/06/2022 09:09:00 Data de Recebimento: 06/06/2022 10:30:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 21/06/2022 Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique Data da Conferência: 21/06/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	5	mg/L	2	2	06/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	<25	mg/L	5	25	06/06/2022
Fósforo (P)	6,90	mg/L	0,05	0,05	06/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	3,11	mg/L	0,01	0,05	06/06/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,					
Legenda: mg/L - Miligrama por Litro, Relatório de Ensaio tipo B L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Procedimentos de Amostragem					
4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes. 4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão. 4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1994.2022- Versao:				Data Emissao:21/06/2022 - Pagina:1/2	



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(41) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1995.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 539.2022
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: PL01 - LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 04/06/2022 09:10:00 **Data de Recebimento:** 06/06/2022 10:30:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 21/06/2022
Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique **Data da Conferência:** 21/06/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	9	mg/L	2	2	06/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	26	mg/L	5	25	06/06/2022
Fósforo (P)	6,64	mg/L	0,05	0,05	06/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	2,33	mg/L	0,01	0,05	06/06/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3), Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20), Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210 SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,

Legenda:

mg/L - Milígrama por Litro,
Relatório de Ensaio tipo B
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável



4. Procedimentos de Amostragem

- 4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.
- 4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.
- 4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.

Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1995.2022- Versao:

Data Emissao:21/06/2022 - Pagina:1/2

Laudos – SAC Braquiária (*Brachiaria arrecta*) amostra 01 e 02 – 04/06/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (41) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1996.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 539.2022 Endereço: Rua José Deeke, 595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: PL02 - LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 04/06/2022 09:02:00 Data de Recebimento: 06/06/2022 10:30:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 21/06/2022 Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique Data da Conferência: 21/06/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	32	mg/L	2	2	06/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	92	mg/L	5	25	06/06/2022
Fósforo (P)	7,00	mg/L	0,05	0,05	06/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	12,83	mg/L	0,01	0,05	06/06/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,					
Legenda:					
mg/L - Miligrama por Litro,					
Relatório de Ensaio tipo B					
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Procedimentos de Amostragem					
4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.					
4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.					
4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 1996.2022- Versão:				Data Emissão: 21/06/2022 - Página: 1/2	



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(41) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 1993.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 539.2022
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: PL02 - LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 04/06/2022 09:03:00 **Data de Recebimento:** 06/06/2022 10:30:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 21/06/2022
Responsável pela Conferência: Paulo.Henrique **Data da Conferência:** 21/06/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	10	mg/L	2	2	06/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	30	mg/L	5	25	06/06/2022
Fósforo (P)	4,32	mg/L	0,05	0,05	06/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	0,78	mg/L	0,01	0,05	06/06/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3), Fósforo (P),	SMWW, 22ª Edição, Método 4500-NH3 C SMWW, 22ª Edição, Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20), Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW, 22ª Edição, Método 5210 SMWW, 22ª Edição, Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ªEd,



Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,
Relatório de Ensaio tipo B
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

4. Procedimentos de Amostragem

- 4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.
- 4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.
- 4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.

c) Laudos – Entrada (afluente) – amostras 01 e 02 – 27/06/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (47) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 2306.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 628.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: E1 LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 27/06/2022 08:30:00 Data de Recebimento: 27/06/2022 13:30:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 06/07/2022 Responsável pela Conferência: Lucas.Raupp Data da Conferência: 07/07/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	343	mg/L	2	2	27/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	624	mg/L	5	25	27/06/2022
Fósforo (P)	32,10	mg/L	0,05	0,05	27/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	170,33	mg/L	0,01	0,05	27/06/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW - Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW - Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW - Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW - Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ªEd,					
Legenda:					
mg/L - Miligrama por Litro,					
Relatório de Ensaio tipo B					
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Procedimentos de Amostragem					
4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.					
4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.					
4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 2306.2022- Versao:					
Data Emissao:7/07/2022 - Pagina:1/2					



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(47) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 2307.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 628.2022
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: E2 LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 27/06/2022 08:35:00 **Data de Recebimento:** 27/06/2022 13:30:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 06/07/2022
Responsável pela Conferência: Lucas.Raupp **Data da Conferência:** 07/07/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	408	mg/L	2	2	27/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	742	mg/L	5	25	27/06/2022
Fósforo (P)	57,80	mg/L	0,05	0,05	27/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	164,88	mg/L	0,01	0,05	27/06/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW - Método 4500-NH3 C
Fósforo (P),	SMWW - Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW - Método 5210
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW - Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ªEd,

Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,
Relatório de Ensaio tipo B
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável


4. Procedimentos de Amostragem

- 4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.
- 4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.
- 4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.

Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 2307.2022 - Versão:

Data Emissão: 7/07/2022 - Página: 1/2

Laudos – SAC Tratamento (Controle) amostra 01 e 02 – 27/06/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (+55) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 2308.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 628.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: SP LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 27/06/2022 08:40:00 Data de Recebimento: 27/06/2022 13:30:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 06/07/2022 Responsável pela Conferência: Lucas.Raupp Data da Conferência: 07/07/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	100	mg/L	2	2	27/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	286	mg/L	5	25	27/06/2022
Fósforo (P)	13,30	mg/L	0,05	0,05	27/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	64,55	mg/L	0,01	0,05	27/06/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW - Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW - Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW - Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW - Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ªEd,					
Legenda:					
mg/L - Miligrama por Litro,					
Relatório de Ensaio tipo B					
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Procedimentos de Amostragem					
4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.					
4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.					
4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 2308.2022- Versão:					
Data Emissão: 7/07/2022 - Página: 1/2					



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(41) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 2309.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 628.2022
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: SP LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 27/06/2022 08:45:00 **Data de Recebimento:** 27/06/2022 13:30:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 06/07/2022
Responsável pela Conferência: Lucas.Raupp **Data da Conferência:** 07/07/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	100	mg/L	2	2	27/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	286	mg/L	5	25	27/06/2022
Fósforo (P)	12,30	mg/L	0,05	0,05	27/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	77,00	mg/L	0,01	0,05	27/06/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW - Método 4500-NH3 C
Fósforo (P),	SMWW - Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW - Método 5210
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW - Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ªEd,

Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,
Relatório de Ensaio tipo B

L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável


4. Procedimentos de Amostragem

- 4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.
4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.
4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.

Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 2309.2022 - Versão:

Data Emissão: 7/07/2022 - Página: 1/2

Laudos – SAC Trapoeraba (*C benghalensis*) – amostra 01 e 02 – 27/06/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (41) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 2313.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 628.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: PL01 - LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 27/06/2022 00:00:00 Data de Recebimento: 27/06/2022 13:30:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 06/07/2022 Responsável pela Conferência: Lucas.Raupp Data da Conferência: 07/07/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	125	mg/L	2	2	27/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	358	mg/L	5	25	27/06/2022
Fósforo (P)	15,85	mg/L	0,05	0,05	27/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	145,44	mg/L	0,01	0,05	27/06/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW - Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW - Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW - Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW - Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ªEd,					
Legenda:					
mg/L - Miligrama por Litro,					
Relatório de Ensaios tipo B					
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Procedimentos de Amostragem					
4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.					
4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.					
4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 2313.2022- Versao:					
Data Emissao:7/07/2022 - Pagina:1/2					



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(41) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 2310.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 628.2022
Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: PL01 - LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 27/06/2022 09:00:00 **Data de Recebimento:** 27/06/2022 13:30:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 06/07/2022
Responsável pela Conferência: Lucas.Raupp **Data da Conferência:** 07/07/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	140	mg/L	2	2	27/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	400	mg/L	5	25	27/06/2022
Fósforo (P)	20,80	mg/L	0,05	0,05	27/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	126,00	mg/L	0,01	0,05	27/06/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW - Método 4500-NH3 C
Fósforo (P),	SMWW - Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW - Método 5210
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW - Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ªEd,

Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,
Relatório de Ensaio tipo B
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

4. Procedimentos de Amostragem

- 4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.
- 4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.
- 4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.

Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 2310.2022- Versão:

Data Emissão: 7/07/2022 - Página: 1/2

Laudos – SAC Braquiária (*Brachiaria arrecta*) amostra 01 e 02 – 26/06/2022.

	ENRYLAB LABORATÓRIOS	CNPJ: 31.862.965/0001-17 BR 280 KM 29 nº 3.222 Sala 05 Porto Grande Araquari/SC atendimento@enry.com.br (41) 3433-0386			
RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 2311.2022.B- V.0					
1. Dados Solicitante:					
Solicitante: Alaine Santana Barreto Proposta Comercial: 628.2022 Endereço: Rua José Deeke,595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400 Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345					
2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:					
Descrição do Ponto de Coleta: PL02 - LD Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000 Matriz da Amostra: Efluente Origem da Amostra: Efluente Líquido Característica da Amostra: Simples Data de Coleta: 27/06/2022 09:05:00 Data de Recebimento: 27/06/2022 13:30:00 Responsável pela Coleta: Solicitante Data Conclusão Amostra: 06/07/2022 Responsável pela Conferência: Lucas.Raupp Data da Conferência: 07/07/2022					
Resultados					
Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	92	mg/L	2	2	27/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	262	mg/L	5	25	27/06/2022
Fósforo (P)	11,00	mg/L	0,05	0,05	27/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	98,00	mg/L	0,01	0,05	27/06/2022
Referências Metodológicas					
Parâmetros	Metodologia				
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW - Método 4500-NH3 C				
Fósforo (P),	SMWW - Método 4500-P				
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW - Método 5210				
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW - Método 5220 D				
Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ªEd,					
Legenda: mg/L - Miligrama por Litro, Relatório de Ensaio tipo B L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável					
4. Procedimentos de Amostragem					
4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes. 4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão. 4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.					
Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 2311.2022- Versao:				Data Emissao:7/07/2022 - Pagina:1/2	



ENRYLAB
LABORATÓRIOS

CNPJ: 31.862.965/0001-17
BR 280 | KM 29 | nº 3.222 | Sala 05
Porto Grande | Araquari/SC
atendimento@enry.com.br
(47) 3433-0386



RELATÓRIO DE ENSAIOS Nº: 2312.2022.B- V.0

1. Dados Solicitante:

Solicitante: Alaine Santana Barreto
Proposta Comercial: 628.2022
Endereço: Rua José Deeke, 595 Apat.1005 Asilo Cidade: Blumenau/SC CEP: 89031400
Contato: Alaine Santana Barreto email: alaine.barreto@gmail.com Fone: 48 9645-6345

2. Dados da Amostra fornecida pelo Cliente:

Descrição do Ponto de Coleta: PL02 - LE
Endereço Coleta: Rodovia BR 280, , Km 27 Porto Grande - Araquari/SC CEP: 89245000
Matriz da Amostra: Efluente **Origem da Amostra:** Efluente Líquido
Característica da Amostra: Simples
Data de Coleta: 27/06/2022 09:10:00 **Data de Recebimento:** 27/06/2022 13:30:00
Responsável pela Coleta: Solicitante **Data Conclusão Amostra:** 06/07/2022
Responsável pela Conferência: Lucas.Raupp **Data da Conferência:** 07/07/2022

Resultados

Parâmetros	Resultados Analíticos	Un	Incerteza	L.Q.	Início Ensaio
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20)	83	mg/L	2	2	27/06/2022
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	236	mg/L	5	25	27/06/2022
Fósforo (P)	14,15	mg/L	0,05	0,05	27/06/2022
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3)	82,44	mg/L	0,01	0,05	27/06/2022

Referências Metodológicas

Parâmetros	Metodologia
Nitrogênio Total Amoniacal (N-NH3),	SMWW - Método 4500-NH3 C
Fósforo (P),	SMWW - Método 4500-P
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20),	SMWW - Método 5210
Demanda Química de Oxigênio (DQO),	SMWW - Método 5220 D

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ªEd,

Legenda:

mg/L - Miligrama por Litro,
Relatório de Ensaio tipo B
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

4. Procedimentos de Amostragem

- 4.1. PO AM 1.001 Amostragem de Águas e Efluentes.
- 4.2. PO AM 1.008 Amostragem de águas subterrâneas pela técnica de baixa vazão.
- 4.3. PO AM 1.009 Amostragem de solo, resíduos e sedimentos.

Sistema SaaS Ambiental - Amostra: 2312.2022- Versão:

Data Emissão: 7/07/2022 - Página: 1/2