

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO
20ª COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO
ESCOLA ESTADUAL TÉCNICA CELESTE GOBBATO
PALMEIRA DAS MISSÕES – RS

Giovana Queiroz Piovesan
Ingrid Rohr
Viviane de Bortoli

**PROTEÍNA VERDE! LEMNA MINOR ALTERNATIVA PARA SUPLEMENTAÇÃO
HUMANA E ANIMAL, UMA ALIADA PARA A REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS
AQUOSOS**

Palmeira das Missões / RS
2022

**Giovana Queiroz Piovesan
Ingrid Rohr
Viviane de Bortoli**

**PROTEÍNA VERDE! LEMNA MINOR ALTERNATIVA PARA SUPLEMENTAÇÃO
HUMANA E ANIMAL, UMA ALIADA PARA A REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS
AQUOSOS**

Relatório de projeto de pesquisa na área de Recursos Naturais, para participar da Mostra das Escolas Técnicas Agrícolas – META, é uma realização da Associação Gaúcha de Professores Técnicos do Ensino Agrícola (AGPTEA) e da Superintendência de Educação Profissional do Estado (SUEPRO/RS). Ocorrerá de 27 de agosto a 4 de setembro de 2022, no Parque de Exposições Assis Brasil – Expointer, Esteio – RS.

Orientador: André Luis Saldanha Botton

Palmeira das Missões / RS
2022

RESUMO

Os problemas ambientais causados pelo crescimento populacional e consequente aumento da poluição faz com que surja a necessidade de que produções sustentáveis sejam cada vez mais difundidas. Segundo Corby (2006), citado por Proença (2012) “houve um considerável aumento no número de pesquisas voltadas para o tratamento e a melhoria da qualidade dos ecossistemas aquáticos, visando reduzir e evitar os impactos ambientais oriundos de atividades antrópicas”. A partir disso, a produção da *Lemna minor*, uma planta aquática flutuante, se apresenta como uma alternativa para a reutilização de resíduos aquosos degradados pela produção agropecuária, bem como uma opção para fitorremediação, que se caracteriza pela utilização de plantas para degradar, extrair, conter ou imobilizar contaminantes do solo e da água. Além de ser uma planta fitorremediadora, a lentilha d’água tem alto valor nutricional sendo fonte de proteína, cerca de 45%, podendo ser utilizada como um alimento complementar na alimentação animal. A *Lemna minor* é uma angiosperma, monocotiledônea e que pertence a família Araceae. Se encontra em quase todos os tipos de ambientes aquáticos e é uma espécie representativa de corpos de água lânticos, ou seja, está presente em ambientes de água parada ou com pouco movimento. Além dessas características a lentilha d’água possui uma reprodução rápida com tempo de duplicação do tecido vegetal de dois dias ou menos se estiver em condições ideais de temperatura, disponibilidade de luz solar e de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. Por conta dessa exigência nutricional de nitrogênio e fósforo, a utilização de chorume oriundo da suinocultura, que é rico nesses nutrientes, se torna uma opção viável para a utilização como fonte de nutrientes para a produção da *Lemna minor*. Dessa forma, foi realizado um experimento em caixas d’água, para testar a capacidade de desenvolvimento da *Lemna minor* em diferentes condições de resíduos aquosos, com os objetivos de evidenciar qual amostra apresenta melhor desempenho reprodutivo, avaliar o potencial ecológico e econômico, bem como desenvolver o aprendizado sobre suas características. Assim sendo, as amostras que continham composto orgânico e chorume de suíno apresentaram melhor desempenho reprodutivo e desenvolvimento mais rápido, além disso, na análise visual pudemos observar que as plantas apresentaram uma coloração mais escura na semana final do experimento.

Palavras-chave: *Lemna minor*; fonte de nutrientes; alimentação; plantas aquáticas; sustentável.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1 PROBLEMA	6
1.2 HIPÓTESE	7
1.3 JUSTIFICATIVA	7
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivo Geral	8
1.4.2 Objetivos Específicos	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA LEMNA MINOR	9
2.1.1. Distribuição geográfica	9
2.1.2. Habitat	9
2.2 USOS	10
2.2.1 Alimentos para animais.....	10
2.2.2 Tratamento de águas residuais.....	10
2.2.3 Fitorremediação.....	10
2.2.4 Testes de toxidade	11
2.3 CONTROLE	11
2.3.1 Controle mecânico	12
2.3.2 Controle biológico.....	12
2.4 COMPOSIÇÃO DOS DEJETOS DE SUÍNOS	12
2.5 IMPACTOS AMBIENTAIS DO CHORUME.....	13
2.6 OBJETIVOS DA ONU: os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS).....	13
2.7 ÁGUA.....	14
3. METODOLOGIA.....	15
3.1 MATERIAIS UTILIZADOS.....	15
3.2 CONSTRUÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	15
3.1 CRONOGRAMA	17
4. RESULTADOS	18
5. CONCLUSÃO.....	20
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS.....	22
ANEXOS.....	25

ANEXO 1	26
ANEXO 2	28

1. INTRODUÇÃO

A escassez de recursos naturais é um problema que vem tomando proporções cada vez maiores no cenário mundial. A água, como todos sabemos, é um recurso essencial para a manutenção da vida e vem sendo cada vez mais ameaçado principalmente pelo crescimento populacional que gera um consumo superior à capacidade de recarga, além do aumento da poluição de corpos d'água por não haver a destinação correta de efluentes tanto industriais quanto domésticos, causando a contaminação desse recurso tão importante. Com base nessas informações, a fitorremediação, que consiste na recuperação de resíduos aquosos degradados a partir da utilização de plantas, vem sendo uma alternativa viável para reduzir essa problemática.

Diversas espécies de plantas aquáticas têm essa grande capacidade de absorção de substâncias, podendo ser utilizadas na fitorremediação, um exemplo é a macrófita *Lemna minor*, uma angiosperma, monocotiledônea e que pertence à família Araceae.

As macrófitas são plantas que se encontram presentes em quase todos os tipos de ambientes aquáticos (Ferreira, 1995). Segundo Cassidy, 2010 a *Lemna minor* é uma espécie representativa de corpos de água lênticos (locais de água parada ou com pouco movimento), com um crescimento rápido e está sendo bastante utilizada no monitoramento dos metais em recursos hídricos, e também em outros tipos de poluentes.

Em decorrência disso houve um considerável aumento no número de pesquisas voltadas para o tratamento e a melhoria da qualidade dos ecossistemas aquáticos, visando reduzir e evitar os impactos ambientais oriundos de atividades antrópicas (CORBY, 2006).

A Ecotoxicologia Aquática possui instrumentos de análise capazes de responder à toxicidade de compostos químicos, dando suporte no enfrentamento dos problemas de contaminação dos ambientes aquáticos por compostos tóxicos (MAGALHÃES; FERRÃO FILHO, 2008, p. 355). A *Lemna minor*, por sua vez, possui características favoráveis para o uso em testes ecotoxicológicos, pelo seu pequeno tamanho, propagação vegetativa, estrutura simples e rápido crescimento, segundo Cassidy, 2010.

Estas propriedades levam a que o gênero *Lemna* seja utilizado em várias aplicações além dos testes ecotoxicológicos, como na remoção de nutrientes de águas residuais, na produção de etanol, na alimentação animal e humana e no uso posterior como fertilizante de culturas agrícolas em substituição dos fertilizantes químicos (APPENROTH et al., 2013).

Algumas espécies de macrófitas têm sido usadas frequentemente para remover sólidos em suspensão, nutrientes, metais e poluentes orgânicos dos sistemas aquáticos (MITSOU et al, 2006).

Dessa forma, percebendo o potencial da magnoliófito *Lemna minor* em relação a diminuição dos impactos direcionados a água, capacidade de recuperação de lagoas com dejetos oriundos da suinocultura e seu potencial nutritivo na alimentação animal, fica evidente a importância ecológica, ambiental e nutricional dessa espécie. A partir dessas informações, surgiu a necessidade de desenvolvermos um plano metodológico onde fosse possível testar a capacidade de reprodução da *Lemna minor* em diferentes condições aquosas bem como a possibilidade da reutilização de chorume oriundo da suinocultura.

Estas plantas não necessitam de supervisão nem de interferência humana, atuando de forma autônoma na natureza sem a necessidade de um mediador, isso porque possuem uma alta taxa de reprodução e crescimento exponencial, tendo tempos de duplicação de dois dias ou menos, estando sob condições padronizadas ideais, como a temperatura, intensidade luminosa e disponibilidade de nutrientes. Além disso, este gênero possui uma notável capacidade de adaptação a diversos climas e condições.

A morfologia das espécies de *Lemna minor* é adaptada para a sobrevivência em ambiente aquático, com raízes suspensas abaixo da superfície da água. São vegetais exigentes em nutrientes, em especial nitrogênio e fósforo, sendo capazes de absorver estes elementos dissolvidos na água com eficiência, enquanto os convertem em tecido vegetal. Além disso, a amônia também é aproveitada pela *Lemna minor*, sendo diretamente metabolizada da água.

Esses fatores somados, nos instigaram a buscar a comprovação da *Lemna minor* como uma alternativa viável para o meio agrícola, pois assim, justificaríamos a sua utilização, e agregado a isso, poderíamos usufruir de seus benefícios a comunidade e ao planeta Terra.

1.1 PROBLEMA

Conhecendo as vantagens ambientais proporcionadas por um sistema sustentável, onde o objetivo é mitigar os impactos ambientais utilizando métodos para o reaproveitamento de resíduos proveniente da produção convencional, é possível cultivar plantas aquáticas reutilizando resíduos aquosos degradados pela produção agropecuária?

1.2 HIPÓTESE

Efetivar a *Lemna minor* como uma alternativa agrícola, aliada para a reutilização de resíduos aquosos.

1.3 JUSTIFICATIVA

Percebendo o potencial da magnoliófito *Lemna minor* em relação a diminuição dos impactos direcionados a água, capacidade de recuperação de lagoas com dejetos oriundos da suinocultura e seu potencial nutritivo na alimentação animal, fica evidente a importância ecológica, ambiental e nutricional dessa espécie. A partir dessas informações, surgiu a necessidade de desenvolvermos um plano metodológico onde fosse possível testar a teoria da reutilização de resíduos aquosos com a utilização da planta *Lemna minor*.

Estas plantas não necessitam de supervisão nem de interferência humana, atuando de forma autônoma na natureza sem a necessidade de um mediador, isso porque possuem uma alta taxa de reprodução e crescimento exponencial, tendo tempos de duplicação de dois dias ou menos, estando sob condições ideais de temperatura, intensidade luminosa e disponibilidade de nutrientes. Além disso, este gênero possui uma notável capacidade de adaptação a diversos climas e condições. Dessa forma, o cultivo da *Lemna minor* se apresenta como uma alternativa viável para o incremento nas atividades econômicas das propriedades rurais.

A morfologia das espécies de *Lemna minor* é adaptada para a sobrevivência em ambiente aquático, com raízes suspensas abaixo da superfície da água. São vegetais exigentes em nutrientes, em especial nitrogênio e fósforo, sendo capazes de absorver estes elementos dissolvidos na água com eficiência, enquanto os convertem em tecido vegetal. Além disso, a amônia também é aproveitada pela planta, sendo diretamente metabolizada da água.

Esses fatores somados a possibilidade da construção de um sistema sustentável através da reutilização dos resíduos oriundos da atividade rural, nos instigaram a buscar a comprovação da *Lemna minor* como uma alternativa viável para o meio agropecuário, pois assim, justificaríamos a sua utilização, e agregado a isso, poderíamos usufruir de seus benefícios a comunidade e ao planeta Terra.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial ecológico e econômico da *Lemna minor* (lentilha d'água), visando desenvolver o aprendizado sobre suas características, bem como evidenciar a cultura como alternativa para a reutilização de dejetos aquosos oriundos da agropecuária.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Classificar a espécie e suas características fisiológicas;
- Comprovar a capacidade para a reutilização dos resíduos de lagoas com dejetos oriundos da suinocultura;
- Construir um método para comparação da *Lemna minor* em diferentes condições de solução aquosa;
- Reproduzir diferentes condições de cultivo, evidenciando qual amostra demonstra melhor desempenho produtivo;
- Reduzir os impactos nos ecossistemas e colaborar para sua restauração conforme o 12º e 14º Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da ONU.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA LEMNA MINOR

A *Lemna minor* é uma macrófita, ou seja, uma planta aquática flutuante, angiosperma, monocotiledônea e que pertence a família Araceae. Tem como subfamília Lemnoideae, que é conhecida como a subfamília das menores angiospermas do mundo. Possui ampla adaptação climática, se desenvolvendo em temperaturas de 5 a 30°C e ocorrem em ambientes de água lânticos. Segundo Arroyave, 2004, p.34, “Seu corpo vegetativo corresponde a uma forma taloide , ou seja, em que o caule e as folhas não são diferenciados. Consiste em uma estrutura plana e verde e uma única raiz branca e fina”. Seu pequeno corpo taloide é chamado de fronde e mede cerca de 0,6mm de comprimento e 0,2mm de largura.

Possui flores unissexuais que nascem na borda da folha. Sua reprodução se dá de forma assexuada por brotamento, dessa forma, um pequeno botão brota dos bolsos reprodutivos dando origem a uma nova planta.

A lentilha-d’água pode duplicar sua massa em dois dias ou menos estando em condições ideais de temperatura, luz solar e disponibilidade de nutrientes.

2.1.1. Distribuição geográfica

A lentilha-d’água possui alta capacidade de adaptação, o que lhe permite uma imensa distribuição geográfica. Encontra-se principalmente em lagoas ou outros ambientes aquáticos lânticos.

2.1.2. Habitat

Tem como habitat natural estar flutuando livremente em ambiente aquático rico em nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, com pH entre 4,5 e 7,5 e temperatura de 5° a 30°C, obtendo ótimo desempenho entre 15° e 18°.

2.2 USOS

2.2.1 Alimentos para animais

Por conter alto valor nutricional e altas taxas de proteínas em sua biomassa, cerca de 45%, a *Lemna minor* vem sendo cada vez mais utilizada na alimentação de animais (GRAEFF, 2010).

Segundo Chará (1998) encontrado em Arroyave (2004) “as macrófitas aquáticas podem ser consideradas um alimento complementar ideal para a produção pecuária.”

2.2.2 Tratamento de águas residuais

O tratamento de águas residuais utilizando macrófitas flutuantes tem se mostrado eficiente tanto com conteúdos orgânicos como algumas substâncias tóxicas (MARTELO, 2012). Por ser um cultivo simples, com baixo custo de investimento e pouca exigência de mão de obra, a fitorremediação é uma alternativa muito interessante para este fim.

Segundo Olguín e Hernández (1998), citado por Arroyave (2004) “as plantas aquáticas para tratamento de águas residuais devem possuir as seguintes características: alta produtividade, alta remoção de nutrientes e poluentes, alta prevalência em condições naturais adversas e fácil colheita.” *Lemna minor* atende todos esses requisitos provando ser uma alternativa viável.

2.2.3 Fitorremediação

Segundo EPA. (2000). citado por Vasconcelos et al (2012) “A fitorremediação (fito = planta e remediação = corrigir), conhecida desde 1991, é a tecnologia que utiliza plantas para degradar, extrair, conter ou imobilizar contaminantes do solo e da água. As pesquisas nessa área procuram compreender a interação da planta com o contaminante”. Essa prática possibilita reduzir os poluentes presentes no ambiente a níveis seguros para a saúde e contribuir para a recuperação dessas áreas (TAVARES, 2009).

Por conta do seu baixo custo em relação à outros métodos para remediar águas degradadas, a utilização de plantas vem se tornando um meio cada vez mais viável. Tendo em vista os benefícios econômicos e ecológicos, macrófitas aquáticas, como a *Lemna minor*, vêm sendo utilizadas para este fim.

As plantas possuem diversos mecanismos de fitorremediação e algumas espécies de macrófitas apresentam inibição da reprodução conforme o nível de toxidade presente na água, porém a *Lemna minor*, após algum tempo, consegue adaptar-se a essas condições e passam a ter tolerância, acumulando esses contaminantes através da rizofiltração (KARA et al, 2003).

Segundo EPA (2000), citado por Vasconcelos et al (2012) “A rizofiltração é um mecanismo onde as raízes absorvem os poluentes que se encontram diluídos ao alcance da planta”.

2.2.4 Testes de toxidade

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida e vem sendo cada vez mais ameaçado principalmente pelo aumento da poluição e por não haver a destinação correta de efluentes tanto industriais quanto domésticos. A fim de avaliar os efeitos tóxicos causados pela contaminação desse recurso, podemos destacar os testes de toxidade.

Segundo ARROYAVE (2004, p 37) “Teste de toxicidade é um método que permite avaliar o potencial tóxico de uma substância em um organismo vivo. Esses testes são úteis para identificar o efeito que diferentes concentrações de um contaminante específico pode ter as espécies presentes em um ecossistema”.

Pode ser realizados com diferentes organismos-teste como microorganismos, pequenos animais e plantas como por exemplo a *Lemna minor*.

De acordo com estudos, a *Lemna minor* é ideal para testes de toxidade aquática por ser de fácil manejo, cultivo e colheita, além de possuir crescimento rápido (ARROYAVE, 2004).

2.3 CONTROLE

Por conta de um ambiente favorável e nenhum fator prejudicial à espécie, algumas plantas aquáticas podem se tornar pragas, como por exemplo a *Lemna minor*, sendo assim

necessárias medidas de controle. Abaixo encontram-se métodos de controle que podem ser aplicados a plantas como a macrófita *Lemna minor*.

2.3.1. Controle mecânico

O controle mecânico segundo Roldán (1992), “Consiste em extrair a vegetação com o auxílio de grandes ancinhos equipados com lâminas cortantes, arrastados por um barco. Desta forma, consegue-se um controle eficaz em áreas de dimensão média onde a densidade da vegetação não é muito elevada”.

2.3.2 Controle biológico

Muitas vezes as plantas podem acabar se tornando pragas por se desenvolverem em ambientes indesejáveis, com a lentilha d’água não é diferente. Por conter bons valores nutricionais e possuir potencial para alimentação, uma alternativa que está sendo experimentada em diferentes centros de pesquisa para o controle biológico é por meio de herbívoros aquáticos, gerando dessa forma alimento para essas espécies e servindo como medida de controle.

2.4 COMPOSIÇÃO DOS DEJETOS DE SUÍNOS

De acordo com Cavaletti (2014), a composição dos dejetos de suíno varia de acordo com vários fatores como por exemplo a fase de desenvolvimento, a alimentação, a raça e o tratamento dos animais. Os dejetos líquidos de suínos, segundo Cavaletti (2014, p. 26) conforme citado por De Lima (2017, p. 237) “Se caracterizam por elevada carga de matéria orgânica, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), zinco (Zn), cobre (Cu), cálcio (Ca), sódio (Na), magnésio (Mg), manganês (Mn) e ferro (Fe), sendo grandes contaminantes biológicos que podem causar grave impacto ambiental.

2.5 IMPACTOS AMBIENTAIS DO CHORUME

O chorume oriundo dos dejetos de suinocultura pode causar grandes impactos ambientais se não for manejado de forma adequada. Dentre esses impactos podemos citar a contaminação do solo, que se inicia com o descarte incorreto e por conta da grande quantidade de nutrientes pode acabar poluindo o solo. A principal preocupação a respeito da contaminação do solo está no risco de ocorrer o fenômeno chamado de cadeia de alimentação onde o solo consegue transmitir a sua toxidez para a planta e da planta para os animais e para o homem (DE LIMA, 2017, p. 238).

Seguindo nessa linha, também podemos pontuar a contaminação dos recursos hídricos, afetando tanto lençóis freáticos como cursos de águas superficiais. Por ser essencial para a manutenção da vida, a água exige grande atenção no que diz respeito à preservação. A contaminação por dejetos de suínos gera a redução do oxigênio presente na água, afetando diretamente os organismos que ali vivem, causando o desequilíbrio ecológico.

Além dos elementos solo e água, o ar também pode ser afetado através da contaminação pela emissão de gases gerados pela suinocultura. O principal gás responsável por isso é o gás amônia (NH₃) que pode causar problemas respiratórios bem como pode causar a ocorrência de chuvas ácidas, contribuindo para o aquecimento global (DE LIMA, 2017, p.239).

2.6 OBJETIVOS DA ONU: os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)

No ano de 2015 durante a Cúpula das Nações Unidas, a ONU (Organização das Nações Unidas) propôs uma agenda a ser cumprida composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030. Segundo a ONU “os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.”

Dentre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) pode-se destacar dois em que a produção da *Lemna minor* se encaixa: 12º Consumo e produção responsáveis (anexo 1) e 14º Vida na água (anexo 2).

2.7 ÁGUA

A escassez de recursos naturais é um problema que vem tomando proporções cada vez maiores no cenário mundial. A água, como todos sabemos, é um recurso essencial para a manutenção da vida e vem sendo cada vez mais ameaçado principalmente pelo crescimento populacional que gera um consumo superior à capacidade de recarga, além do aumento da poluição de corpos d'água por não haver a destinação correta de efluentes tanto industriais quanto domésticos, causando a contaminação desse recurso tão importante. Dessa forma é essencial que sejam tomadas medidas para a preservação e recuperação dos recursos hídricos.

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado na Escola Estadual Técnica Celeste Gobbato, sediada na cidade de Palmeira das Missões, localizada na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, aproximadamente 100 Km de distância da divisa com o Estado de Santa Catarina e a Argentina.

Tem como objeto de estudo o cultivo da *Lemna minor* (lentilha d'água) em diferentes soluções aquosas, a fim de evidenciar o seu comportamento, sua produtividade e a provável eficácia para a reutilização de dejetos aquosos (suinocultura) oriundos do processo produtivo em pequenas e médias propriedades rurais.

A pesquisa caracteriza-se como experimental, pois distingue-se por manipular diretamente variáveis relacionadas com o objeto de estudo e tem como finalidade testar hipóteses que dizem respeito à convicção de quem está pesquisando.

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Durante o processo de experimentação e teste, foram utilizados os seguintes materiais:

- Seis caixas de água com volume de 310L
- Uma peneira para coletar as plantas;
- Régua para aferir o volume de água nos experimentos;
- Termômetro para aferir e acompanhar a temperatura da água;
- Pluviômetro para acompanhamento do índice pluviométrico;
- Um recipiente para medida igualitária dos substratos;
- Balança.

3.2 CONSTRUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Em um primeiro momento foram coletadas as amostras de *Lemna minor* (lentilha d'água) apresentando as mesmas característica de volume e peso, com a finalidade de testar seu desempenho nas diferentes condições a seguir informadas.

Após, foi incorporada as soluções com as diferentes características visando comprovar o desempenho reprodutivo da Lemna. Assim foram separadas as amostras dos seguintes compostos: areia, terra de lavoura, terra de mato, composto orgânico e o chorume oriundo da

produção de suínos. Essas amostras formaram as diferentes soluções aquosas que tiveram a finalidade de evidenciar o potencial produtivo da cultura, bem como a possibilidade da reutilização de resíduos aquosos no sistema produtivo.

Após limpar, organizar e numerar as caixas de água, adicionamos o volume de um recipiente específico de substrato, em 50 litros de água e cerca de 13g de *Lemna minor*.

E dessa forma elaboramos o experimento:

Amostra número 1- Foram adicionados 50 litros de água e 13g de *Lemna minor*. Essa caixa foi utilizada como testemunha.

Amostra número 2- Além da água e da *Lemna minor*, adicionamos uma medida de areia, que é um conjunto de partículas de rochas degradadas, um material de origem mineral finamente dividido em grânulos ou granito, composta basicamente de dióxido de silício.

Amostra número 3- Nessa amostra utilizamos como substrato uma medida de terra de lavoura, que são solos minerais com teores médios a altos de Fe_2O_3 e possuem textura argilosa.

Amostra número 4- Nessa caixa adicionamos terra de mato, que é composta principalmente por matéria orgânica.

Amostra número 5- Adicionamos além da água e da lentilha d'água, uma medida de composto orgânico, que é produzido através da compostagem, ou seja, do processo de degradação controlada de materiais orgânicos na presença de oxigênio, mediante uma relação adequada de carbono e nitrogênio.

Amostra número 6- Na nossa última amostra adicionamos o volume de uma medida de chorume de suínos, que é composto por urina, fezes, resíduos de ração, cerdas, poeira e material particulado, água (desperdício dos bebedouros, limpeza, chuva) e outros materiais gerados no processo produtivo, que acabam tornando o chorume rico em nutrientes.

3.1 CRONOGRAMA

O projeto teve início 15/12/2021 e término em julho de 2022.

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8
Levantamento de material bibliográfico	X	X	X	X	X	X	X	X
Construção do projeto pesquisa	X							
Elaboração da metodologia		X	X					
Implementação do campo experimental				X	X			
Acompanhamento do Experimento Campo						X	X	
Análise de resultados						X	X	
Análise do referencial teórico e conclusão							X	
Confecção Relatório							X	X
Elaboração apresentação								X
Conclusão das Atividades								X

4. RESULTADOS

Realizado em caixas de água, montado no dia 07/04/2022 com sua conclusão no dia 26/05/2022.

Na amostra 01 (água e *Lemna minor*). Ficou evidente o aspecto cristalino da água na primeira semana do experimento. No decorrer do processo observou-se um aspecto esverdeado. Quando analisado a aparência das plantas observou-se que as mesmas tinham uma coloração verde clara na primeira semana, com uma população de plantas maior em relação ao dia da instalação do experimento. No decorrer do processo evidenciou-se um aumento da população de planta comprovando aspectos climáticos essenciais para o desenvolvimento das plantas, com variações de temperatura da água entre 18 e 22°C.

Na amostra 02 (água, areia e *Lemna minor*). Ficou evidente o aspecto marrom claro da água com resíduos no fundo do recipiente na primeira semana do experimento. No decorrer do processo observou-se um aspecto cristalino esverdeado. Quando analisado a aparência das plantas observou-se que as mesmas tinham uma coloração verde clara na primeira semana, com uma população de plantas maior em relação ao dia da instalação do experimento. No decorrer do processo evidenciou-se um aumento da população de planta comprovando aspectos climáticos essenciais para o desenvolvimento das plantas, com variações de temperatura da água entre 18 e 22°C.

Na amostra 03 (água, terra de lavoura e *Lemna minor*). Ficou evidente o aspecto turvo da água na primeira semana do experimento. No decorrer do processo observou-se uma coloração marrom claro esverdeado. Quando analisado a aparência das plantas observou-se que as mesmas tinham uma coloração verde clara na primeira semana, ao longo do experimento apresentou aspecto verde, com uma população de plantas maior em relação ao dia da instalação do experimento. No decorrer do processo evidenciou-se um aumento da população de planta comprovando aspectos climáticos essenciais para o desenvolvimento das plantas, com variações de temperatura da água entre 18 e 22°C.

Na amostra 04 (água, terra de mato e *Lemna minor*). Ficou evidente o aspecto marrom claro da água na primeira semana do experimento. No decorrer do processo observou-se uma coloração marrom claro esverdeado. Quando analisado a aparência das plantas observou-se que as mesmas tinham uma coloração verde clara na primeira semana e ao longo do experimento apresentou aspecto mais escuro da folha, com uma população de plantas maior em relação ao dia da instalação do experimento. No decorrer do processo evidenciou-se um aumento da

população de planta comprovando aspectos climáticos essenciais para o desenvolvimento das plantas, com variações de temperatura da água entre 18 e 22°C.

Na amostra 05 (água, composto e *Lemna minor*). Ficou evidente o aspecto marrom escuro da água na primeira semana do experimento, com resíduos na superfície. No decorrer do processo observou-se uma coloração esverdeada. Quando analisado a aparência das plantas observou-se que as mesmas tinham uma coloração verde clara na primeira semana, ao longo do experimento apresentou aspecto verde escuro, com uma população de plantas maior em relação ao dia da instalação do experimento. No decorrer do processo evidenciou-se um aumento significativo da população de planta, ocupando todo o espaço da caixa, comprovando aspectos climáticos essenciais para o desenvolvimento das plantas, com variações de temperatura da água entre 18 e 22°C.

Na amostra 06 (água, chorume e *Lemna minor*). Ficou evidente o aspecto marrom escuro na primeira semana do experimento. No decorrer do processo observou-se uma coloração esverdeada. Quando analisado a aparência das plantas observou-se que as mesmas tinham uma coloração verde clara na primeira semana, ao longo do experimento apresentou aspecto verde escuro, com uma população de plantas maior em relação ao dia da instalação do experimento. No decorrer do processo evidenciou-se um aumento significativo da população de planta, ocupando todo o espaço da caixa, comprovando aspectos climáticos essenciais para o desenvolvimento das plantas, com variações de temperatura da água entre 18 e 22°C.

5. CONCLUSÃO

Pôde-se observar que nas amostras 4, 5 e 6 (terra de mato, composto orgânico e chorume), as plantas apresentaram ao fim do experimento uma coloração de folha mais escura do que na semana inicial, isso devido principalmente a alta disponibilidade de matéria orgânica e nutrientes.

Ficou evidente que a mistura de composto e de chorume (amostras 5 e 6) apresentou plantas mais vigorosas, com desenvolvimento mais rápido bem como o seu ciclo de reprodução. As plantas conseguiram se expandir e ocupar todo o espaço disponível na caixa, evidenciando que as condições reproduzidas nessas amostras são ideais para a produção da *Lemna minor*.

Conforme observado nos resultados, evidenciamos que a lentilha d'água aceita variadas condições para a sua produção, adaptando-se bem nas diferentes condições de cultivos impostas na metodologia, porém se desenvolve melhor nas condições acima citadas.

Conseguimos comprovar que é possível reutilizarmos chorume oriundo da suinocultura e que a planta consegue se desenvolver e se reproduzir muito bem na concentração em que foi testada.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Respondendo ao problema do nosso projeto, conseguimos comprovar que é possível cultivar plantas aquáticas reutilizando resíduos aquosos degradados pela produção agropecuária. Da mesma forma, nessa primeira fase do nosso projeto, conseguimos alcançar os objetivos estabelecidos, visto que desenvolvemos conhecimentos a respeito das características da planta, entendendo que ela é uma planta aquática flutuante que pertence à família das menores angiospermas do mundo e possuiu grande adaptabilidade em condições adversas; comprovamos a possibilidade de reutilização de chorume como substrato para a produção da *Lemna minor*, tendo como base os nossos experimentos pudemos confirmar essa hipótese; construímos uma metodologia para comparar as diferentes formas de cultivo, e colaboramos com os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da ONU, podemos citar “alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais”.

Como trabalhos futuros, será necessário constituir parcerias com instituições para que possamos testar a capacidade nutricional das plantas, através de análises do tecido vegetal buscando evidenciar se houve residual tóxico, bem como, comprovar através de análise a

recuperação da água dos experimentos, uma vez que através das análises visuais ficou evidenciado a melhora no aspecto da água. Na próxima fase também buscaremos testar qual a concentração de chorume ideal para a produção da *Lemna minor*. Dessa forma, poderemos então explorar ao máximo o potencial da Lentilha d'água e assim inserirmos no meio agropecuário.

REFERÊNCIAS

Appenroth, K. J., Borisjuk, N., & Lam, E. (2013). **Telling duckweed apart: Genotyping technologies for the Lemnaceae**. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 19(1), 1–10. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1145.2013.00001>

ARROYAVE, María del Pilar. **LA LENTEJA DE AGUA (Lemna minor L.): UNA PLANTA ACUÁTICA PROMISORIA**. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n1/n1a04.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2022.

CASSIDY, J. S. **Avaliação da qualidade da água do rio Cértima através de ensaios cotoxicológicos**. 2010. Dissertação (Mestre em Engenharia do Ambiente) -Universidade de Aveiro, Aveiro, 2010. 90 p.

CAVALETTI, L.B. **Avaliação do sistema de compostagem mecanizada para dejetos suínos. Lajeado: Centro Universitário Univates, UNIVATES**, 2014. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/581/1/2014LucianoBragaCavaletti.pdf>. Acessado em 02/08/2022.

CORBI, J. J. ; STRIXINO, S. T; SANTOS, A. ; DEL GRANDE, M. **Diagnóstico ambiental de metais organoclorados em córregos adjacentes áreas de cultivo de Cana-de-açúcar (Estado de São Paulo, Brasil)**. Quim Nova, Vol. 29, No. 1, 2006, 61-65 p.

DE LIMA, Luís Paulo et al. **Impactos ambientais dos resíduos da suinocultura industrial e alternativas de tratamento**. Colloquium Agrariae, vol. 13, n. Especial 2, Jan–Jun, 2017, p. 235-253. ISSN: 1809-8215. DOI: 10.5747/ca.2017.v13.nesp2.000230

EPA. (2000). **Introduction of phytoremediation**. EPA/600/ R-99/107. Recuperado em 5 Maio 2012, de <http://ne-pis.epa.gov>

EPA (Agência de Proteção Ambiental). 1996. **Diretrizes de teste de efeitos ecológicos. Teste de toxicidade de plantas aquáticas usando Lemna spp . Níveis I e II**. Disponível em: <http://www.epa.gov>

FERREIRA, C. J. A., 1995. **Plantas aquáticas como bioindicadores da contaminação ambiental por agrotóxicos**. Revista Brasileira de Toxicologia. **Vol. 8**. 66pp

GRAEFF, Álvaro; GONÇALVES VIANNA, A.; TONETTA, D.; NAZARENO PRUNER, E. **Avaliação do potencial nutritivo da Macrófita aquática Lemna minor, por meio da análise da composição química e por sua utilização em ração para carpa comum (Cyprinus carpio L.) na fase de recria**. Evidência, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 37–50, 2010. Disponível em: <https://unoesc.emnuvens.com.br/evidencia/article/view/1859>. Acesso em: 1 ago. 2022.

Kara, Y.; Basaran, D.; Kara, I.; Zeytunluoğlu, A.; Genç, H. 2003. **Bioaccumulation of nickel by aquatic macrophyta Lemna minor (Duckweed)**. International Journal of Agriculture and Biology, 5(3): 281-283.

MAGALHÃES, Danielly de Paiva; FERRÃO FILHO, Aloysio da Silva. **A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos**. Oecol. Bras., v.12, n.3, p.355-381, 2008.

MARTELO, Jorge e LARA BORRERO, Jaime A. **Macrófitas flutuantes no tratamento de águas residuais : uma revisão do estado da arte** . *ing.cienc.* [conectados]. 2012, vol.8, n.15, pp.221-243. ISSN 1794-9165.

MITSOU, K., KOULIANOU, A., LAMBROPOULOU, D., PAPPAS, P., ALBANIS, T., LEKKA, M., 2006. **Growth rate effects, responses of antioxidant enzymes and metabolic fate of the herbicide Propanil in the aquatic plant Lemna minor**. Chemosphere. 62: 275 – 284

PROENÇA, M. A.; OLIVEIRA, L. L. D. de; ROCHA, O. **Efeito tóxico do cobre sobre o crescimento da macrófita aquática lemna minor**. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, [S. l.], v. 8, n. 12, 2012. DOI: 10.17271/198008278122012365. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/365. Acesso em: 4 ago. 2022.

ROLDÁN, G. 1992. **Fundamentos de limnología tropical**. Medellín : Editorial Universidad de Antioquia. 529 p.

TAVARES, S.R.L., 2009, Fitorremediação em solo e água de áreas contaminadas por metais pesados provenientes da disposição de resíduos perigosos. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 371pp.

VASCONCELOS, M. C.; PAGLIUSO, D., SOTOMAIOR, V. S.- Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo - Estud. Biol., Ambiente Divers. 2012 jul./dez.

ANEXOS

ANEXO 1

Objetivo 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis

12.1 Implementar o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis, com todos os países tomando medidas, e os países desenvolvidos assumindo a liderança, tendo em conta o desenvolvimento e as capacidades dos países em desenvolvimento

12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais

12.3 Até 2030, reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial, nos níveis de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita

12.4 Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente

12.5 Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso

12.6 Incentivar as empresas, especialmente as empresas grandes e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios

12.7 Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais

12.8 Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza

12.a Apoiar países em desenvolvimento a fortalecer suas capacidades científicas e tecnológicas para mudar para padrões mais sustentáveis de produção e consumo

12.b desenvolver e implementar ferramentas para monitorar os impactos do desenvolvimento sustentável para o turismo sustentável, que gera empregos, promove a cultura e os produtos locais

12.c Racionalizar subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis, que encorajam o consumo exagerado, eliminando as distorções de mercado, de acordo com as circunstâncias nacionais, inclusive por meio da reestruturação fiscal e a eliminação gradual desses subsídios prejudiciais, caso existam, para refletir os seus impactos ambientais, tendo plenamente em conta as necessidades específicas e condições dos países em desenvolvimento e minimizando os possíveis impactos adversos sobre o seu desenvolvimento de uma forma que proteja os pobres e as comunidades afetadas.

ANEXO 2

Objetivo 14. Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável

14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes

14.2 Até 2020, gerir de forma sustentável e proteger os ecossistemas marinhos e costeiros para evitar impactos adversos significativos, inclusive por meio do reforço da sua capacidade de resiliência, e tomar medidas para a sua restauração, a fim de assegurar oceanos saudáveis e produtivos

14.3 Minimizar e enfrentar os impactos da acidificação dos oceanos, inclusive por meio do reforço da cooperação científica em todos os níveis

14.4 Até 2020, efetivamente regular a coleta, e acabar com a sobrepesca, ilegal, não reportada e não regulamentada e as práticas de pesca destrutivas, e implementar planos de gestão com base científica, para restaurar populações de peixes no menor tempo possível, pelo menos a níveis que possam produzir rendimento máximo sustentável, como determinado por suas características biológicas

14.5 Até 2020, conservar pelo menos 10% das zonas costeiras e marinhas, de acordo com a legislação nacional e internacional, e com base na melhor informação científica disponível

14.6 Até 2020, proibir certas formas de subsídios à pesca, que contribuem para a sobrecapacidade e a sobrepesca, e eliminar os subsídios que contribuam para a pesca ilegal, não reportada e não regulamentada, e abster-se de introduzir novos subsídios como estes, reconhecendo que o tratamento especial e diferenciado adequado e eficaz para os países em desenvolvimento e os países menos desenvolvidos deve ser parte integrante da negociação sobre subsídios à pesca da Organização Mundial do Comércio

14.7 Até 2030, aumentar os benefícios econômicos para os pequenos Estados insulares em desenvolvimento e os países menos desenvolvidos, a partir do uso sustentável dos recursos marinhos, inclusive por meio de uma gestão sustentável da pesca, aquicultura e turismo

14.a Aumentar o conhecimento científico, desenvolver capacidades de pesquisa e transferir tecnologia marinha, tendo em conta os critérios e orientações sobre a Transferência de Tecnologia Marinha da Comissão Oceanográfica Intergovernamental, a fim de melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para o desenvolvimento dos países em desenvolvimento, em particular os pequenos Estados insulares em desenvolvimento e os países menos desenvolvidos

14.b Proporcionar o acesso dos pescadores artesanais de pequena escala aos recursos marinhos e mercados

14.c Assegurar a conservação e o uso sustentável dos oceanos e seus recursos pela implementação do direito internacional, como refletido na UNCLOS [Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar], que provê o arcabouço legal para a conservação e utilização sustentável dos oceanos e dos seus recursos, conforme registrado no parágrafo 158 do “Futuro Que Queremos”