



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

ALINE MARIA SILVA LIMA

INFLUÊNCIA DO ÓLEO DIESEL S-10 SOBRE A GERMINAÇÃO DE *Avicennia
germinans* L. (L.) EM LABORATÓRIO.

SÃO LUÍS – MA

-2021-

ALINE MARIA SILVA LIMA

INFLUÊNCIA DO ÓLEO DIESEL S-10 SOBRE A GERMINAÇÃO DE *Avicennia germinans* L. (L.) EM LABORATÓRIO.

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Profa. Dr^a. Flávia Rebelo Mochel

SÃO LUÍS – MA

-2021-

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Maria Silva Lima, Aline.

Influência do óleo diesel s-10 sobre a germinação de
Avicennia germinans L. L. Em laboratório / Aline Maria
Silva Lima. - 2022.

46 p.

Orientador(a): Flavia Rebelo Mochel.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia,
Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2022.

1. Anomalias. 2. Germinação. 3. Hidrocarbonetos. 4.
Mangue Preto. 5. Manguezais. I. Rebelo Mochel, Flavia.
II. Título.

INFLUÊNCIA DO ÓLEO DIESEL S-10 SOBRE A GERMINAÇÃO DE
Avicennia germinans L. (L.) EM LABORATÓRIO.

ALINE MARIA SILVA LIMA

Monografia apresentada ao Curso de Graduação
em Oceanografia da Universidade Federal do
Maranhão como requisito para obtenção do Grau
de Bacharel em Oceanografia.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Flávia Rebelo Mochel (Orientadora)

Prof. Dra. Ilisandra Zenandrea (UFMA)

Prof. Dr. Denilson Silva Bezerra (UFMA)

Dedico ao

*Meus pais, irmãos e marido por
todo amor, apoio e motivação
nessa longa jornada, vocês são o
sentido da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por proporcionar tudo em minha vida.

Agradeço aos meus pais Delzuita e Valdimiro, por todo sacrifício, amor e dedicação na minha criação e na minha formação tanto pessoal, quanto acadêmica.

Aos irmãos Adriano e Amanda por todo o apoio, paciência e amor, são exemplos de determinação.

Ao meu marido por sempre está ao meu lado quando mais precisei, nos momentos mais difíceis em que as lágrimas caíram, sempre me fez lembrar que valeria a pena, por toda motivação, apoio e por não me deixar desistir dessa jornada.

Aos meus amigos, que sempre estiveram comigo em todos os momentos, e que quando precisei de força e ajuda sempre estavam, dispostos a ajudar.

Ao instituto Dica Ferreira família que me proporcionou momentos maravilhosos em especial o Alexandro e a Tatiana me fizeram acreditar que eu conseguiria.

À minha professora/orientadora agradeço por todas as oportunidades, apoio e ensinamentos de grande valia que serão uteis por toda a vida profissional e pessoal.

Aos meus amigos do LAMA, Marcelle, Kellia, Jana, Felipe, Jham, que estiveram comigo em todos os momentos, cada risada, brincadeira, ensinamentos, puxões de orelha, levarei comigo sempre.

“As meninas” que me abraçaram desde o início do curso, sem elas talvez não seria possível chegar até aqui, me motivaram e cativaram de um jeito que não vejo mais minha vida sem elas.

A todos da UFMA, em especial seu Manel o porteiro, que todos os dias me recebia com um bom dia muito animado, Sâmia da limpeza por cada risada, Dani da secretaria por todas as brincadeiras, e ao seu Júnio por todas as coletas e conversas.

A todos os professores que contribuíram, no decorrer do curso agradeço pelos ensinamentos repassados.

Aos professores que cruzaram minha vida desde minha alfabetização, pois sem eles a realização desse sonho não seria possível.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta nessa jornada, árdua sim, mas que com toda certeza a trilharia novamente, apesar de todos os desafios enfrentados que me fizeram crescer.

GRATIDÃO!!

Resumo

Os manguezais são sistemas ecológicos que ocorrem nos litorais de continentes e ilhas que sofrem inundações periódicas por água salgada com predomínio nas regiões tropicais e subtropicais é amplamente reconhecido por sua elevada importância ecológica, econômica e social. São altamente vulneráveis a derramamentos de óleo por está localizado nas regiões costeiras sua regeneração é limitado pelo aporte de propágulos e pela sobrevivência de plântulas, Nesse contexto o presente trabalho tem por finalidade, analisar a capacidade germinativa de propágulos de *Avicennia germinans* em situação de pré-dispersão, em diferentes percentuais de óleo diesel, em experimentação controlada em laboratório. (CERMANGUE). Os propágulos utilizados foram coletados no mangue seco, localizado na bacia do rio paciência no município de Raposa, o experimento foi realizado no viveiro do CERMANGUE no qual foram realizados 3 replicas e estabelecidos sete tratamentos com diferentes percentuais de óleo diesel: controle; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; 3%; 4% onde foi adicionado a uma cubeta 500 ml de água estuarina, o óleo e os propágulos para germinação. Após o período experimental, que durou até o fim da germinação O experimento aparentemente indica que o oleo diesel não possui efeitos negativos significativos na germinação de *Avicennia germinans*. Sendo assim, nosso trabalho irá contribuir para o conhecimento científico sobre a germinação da espécie no contaminante.

Palavras chave: Manguezais, Hidrocarbonetos, Mangue Preto, Germinação, Anomalias.

Abstract

Mangroves are ecological systems that occur on the coasts of continents and islands that suffer periodic flooding by salt water with predominance in tropical and subtropical regions is widely recognized for its high ecological, economic and social importance. They are highly vulnerable to oil spills because it is located in the coastal regions their regeneration is limited by the supply of propagules and the survival of seedlings, In this context the present work analyzes the germination capacity of *Avicennia germinans* propagules in pre-dispersion situation, in different percentages of diesel oil, in controlled laboratory experimentation. (CERMANGUE). The propagules used were collected in the dry mangrove, located in the paciência river basin in the municipality of Raposa, the experiment was carried out in the CERMANGUE nursery in which three replicates were performed and seven treatments with different percentages of diesel oil were established: control; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; 3%; 4% where it was added to a bucket 500 ml of estuarine water, oil and propagules for germination. After the experimental period, which lasted until the end of germination the experiment apparently indicates that the oil diesel has no significant negative effects on the germination of *Avicennia germinans*. Therefore, our work will contribute to the scientific knowledge about the germination of the species in the contaminant.

Keywords: Mangroves, Hydrocarbons, Mangrove Black, Germination, Anomalies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas da germinação de <i>Avicennia germinans</i> até a extrusão do hipocótilo plumoso.	17
Figura 2. Mapa de localização do manguezal de Mangue Seco, Raposa, MA.....	19
Figura 3. Coleta realizada em abril e maio.....	20
Figura 4. A- Método de coleta da espécie; B- Propágulo maduro de <i>Avicennia germinans</i> ...	21
Figura 5. A- Local de coleta da água em Mangue Seco; B - bombona de 20 litros para armazenamento de água do estuarina.	22
Figura 6. Galão de 5 litros para armazenamento do óleo diesel	23
Figura 7. A – Processo de triagem dos propágulos de <i>A. germinans</i> ; B – Adição da água estuarina nas cubetas; C – Adição dos propágulos nas cubetas submetidos a embebição em diferentes percentuais de OD; D – Adição do diesel nas cubetas com os propágulos.....	25
Figura 8. Experimento com propágulos de <i>Avicennia germinans</i> colocados em cubetas estéreis etiquetadas e submetidos a embebição em diferentes percentuais de óleo diesel. .	25
Figura 9. Taxa de mortalidade de <i>Avicennia germinans</i> por experimento.....	28
Figura 10. Germinabilidade de <i>A. germinans</i> por experimento.....	29
Figura 11. Análise de Clustering mostrando agrupamento de dois grupos distintos: Grupo (1) 1,5%; 2%, controle e 3% (2) 1%; 0,5%; 4%l.....	31
Figura 12. Análise de Componentes Principais (PCA) mostrando uma tendência de correlação entre as variáveis germinabilidade e mortalidade (vetores) e os tratamentos (pontos).	32
Figura 13. A – Propágulo do tratamento controle saldável; B – Propágulo do tratamento 2% com macha de necrose; C – Propágulo do tratamento 3% com manchas D – Propágulo do tratamento 4% com manchas, ondulações, derretimento e queimaduras; E – Propágulo morto.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teor de Enxofre dos tipos de óleo diesel de acordo com a resolução N°50/2013...	23
Tabela 2. Percentual de Óleo diesel	24
Tabela 3 Mortalidade e Germinabilidade do N amostral total	30

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

C – Coleta

OD – Óleo diesel

CERMANGUE – Centro de Recuperação de Manguezais

G – Germinabilidade

ANOVA – Análise de Variância One-way

PCA – Análise de Componente Principal

EX – Experimento

P%– Percentual

LAMA – Laboratório de Manguezais

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1.	<i>Germinação</i>	15
2.	OBJETIVO	18
2.1.	<i>Objetivo Geral</i>	18
2.2.	<i>Objetivos específicos</i>	18
3.	METODOLOGIA	19
3.1.	<i>Caracterizações da área de estudo</i>	19
3.2.	<i>Coleta e Tratamento das Amostras</i>	20
4.2.1	<i>Atividade de Campo</i>	20
4.2.2	<i>Propágulos</i>	20
4.2.3	<i>Água</i>	21
4.2.4	<i>Óleo Diesel</i>	22
4.2.5	<i>Procedimentos experimentais e Trabalhos de laboratório</i>	24
4.2.6	<i>Teste de germinação</i>	26
4.2.7	<i>Análises Estatísticas</i>	26
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1	<i>Anomalias morfológicas</i>	32
6.	CONCLUSÃO	35
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

Os manguezais são sistemas ecológicos, que ocorrem nos litorais de continentes e ilhas e, que sofrem inundações periódicas por água salgada, com predomínio nas regiões tropicais e subtropicais (SOARES, 2016).

As adaptações especiais que essas espécies possuem, permitem que elas cresçam em ambientes banhados por água salobra ou salgada, com reduzida disponibilidade de oxigênio e substrato não consolidado (Kilca et al. 2019).

O ecossistema é amplamente reconhecido por sua importância ecológica, econômica e social. Sua distribuição global, é controlada por fatores oceanográficos (direção e temperatura das correntes oceânicas e costeiras) e climáticos (radiação solar, temperatura e aridez), que restringe a sobrevivência das plantas de mangue e a migração de seus propágulos para latitudes mais altas e, interferem na sua produtividade líquida (SOARES et al., 2012, RIBEIRO et al., 2019).

Mundialmente, os manguezais possuem cerca de 54 (cinquenta e quatro) espécies de plantas, enquanto no Brasil existem 7 (sete) espécies de árvores que compreendem. *Rhizophora mangle*, *R. racemosa*, *R. harrisonii*, *Avicennia germinans*, *A. schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Conocarpus erectus* (Mochel 2016)

No litoral norte da costa, encontra-se o maior cinturão de manguezais no mundo, com aproximadamente 7.591,09 km² de manguezais contínuos, sendo que 2.176,78 km² encontram-se no Pará e 5.414,31 km² no Maranhão (SOUZA-FILHO, 2005; CARVALHO E JARDINS 2017). Na ilha de São Luís – MA, os manguezais apresentam-se distribuídos em uma área de 18.895 hectares, sobre a costa como franjas, atrás das praias, cordões litorâneos e dunas arenosas, ou margeando rios e igarapés (SILVA; MOCHEL, 1994).

A espécie em estudo, trata-se da *Avicennia germinans* que compõem o grupo popularmente conhecido por siriba, siriúba ou mangue negro, é uma espécie de mangue amplamente distribuída, nativa de regiões temperadas quentes, subtropicais e tropicais das Américas e da África. Na costa do Pacífico, sua distribuição se estende do México ao Peru. Na costa do Atlântico, sua distribuição se estende do norte da Flórida ao sul do Brasil. A espécie cresce sob uma ampla gama de condições. Ocorre na vegetação de mangue em estuários de

maré, frequentemente em solos de cascalho ou arenosos. Muitas vezes é comum, especialmente em tipos de vegetação secundária, às vezes formando povoamentos quase puros ou povoamentos mistos com *Rhizophora* spp. e *Laguncularia racemosa* (L.). É mais comum no lado terrestre dos manguezais, em planícies de lama protegidas de zonas de marés e na foz dos rios (ALVAREZ CRUZ 2008).

De acordo com Mochel (2016) e Richards e Friess, (2016), os manguezais são importantes pois, além de serem berçários para muitas espécies de valor ecológico e econômico, influenciam o clima local e global, auxiliam no controle de enchentes, atuam na produção de oxigênio e no sequestro de carbono na zona costeira. O ecossistema manguezal funciona como um filtro biológico retendo substâncias poluentes, produz matéria orgânica e protege o litoral formando uma barreira à erosão, diminuindo a energia das marés, ondas e ventos. Além de desempenhar funções econômicas para muitas comunidades ribeirinhas. Onde incluem-se a pesca (viveiro, habitat e aquicultura), ecoturismo e recreação.

Apesar disso, esse ecossistema continua sendo alvo de impactos que causam destruição total ou parcial de sua área decorrente das atividades humanas. (CORREIA & SOVIERZOSKI 2008, BONALDI; RODERJAN, 2017).

Derramamentos acidentais de produtos petrolíferos, contribuem significativamente para perda de biodiversidade em ecossistemas terrestres que ocorre em todas etapas do sistema de produção, desde a exploração, produção e transporte de produtos e derivados (RIBEIRO et al., 2013; ZHU et al., 2015). Esses produtos têm um efeito tóxico direto na maioria dos organismos e, persistem por longos períodos nos ecossistemas (CULBERTSON et al., 2008; LI i BOUFADEL, 2010). Nesse contexto, o óleo diesel merece atenção especial devido ao alto nível de toxicidade, que se deve principalmente à rica composição dos hidrocarbonetos (AL-BALDAWI et al., 2014).

Os hidrocarbonetos desempenham um papel essencial no crescimento e desenvolvimento econômico global (KUPPUSAMY et al., 2019). Quase todos os hidrocarbonetos ocorrem naturalmente e, são os principais constituintes das indústrias e produtos relacionados ao petróleo (SOUSA et al., 2018; VARJANI E UPASANI, 2017). Embora os hidrocarbonetos, por exemplo, diesel ou petróleo, tenham sido uma força motriz para o bem-estar humano nas últimas décadas, eles representam uma ameaça significativa para ecossistemas e sua biodiversidade

(ABDEL-SHAFY E MANSOUR, 2016; POKETHITIYOOK, 2017; REHMAN et al., 2018, 2019b).

O impacto do petróleo nos manguezais, está relacionado ao tipo de poluente, quantidade derramada, toxicidade, padrão de deposição, tempo de retenção e as condições climáticas prevalentes e as marés. Quando o petróleo e seus derivados chegam aos manguezais, seus efeitos físicos e toxicológicos podem ser agudos (por exemplo, desfolhamento ou morte da fauna) e / ou crônica (por exemplo, redução da reprodução da planta, sobrevivência da semente ou faunística tamanho da população) (CHEQUER et al., 2017).

O diesel contém alcanos e hidrocarbonetos à base de nafteno amplamente considerados poluentes importantes no solo e na água (AHMED e FAKHRUDDIN, 2018; FAHID et al., 2020b). Em ambos os ambientes terrestres e aquáticos, a contaminação pelo diesel muda drasticamente a química e as propriedades físicas do solo, impedindo a aeração, infiltração e permeabilidade (BOROWIK et al., 2018; HUSSAIN et al., 2019).

Em manguezais degradados, o ecossistema pode sofrer diversos desequilíbrios como, por exemplo: salino, hídrico, climático, biológico, sedimentar e derramamentos de óleo. Muitas vezes, os tensores atuam em conjunto, ou seja, um derramamento de óleo pode ocorrer em um manguezal que já esteja sofrendo estresse salino ou assoreamento, por exemplo. Os efeitos combinados desses tensores impõem desafios para reverter os danos causados pela degradação dos manguezais e, exigem conhecimento de como atuam sobre os componentes do ecossistema para que sejam desenvolvidos diversos processos e técnicas de recuperação ecológica (MOCHEL, 2019).

Em condições naturais o próprio manguezal se recompõe, porém, nem sempre a regeneração natural é suficiente para sanar problemas ou salvar manguezais degradados por ações antrópicas (PANITZ, 1997; LEWIS; STREEVER, 2000).

1.1. Germinação

Segundo Labouriau (1983), e citado por Silva (2018), a germinação de sementes é um fenômeno biológico que pode ser considerado botanicamente como a retomada do crescimento do embrião, com o conseqüente rompimento do tegumento pela radícula. Entretanto, para os tecnólogos de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do

embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis.

Durante o processo germinativo, ocorrem alterações na composição química da semente e no consumo de substâncias de reservas, tais como carboidratos, lipídeos e proteínas, os quais fornecem energia e material plástico para o desenvolvimento do embrião. Esta atividade metabólica é diretamente influenciada por condições internas (intrínsecas do órgão) e externas (do ambiente), que podem interferir na velocidade e no sucesso dos eventos. Com relação aos fatores internos, destacam-se a viabilidade e o vigor da semente, como premissa básica para ocorrência da germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000)

A fase de germinação e estabelecimento de plântula, é um estágio crítico no ciclo de vida de todas as plantas, mas é particularmente crucial para as espécies de mangue devido às condições do ambiente entre-marés. As plântulas de mangue, além de manter-se frente ao estresse típico de sistemas florestais como sombreamento e herbivoria, deve superar substratos instáveis e anaeróbicos, inundação periódica pelas marés e altas salinidades (MCKEE, 1995; OLIVEIRA 2015).

Os principais fatores ambientais que influenciam na germinação são: água, temperatura e oxigênio (BEWLEY & BLACK, 1994). Cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais. Da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos, com conseqüente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada do crescimento, por parte do eixo embrionário (OLIVEIRA, 2015).

Propágulos do gênero *Avicennia* são unidades de dispersão hidrocória que se caracterizam por um embrião com elevada flutuabilidade, formado por espessos cotilédones (3 mm), dobrados em torno do hipocótilo, e radícula proeminente. Enquanto preso à planta-mãe, o embrião é envolvido por um pericarpo fino, mas este se destaca imediatamente após contato com a água. O fruto é considerado vivíparo, uma condição em que o hipocótilo não aumenta suficiente para romper o pericarpo enquanto ainda está fixo a matriz (HUTCHINGS & SAENGER 1987) e (TOMLINSON 1986).

São pequenos, leves e sempre flutuam, necessitando de um período maior, livre da influência das oscilações das marés, para efetuar sua fixação ao substrato, podendo permanecer meses flutuando no mar. Isto permite que estes vegetais percorram grandes distâncias e colonizem novos ambientes. (BRUNO, 1999; SOARES, 1995).

Segundo Oliveira (2005) a germinação do gênero *Avicennia* inicia-se com o alongamento do hipocótilo e da radícula, ainda na planta mãe.

Em condições desfavoráveis, as sementes podem ficar dormentes (dormência secundária) para manter sua capacidade de germinação. Contudo, quando as condições são favoráveis, as sementes podem germinar (Miransari & Smith 2014). Dentre fatores que controlam a germinação de sementes e dormência é a remoção do pericarpo da semente (Sari et al.2006). O pericarpo das sementes é responsável pela dormência do revestimento das sementes, afetando a germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas.

Em vista disso, neste estudo foram considerados germinados os propágulos que apresentaram extrusão do hipocótilo plumoso através do pericarpo, com geotropismo positivo. (Figura 1).

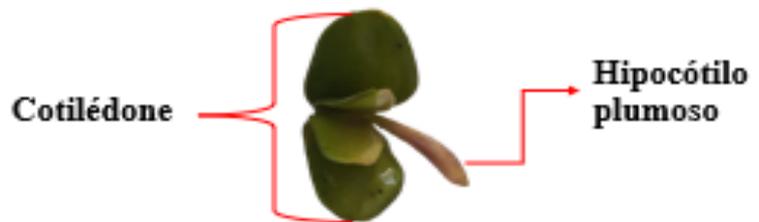


Figura 1. Etapas da germinação de *Avicennia germinans* até a extrusão do hipocótilo plumoso.

Estudos acerca dos efeitos do óleo diesel na germinação de *A. germinans* é escasso. O conhecimento sobre as respostas e o limite de tolerância das plantas a esse contaminante é essencial para o sucesso de técnicas de biorremediação. Para isso, torna-se necessária a mensuração dos efeitos ocasionados em sua germinação (LEWIS et al., 2011; TONEL 2014).

Nesse contexto, o presente trabalho visa investigar a capacidade germinativa de propágulos de *Avicennia germinans* e a resposta em sua morfologia externa em

situação de diferentes percentuais de óleo diesel. Ressalte-se o pioneirismo do nosso estudo, que contribuirá tanto para o conhecimento científico, quanto para o aprimoramento de técnicas de biorremediação e aperfeiçoar técnicas de recuperação de manguezais.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Analisar a influencia do óleo diesel S-10 na germinação de propágulos de *Avicennia germinans* laboratório. (CERMANGUE).

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Monitorar a Germinação de *Avicennia germinans*;
- ✓ Analisar a influência do diesel sobre a germinação dos propágulos;
- ✓ Identificar as taxas de mortalidade e sobrevivência em cada tratamento;
- ✓ Verificar a influência diesel na morfologia externa dos propágulos.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterizações da área de estudo

O município de Raposa está localizado a aproximadamente 30 Km à nordeste do município de São Luís do Maranhão, criado pela Lei N° 6.132, de dezembro de 1994, que o separou do município de Paço do Lumiar, o município possui aproximadamente 31.586 habitantes (Estimativa de 2021) e cerca de 79.213km². Encontra-se entre as coordenadas de 02° 25' 22''S e 44° 05' 21'W . (IBGE 2021)

De acordo com a classificação de Koppen e Geiger (1928), a região entre os municípios de São José de Ribamar e Raposa apresentam um clima que se enquadra entre os padrões equatorial e tropical chuvoso, com dois períodos sazonais bem marcados, um período chuvoso (janeiro a junho) e de estiagem (julho a dezembro). Ferreira et al. (2014) mostrou ainda que, nessa região, a temperatura média anual é de 26°C e a precipitação média anual é de cerca de 2,100 mm (FERREIRA, et al., 2014).

O local onde foram realizadas as coletas dos materiais para o experimento está inserida na região de manguezal conhecida como Mangue Seco, situado em um dos canais afluentes do Rio Paciência, localizado no município supracitado que se insere entre as coordenadas: 2°27'12.2"S 44°09'33.6"W, 2°27'09.1"S 44°09'33.6"W, 2°27'12.4"S 44°09'30.0"W e 2°27'16.6"S 44°09'32.9"W (Figura 2).

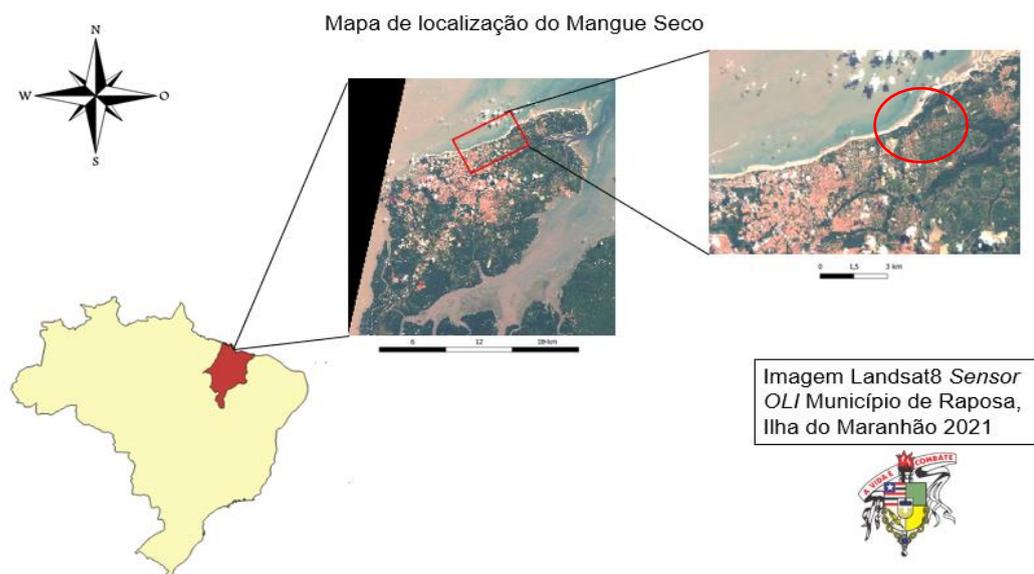


Figura 2. Mapa de localização do manguezal de Mangue Seco, Raposa, MA.

3.2. Coleta e Tratamento das Amostras

4.2.1 Atividade de Campo

As coletas foram realizadas mensalmente de acordo a disponibilidade dos propágulos durante os meses de abril (1º coleta), maio (2º coleta) e outubro (3º coleta) de 2021 (Figura 3), no período chuvoso considerando-se que a disponibilidade da água é um fator limitante para cada espécie (SEGHIERI et al., 1995).

Foram coletados manualmente um N amostral total de 747 (setecentos e quarenta e sete) propágulos maduros não herbivorados de *A. germinans* diretamente da árvore matriz, e esse quantitativo foi dividido em 3 (três) coletas onde na C1 foram coletados 250 (duzentos e cinquenta) frutos, C2 217 (duzentos e dezessete) frutos, e na C3 280 (duzentos e oitenta) frutos, vale ressaltar que a disponibilidade dos propágulos varia de acordo com as condições climáticas e ambientais esse fato justifica as quantidades de propágulos coletados por coleta.



Figura 3. Coleta realizada em abril e maio.

4.2.2 Propágulos

Em campo foram selecionadas as matrizes genéticas mais adequadas para o fornecimento de propágulos. Os frutos maduros (Figura 4) foram coletados manualmente, no período entre a baixamar e a preamar com o auxílio de luvas de algodão com travas de borracha e tesouras de poda, diretamente da matriz, para preservar o máximo possível de clorofila da árvore-mãe, os propágulos foram cortados logo a cima do primeiro par de folhas e acondicionados em um cofo de

palha, para evitar a desidratação dos propágulos, e transportados para o viveiro de mudas no Centro de Recuperação de Manguezais (CERMANGUE).

Para a obtenção de propágulos deve ser considerada alguns aspectos de acordo com as recomendações de Mochel et. al. (2019) como: - a disponibilidade de doadores (plantas-matrizes); - a distância dos doadores até os sítios de recuperação; - a maturidade dos exemplares; - o desenvolvimento estrutural das árvores adultas; - a possibilidade de coleta de exemplares portadores de patógenos e de ovos e larvas de predadores herbívoros, optando-se pelos propágulos saudáveis com maior possibilidade de sucesso em seu desenvolvimento.

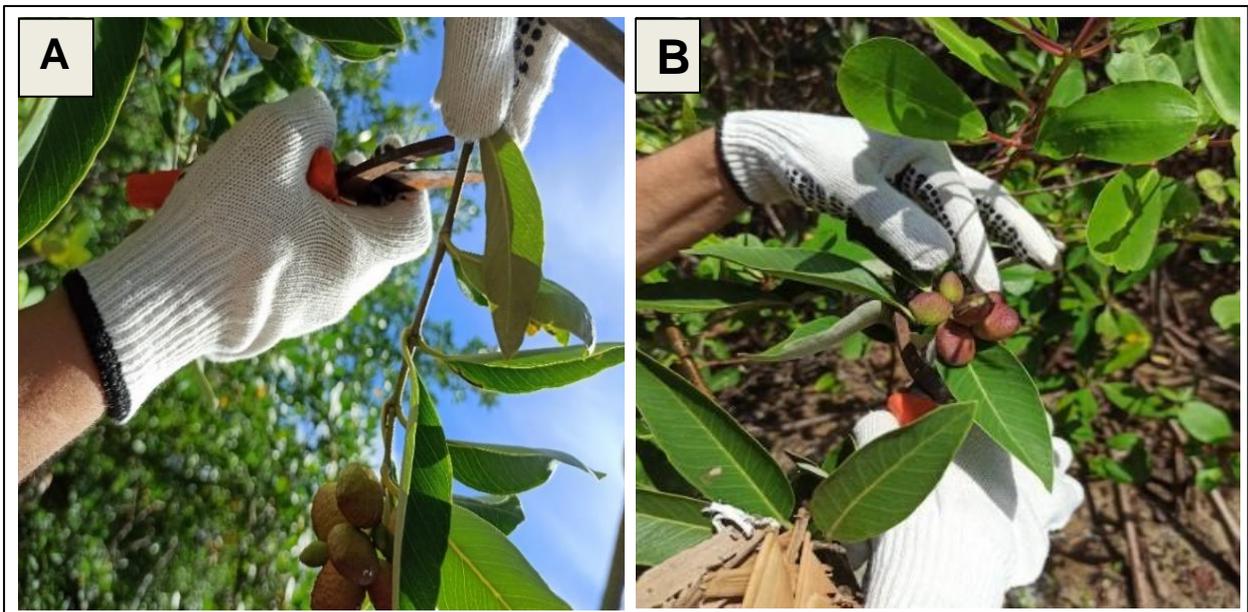


Figura 4. A- Método de coleta da espécie; B- Propágulo maduro e não herbivorado de *A. germinans*

4.2.3 Água

A água estuarina utilizada no experimento foi coletada no Canal do Mangue Seco, na mesma região em que os propágulos foram coletados, e sua salinidade foi verificada com um refratômetro modelo Q767-3 Quimis, sendo 28A água coletada foi transportada em bombonas plásticas para o CERMANGUE-UFMA. (FIGURA 5).



Figura 5: A- Local de coleta da água em Mangue Seco; B - bombona de 20 litros para armazenamento de água do estuarina.

4.2.4 Óleo Diesel

O óleo diesel é um combustível líquido derivado de petróleo, composto por hidrocarbonetos com cadeias de 8 a 16 carbonos e, em menor proporção, nitrogênio, enxofre e oxigênio. É utilizado principalmente nos motores ciclos Diesel (de combustão interna e ignição por compressão) em veículos rodoviários, ferroviários e marítimos e em geradores de energia elétrica. (BRASIL 2020).

A Agência Nacional de Petróleo, Biocombustíveis e Gás Natural (ANP), através da resolução Nº50/2013 estabeleceu que o óleo diesel rodoviário pode ser encontrados das seguintes formas:

OD tipo A: Combustível proveniente de processos de refino de petróleo, centrais e de matérias-primas petroquímicas ou autorizadas, sem adição de biodiesel destinado a veículos dotados de motores do ciclo Diesel, de uso rodoviário, sem adição de biodiesel;

OD tipo B: É combustível tipo A com adição de biodiesel no teor estabelecido pela legislação vigente. (BRASIL, 2013b).

Estes tipos de diesel são subclassificados de a cordo com seu teor de enxofre (Tabela1) seguindo a nomenclatura adotada pela Resolução ANP nº 50/2013 (BRASIL,2013),

Tabela 1. Teor de Enxofre dos tipos de óleo diesel de acordo com a resolução N°50/2013

Diesel	Teor de enxofre (mg Kg⁻¹)
S-10	10
S-500	500

O óleo utilizado no experimento foi o Diesel S-10 comprado em um posto de combustível, acondicionado em um galão de 5 litros (Figura 4) e armazenado em local seco e fresco no CERMAGUE/UFMA.

**Figura 6:** Galão de 5 litros para armazenamento do óleo diesel

Os percentuais de OD utilizados no experimento foram pré-determinados para testes experimentais, vale ressaltar a proporção de OD para cada 500 ml de água estuarina em cada tratamento (TABELA 2).

Tabela 2. Percentual de Óleo diesel

Tabela de Percentual de óleo diesel para 500ml de Água	
Volume (ml)	Percentual (%)
2,5	0,5%
5	1%
7,5	1,5%
10	2%
15	3%
20	4%

4.2.5 Procedimentos experimentais e Trabalhos de laboratório

Todo o experimento foi realizado sob condições controladas no Centro de Recuperação de Manguezais (CERMANGUE) e monitorado diariamente, após a coleta os propágulos passaram pelo processo de triagem na qual foram selecionados somente propágulos saudáveis para a germinação.

A água estuarina utilizada para germinação foi adicionada individualmente nas cubetas onde em seguida foram adicionados o diesel e os propágulos escolhidos (Figura 7). Foram coletados um total de 747 (setecentos e quarenta e sete) propágulos de *A. Germinans*. Ressalta-se que experimento foi dividido em 3(três) réplicas para assegurar resultados mais confiáveis.



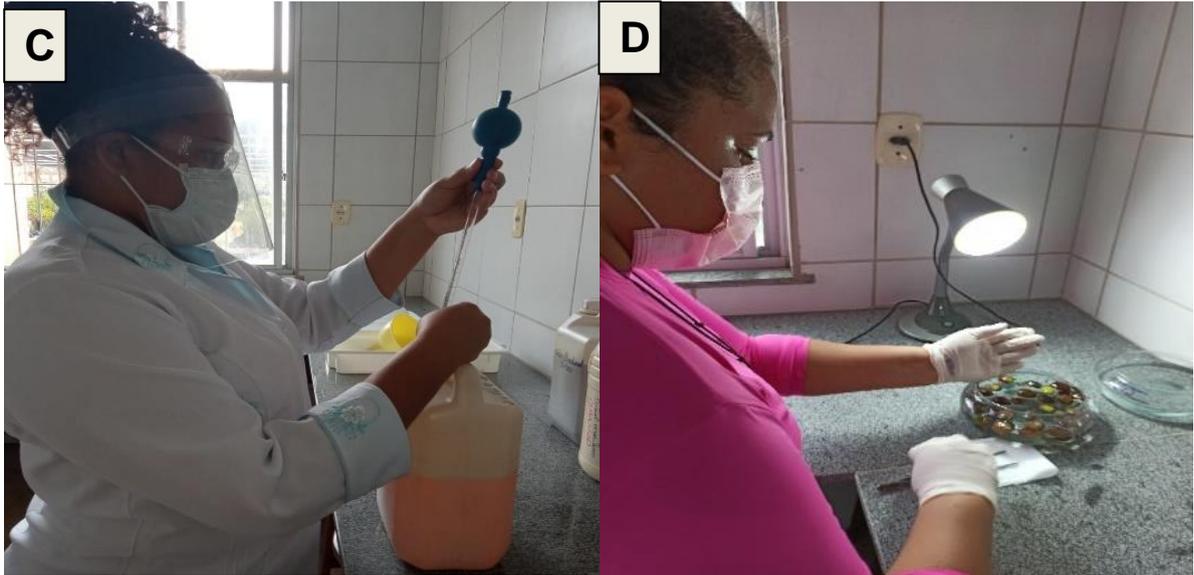


Figura 7. A – Processo de triagem dos propágulos de *A. germinans*; B – Adição da água estuarina nas cubetas; C – Adição dos propágulos nas cubetas submetidos a embebição em diferentes percentuais de OD; D – Adição do diesel nas cubetas com os propágulos.

Foram colocados entre 30 (trinta) e 40 (quarenta) propágulos em cada cubeta previamente identificadas e etiquetadas. No total foram utilizadas 7 (sete) cubetas por experimento sendo controle; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; 3%; 4% de diesel o equivalente a 2,5ml; 5ml; 7,5ml; 10ml; 15ml; 20ml, de óleo diesel importante ressaltar que o controle fica distante dos demais tratamento para evitar contaminação (FIGURA 8)



Figura 8. Experimento com propágulos de *Avicennia germinans* colocados em cubetas estéreis etiquetadas e submetidos a embebição em diferentes percentuais de óleo diesel.

O estado inicial do propágulo, uma vez inoculado foi considerado a primeira observação.

O intervalo de observação foi de 24 horas devido ao tempo medio de germinação da espécie (Araujo et al., 2014), com a intenção de observar o máximo de germinação possível da espécie o tempo máximo que os propágulos ficaram de molho foi de 7 dias pois o experimento só finalizava quando não havia mais sinal de germinação, ou morte dos propágulos.

4.2.6 Teste de germinação

Para analisar a influência do óleo diesel sobre a germinação de propágulos de *Avicennia germinans* foi avaliada a variável: germinabilidade (G; %) para informar a quantidade de propágulos germinados no experimento.

A variável G, foi processada através Excel 2019 do pacote Office utilizado para cálculos de germinação cuja fórmula é:

Germinabilidade:

$$G = \frac{N}{A} \times 100$$

Onde N = número de sementes germinadas; A = número total de sementes colocadas pra germinar.

4.2.7 Análises Estatísticas

Para analisar a germinação dos propágulos calculou- se o teste estatístico específico: Germinabilidade (G%) que é a percentagem de sementes na qual o processo de germinação chega ao fim, em condições experimentais (Labouriau, 1983) no Excel 2018.

Os dados estatísticos não específicos de germinação foram processados no software e PAST 4.3.

Para análise de dados foram utilizados testes estatísticos que melhor se aplicavam à nossa pesquisa. Aplicou-se o teste de Análise de Variância One-way (ANOVA One-Way) na germinabilidade e na mortalidade para verificar se houve variância entre as médias, considerando os pressupostos de homogeneidade das variâncias (ZAR 1996).

Tais pressupostos não foram atendidos, e não houve a possibilidade de se aplicar ANOVA ($p=0,6789$) então foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido por Mann -Whitney. A homogeneidade das variâncias foi analisada através do teste de Levene (LEVENE1960).

Uma análise de Cluster, através da distância euclidiana pelo método de ligação das médias, foi aplicada para demonstrar a similaridade entre os tratamentos de diferentes percentuais de óleo diesel em função da germinabilidade e mortalidade.

A Análise de Componente Principal (PCA) foi gerada para avaliar a tendência das variáveis fisiológicas a estarem associadas com cada tratamento, ou seja, verificar, por exemplo, qual variável é mais relevante em quais tratamento de acordo com o agrupamento gerado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os propágulos de todos as replicas e tratamentos começaram a germinar no mesmo dia. Dos 747 propágulos utilizados 727 germinaram dentro do tempo total do experimento.

Verifica-se que a maior taxa de mortalidade está associada ao EX01 no tratamento de (0,5%) onde obteve-se (12,12%) e a menor no tratamento de (3%), no EX02 não houve mortalidade, entretanto no EX03 o maior valor foi no tratamento de (4%) com 8% e o menor no de (0,5%) onde não houve mortalidade (FIGURA 9)

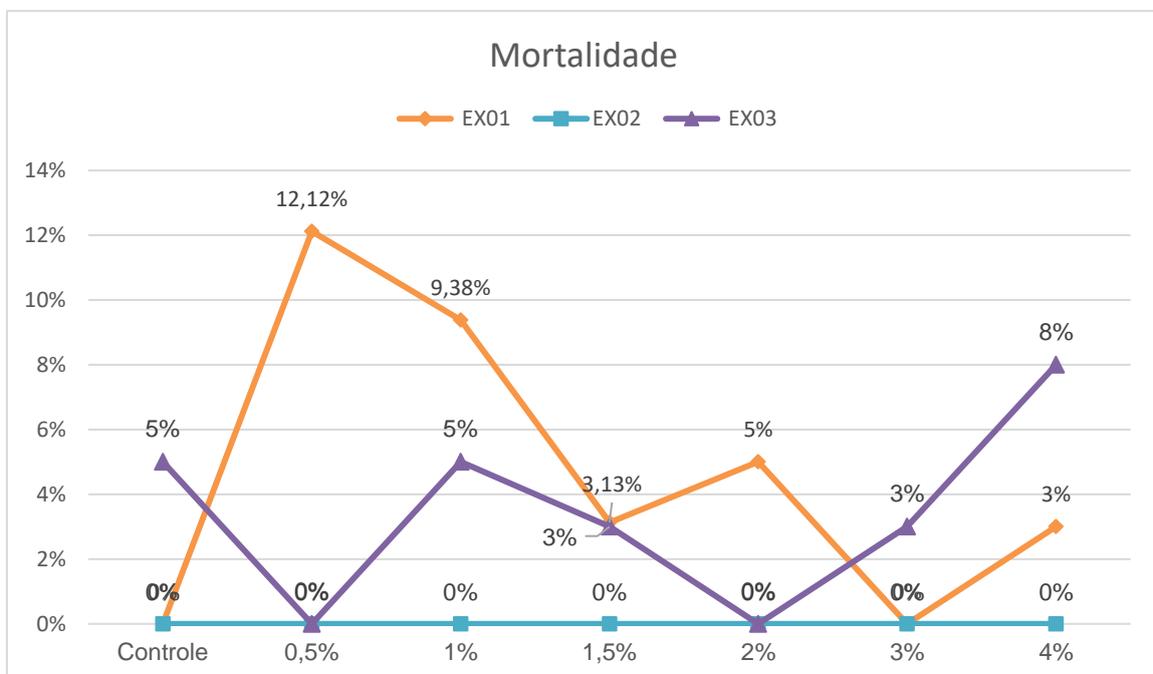


Figura 9. Taxa de mortalidade de *Avicennia germinans* por experimento.

A análise de sobrevivência tem aplicabilidade geral para análise de respostas de desenvolvimento que ocorrem ao longo do tempo com as seguintes condições: 1- deve ocorrer um evento de partida (embebição), 2- o evento terminal (germinação) e 3- o fim do experimento. Aplicando-se a análise de sobrevivência, as respostas de germinação podem ser registradas como normal, anormal ou não-germinada. (SCOTT; JONES, 1982; HOFFMANN, 2017).

Observa-se de forma abrangente as taxas de sobrevivência do experimento tanto por tratamento quanto por replicas e verificou-se ao longo da testagem que no EX01 o tratamento (0,5%) foi onde houve menor sobrevivência de toda a pesquisa com 87,87% (FIGURA 10).

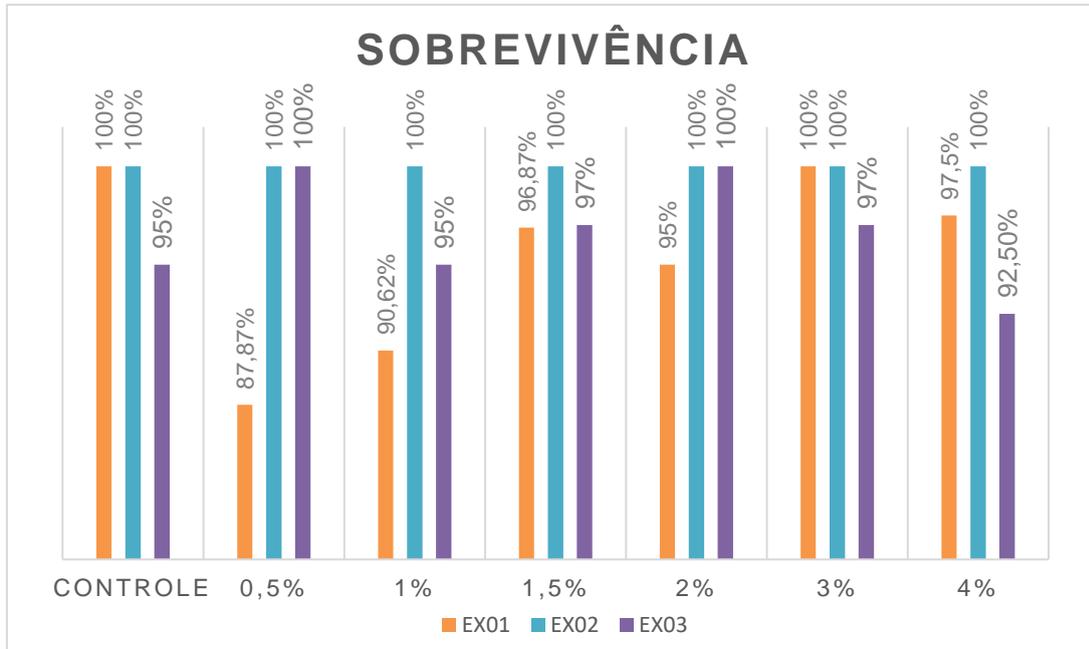


Figura 10. Germinabilidade de *A. germinans* por experimento.

Na tabela 3, foi realizado a soma dos experimentos onde é possível observar as taxas de mortalidade e de germinabilidade do N amostral total do experimento. onde é possível observar que uma das menores mortalidades está associada ao tratamento do controle o que já era esperado, no entanto o tratamento de 4% apresenta a maior mortalidade o que aparentemente pode estar associado a influência do contaminante. Importante ressaltar que grande parte dos espécimes mortos eram os menores propágulos do experimento o que pode ser explicado por Naidoo (2017), que sugere que o tamanho do propágulo e, portanto, as reservas maternas, afetam muito o grau de tolerância ao óleo, e propágulos menores tendem a resistir menos ao contaminante.

Tabela 3 Mortalidade e Germinabilidade do N amostral total

Percentual (P%)	Mortalidade	Germinabilidade
Controle	2%	98%
0,5%	4%	96%
1%	5%	95%
1,5%	2%	98%
2%	2%	98%
3%	1%	99%
4%	6%	94%

Observa-se uma tendência dos resultados com maior similaridade a se agruparem onde no grupo 1 os propágulos tendem a germinar mais nos tratamentos (controle, 1,5%; 2% e 3%), o mesmo acontece com o grupo 2 os propágulos tentem a morrer mais nos tratamentos (0,5%; 1%; 4%), destacando uma notável separação de grupos como mostra a análise de *Clustering* aplicada às médias de germinabilidade e de mortalidade para formar grupos com homogeneidade dentro do agrupamento e heterogeneidade entre eles. (FIGURA 12)

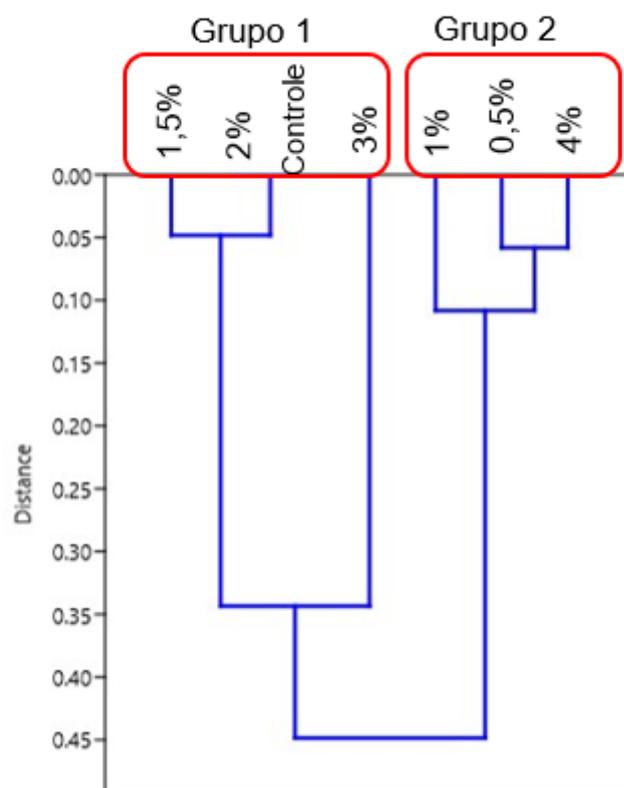


Figura 111. Análise de Clustering mostrando agrupamento de dois grupos distintos: Grupo (1) 1,5%; 2%, controle e 3% (2) 1%; 0,5%; 4%

A PCA mostrou que a germinabilidade apresenta tendência a está melhor relacionada negativamente com o componente 1 e melhor associado aos percentuais 1,5%; 2%; controle e 3% e menor relacionada aos percentuais de 0,5%, 4%, 1% o vetor de mortalidade não apresentou representatividade significativa, isso implica que há uma maior taxa de mortalidade maior nos tratamentos de 1%; 0,5%; e 4%.

Logo Análise de Componentes Principais mostra uma tendência da germinação está associada principalmente aos tratamentos controle, 2% e 1,5% de O.D, enquanto a mortalidade apresentou-se está mais associada ao tratamento de 4%.

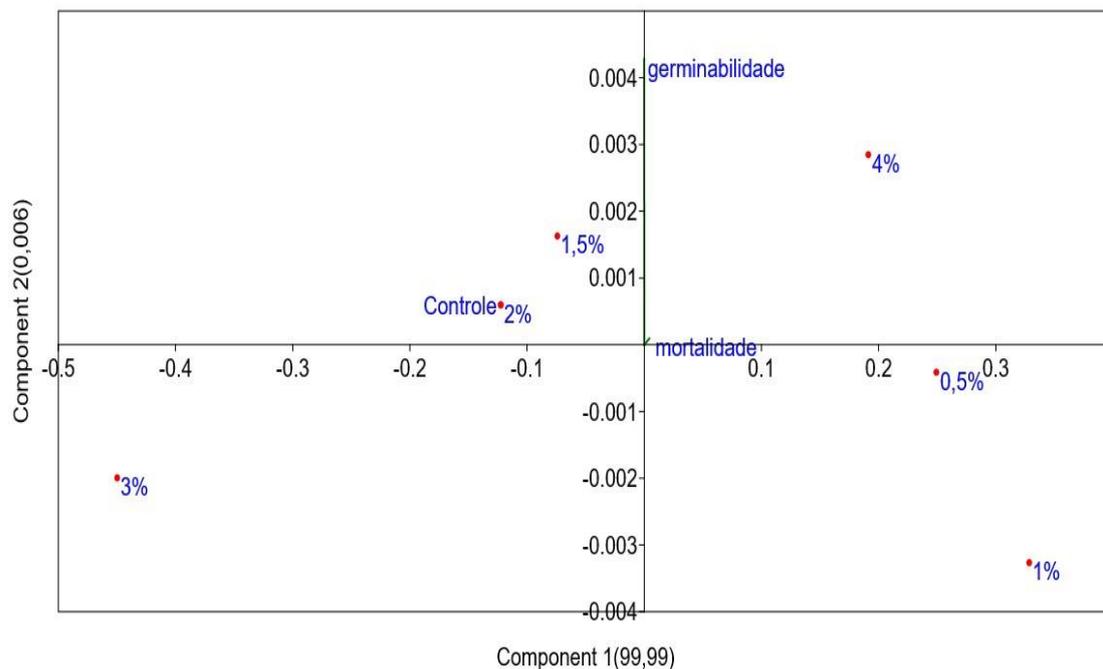
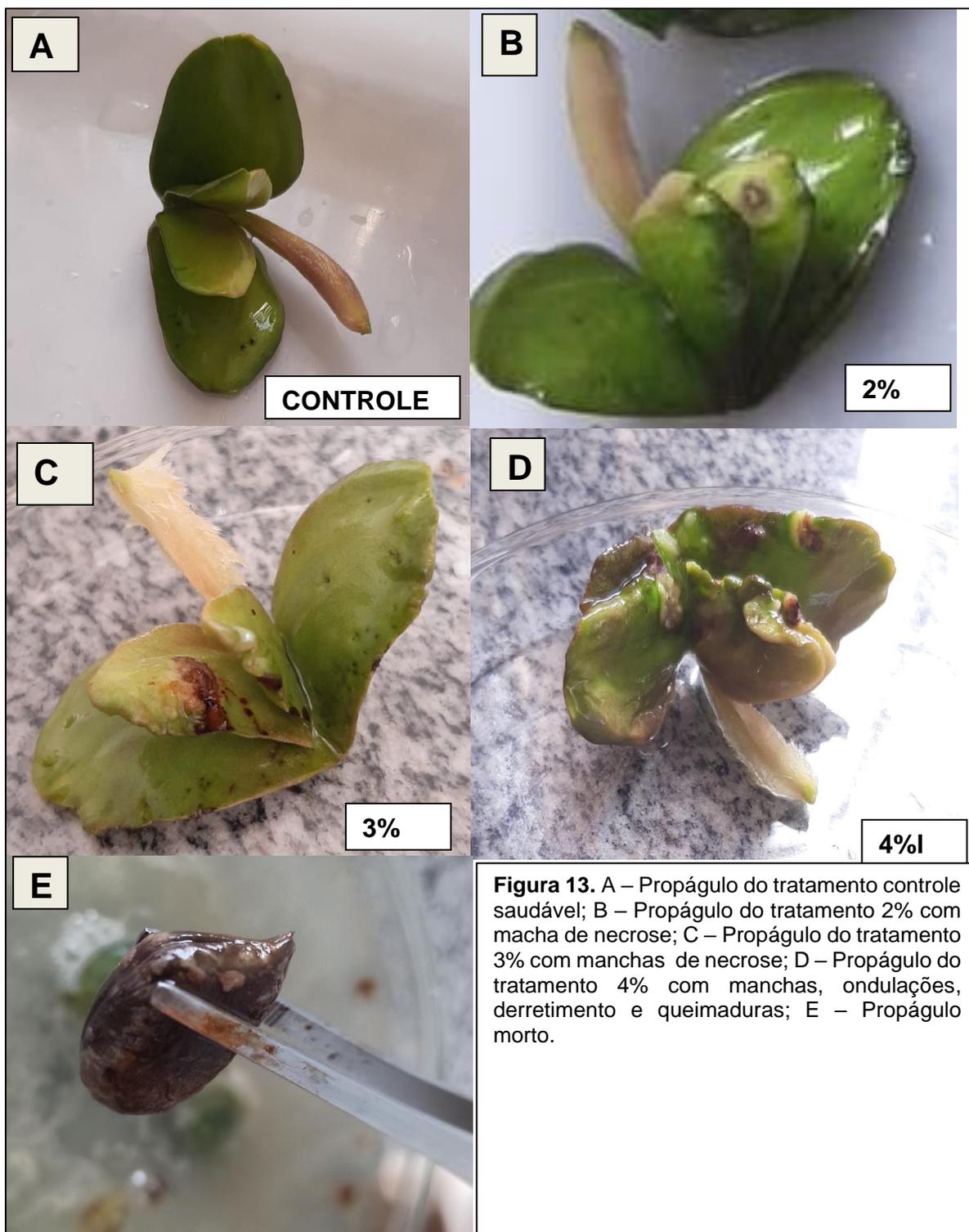


Figura 12. Análise de Componentes Principais (PCA) mostrando uma tendência de correlação entre as variáveis germinabilidade e mortalidade (vetores) e os tratamentos (pontos).

5.1 Anomalias morfológicas

Os cotilédones do gênero *Avicennia* são classificados como de reserva, são normalmente suculentos, com coloração verde ou escura, nas imagens abaixo observa-se alterações na morfologia externa dos propágulos submetidos ao óleo diesel, é possível observar na imagem A do tratamento controle não houve anomalias sendo um propágulo saudável, enquanto na imagem B, C e D referente aos lotes de (2%, 3% e 4%) foi possível observar manchas de necrose, queimaduras, ondulações, e até mesmo o derretimento do pericarpo e de parte do espécime, que aparentemente está associado a presença do contaminante (FIGURA 14).



Diante dos resultados obtidos, os percentuais de OD utilizados, não foram considerados tóxicos para a espécie onde foi possível observar sucesso germinativo em todos os tratamentos e em todas as réplicas logo a espécie *A. germinans* se mostrou altamente resistente ao stress.

Segundo Rivera-Cruz & Trujillo-Narcia (2004) e citado por Lira (2014), crescimento vegetal reduzido, germinação inibida e morte vegetal indicam grau de toxicidade de poluentes.

Uma possível causa da tolerância da espécie ao contaminante pode ser explicada por Balke et al. (201) e Naidoo (2017), que descrevem que o pericarpo é uma cutícula cerosa com células epidérmicas que envolve todo o embrião e oferece proteção à muda em desenvolvimento. e minimizam a penetração do óleo no propágulo. A perda do pericarpo protetor, entretanto, expõe toda a muda (cotilédones, hipocótilo e meristemas), facilitando a penetração do OD e favorecendo a mortalidade dos espécimes menos resistentes.

6. CONCLUSÃO

A influência aparentemente negativa do óleo diesel, nos percentuais de óleo diesel utilizado, não compromete a germinação, fazendo com que a espécie seja capaz de se estabelecer na presença do contaminante sob as condições impostas neste estudo, a *Avicennia germinans* é capaz, não apenas de sobreviver, mas também de tolerar o poluente em sua fase inicial.

Sugere-se que mais estudos sejam realizados dando continuidade ao experimento efetuando o plantio da espécie para que seja possível analisar o desenvolvimento dos propágulos contaminados, tanto nos percentuais utilizados no presente estudo quanto em percentuais maiores, para que seja possível verificar qual a tolerância do gênero *Avicennia* no contaminante.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-SHAFY, HUSSEIN I.; MANSOUR, MONA SM. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: source, environmental impact, effect on human health and remediation. **Egyptian journal of petroleum**, v. 25, n. 1, p. 107-123, 2016.

ADAM, G. e DUNCAN, H. J. **Effect of Diesel Fuel on Growth of Selected Plant Species**. Environment Geochemistry and Health. Amsterdam, v. 21, p. 353-357, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. [S. l.], 9 nov. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-de-derivados-de-petroleo-e-processamento-de-gas-natural/producao-de-derivados-de-petroleo-e-processamento-de-gas-natural/oleo-diesel>. Acesso em: 15 nov. 2021

AHMED, FOWZIA; FAKHRUDDIN, A. N. M. A review on environmental contamination of petroleum hydrocarbons and its biodegradation. **International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources**, v. 11, n. 3, p. 1-7, 2018.

AL-BALDAWI, I.A.W.; ABDULLAH, S.R.S.; HASAN, H.A. ; SUJA, F.; ANUAR, N.; MUSHRIFAH, I. **Optimized conditions for phytoremediation of diesel by Scirpus grossus in horizontal subsurface flow constructed wetlands (HSFCWs) using response surface methodology**. **Journal of Environmental Management**, v. 140, p. 152-159, 2014.

ALVAREZ CRUZ, NS, 2008. **Avicennia germinans (L.) L. [Internet] Record from PROTA4U**. Louppe, D., Oteng-Amoako, AA & Brink, M. (Editores). PROTA (Recursos Vegetais da África Tropical / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Holanda. < <http://www.prota4u.org/search.asp> >. Acessado em 18 de agosto de 2021.

ANP. **Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Disponível em:<[ww.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-de-derivados-de-petroleo-](http://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-de-derivados-de-petroleo-)

eprocessamento-de-gas-natural/producao-de-derivados-de-petroleo-e processamento-de-gas-natural/oleo-diesel >. Acesso em: 17 nov. 2021.

ARAUJO EC, COSTA RC, LOPES EC, DAHER RF & FERNANDES MEB (2014) **Qualidade das mudas de espécies arbóreas de mangue cultivadas em viveiro e diferentes substratos. Acta Ambiental Catarinense. Vol. 11, No.1/2. UFPA, Pará**

BALKE, T., BOUMA, TJ, HORSTMAN, EM, WEBB, EL, ERFTEMEIJER, PLA, HERMAN, PMJ, 2011. **Janelas de oportunidade: limites para o estabelecimento de mudas de mangue em planícies de maré. Mar. Ecol. Prog. Ser. 440, 1–9.**

Bewley, J.D. & BLACK, M. 1994. Seeds – physiology of development and germination. Plenum Press. New York. 275p

BONALDI, R. A.; RODERJAN, C. V. **Levantamento florístico e caracterização estrutural de um manguezal na APA de Guaraqueçaba, Paranaguá, PR. Acta Biológica Catarinense, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 19-28, jan./jun, 2017.**

BOROWIK, AGATA; WYSZKOWSKA, JADWIGA; OSZUST, KAROLINA. Changes in the functional diversity of bacterial communities in soil contaminated with diesel oil. **Journal of Elementology**, v. 23, n. 3, 2018.

BRUNO, G. C. C. **Manguezais: da teoria à prática da preservação. Praia Grande, SP: Prefeitura da Estância Balneária de Praia Grande, Não Paginado, 1999.**

CARVALHO, ELENA ALMEIDA DE; JARDIM, MÁRIO AUGUSTO GONÇALVES. **Composição e estrutura florística em bosques de manguezais paraenses, Brasil. Ciência Florestal, v. 27, p. 923-930, 2017**

CARVALHO, E A; JARDIM, MARIO AUGUSTO GONCALVES. **Floristic composition and structure of the mangrove forests in pará state, brazil. Ciencia Florestal, v. 27, n. 3, p. 923-930, 2017.**

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000

CHEQUER, L.; BITENCOURT, J. A. P.; WAITE, C. C. C.; SANTOS, E. S.; FRANCO, D. C.; ALVES, R.; CRAPEZ, M. A. C. **Response of mangrove propagules to the presence of oil- and hydrocarbon-degrading bacteria during an experimental oil**

spill. Latin american journal of aquatic research, v. 45, p. 814-821 2017.

Clarke KR, Warwick RM (2001) **Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation**. Natural Environment Research Council, Plymouth.

CORREIA. M. D.; SOVIERSOSKI, H. H. 2008. **Gestão e Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira do Estado de Alagoas, Brasil**. Revista da Gestão Costeira Integrada, v. 82, p. 25-45.

CULBERTSON, J.B.; VALIELA, I.; PICKART, M.; PEACOCK, E.E; REDDY, C.M. **Long-term consequences of residual petroleum on salt marsh grass. Journal of Applied ecology**, v. 45, p.1284-1292, 2008.

FAHID, MUHAMMAD ET AL. CYPERUS LAEVIGATUS L. ENHANCES, **Diesel oil remediation in synergism with bacterial inoculation in floating treatment wetlands. Sustainability**, v. 12, n. 6, p. 2353, 2020.

FERREIRA IS, CUNTRIM MVM, WATANABE IS, MENDONÇA MC (2014) **O município de Raposa – MA: do abandono ambiental as perspectivas de crescimento econômico e turístico. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos Anais de Congresso, A AGB e a Geografia brasileiro no contexto das lutas sociais frente aos projetos hegemônicos 10 a 16 agosto de 2014, Vitoria-ES**

GILL, A. M; TOMLINSON, P. B. **Studies on the growth of red mangrove (Rhizophora mangle L.). 3. Phenology of the shoot. Biotropica**. v. 3, p. 109-124, 1971.

HAMMER Ø, HARPER DAT, AND RYAN PD (2001) **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp**.

HENSEL, P., PROFFITT, EC, DELGADO, P., SHIGENAKA, G., YENDER, R., HOFF, R., MEARNS, AJ, 2010. In: Hoff, R. (Ed.), **Oil Spills in Mangroves Planning and Response Considerations. Hooke, N., 1997. Maritime Casualties, 1963–1996**. segunda edição. LLP Limited, Londres. Huffington Post,

HOFFMANN, Andrea Ferreira et al. **Modelagem da germinação e do alongamento**

de plântula de espécies de plantas daninhas poáceas. 2017.

HUSSAIN, Imran et al. Differentiation between physical and chemical effects of oil presence in freshly spiked soil during rhizoremediation trial. **Environmental science and pollution research**, v. 26, n. 18, p. 18451-18464, 2019.

HUTCHINGS P, SAENGER P. 1987. Ecologia de manguezais. St. Lucia (AU): University of Queensland Press. 388 pág.

KILCA, RICARDO VARGAS et al. Os manguezais e marismas da Baía Babitonga: uma síntese. **Revista CEPSUL-Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 8, p. eb2019002-eb2019002, 2019.

KOPPEN W, GEIGER R (1928) **Die klimate der Erde. Wall-map 150cmx200cm**, Gotha: Verlag Justus Perthes

KUPPUSAMY, SARANYA et al. **Total petroleum hydrocarbons: environmental fate, toxicity, and remediation.** Springer, 2019.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes.** Washington: OEA: 1983. p. 174.

LACERDA, L. D. **Manguezais: florestas de beira mar.** Ciência Hoje. v. 3, n. 13, p. 63-70, 1984.

LAURO, M.J. **Desenvolvimento de métodos para determinação de número de cetano e aditivo para número de cetano por espectroscopia no infravermelho próximo e infravermelho médio.** 2006. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campinas, Instituto de Química, São Paulo, 2006, 57 f;

LEVENE H (1960) **Robust Test for Equality of Variances. Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling.** Pages 278-292. Stanford University Press, California, United States.

LEWIS, M.; PRYOR, R.; WILKING, L. **Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: a review.** **Environmental Pollution**, v. 159, p. 2328-2346, 2011.

LEWIS, R. R; STREEVER, B. **Restoration of mangrove habitat.** WRP Technical Notes Collection, p. 1-7, 2000.

LI, H.L.; BOUFADEL, M.C. **Long-term persistence of oil from the Exxon Valdez spill in two-layer beaches.** *Nature Geoscience*, v. 3, p. 96-99, 2010

LIRA, DIANA. **Caracterização de aspergillus sp. Quanto a capacidade de degradação de óleo diesel.** 2014. Dissertação - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Recife, 2014. F. 59. Disponível em: ><https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/11900/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20DIANA%20DUARTE%20DE%20LIRA.pdf>.< Acesso em: 23 dez. 2021.

LUGO, A. E; SNEDAKER, S. C. **The Ecology of Mangroves.** *Annual Review of Ecology and Systematics*. v. 5, p. 39-64, 1974

LUGO, A.E. **Mangrove ecosystems: Successional or steady state.** *Biotropica*. v. 12, p. 65-72, 1980.

MARQUES F. R. F, MEIADO M. V, CASTRO N. M. C. R. D, CAMPOS M. L. D. O, McKee, K.L. 1995. **Interspecific variations in growth, biomass, partitioning, and defensive characteristics of neotropical mangrove seedlings: Response to light and nutrient availability.** *American Journal of Botany* 82: 299-307

MENDES K. R, SANTOS O. D. O. D, POMPELLI M. F (2015) **GerminaQuant: a new tool for germination measurements.** *Journal of Seed Science*, 37(3), 248-255.

MIRANSARI M, SMITH DL. 2014. **Hormônios vegetais e sementes germinação.** *Environ Exper Bot* 99: 110-21.

MOCHEL ,F.R. & Fonseca, I. L.A. **Abordagem integrada para a recuperação de manguezais degradados em áreas portuárias com estudo de caso em São Luís, Maranhão** In: Mochel, Flávia Rebelo. (Org.). *Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento Portuário* 2. 1ed.Ponta Grossa: Atena Editora, 2019, v. 2, p. 59-71.

MOCHEL, F. R. **Mangrove ecosystems in São Luis Island, Maranhão, Brazil.** In: KJERFVE, B.; LACERDA, L. D.; DIOP, E.H.S. (Org) *Mangrove ecosystems in Latin America and Caribbean*. Paris: UNESCO, 1997. v. I , p. 145-154

MOCHEL, F. R. **Manguezais da amazônia maranhense, conservação e recuperação ecológica.** Conferencia da Terra -paisagens, solos e biodiversidade: desafios para um bom viver. Edição Universidade Central do Chile. Chile 2016.

MOCHEL, F. R.; SILVEIRA, P. C. A. **Indicadores sócio-econômico-ambientais e faunísticos comercializados em um manguezal sob impactos das atividades humanas em Oarnaçu. Maranhão.** In: WORKSHOP ECOLAB, 5., 2000, Macapá. Boletim de Resumos... 2000. V.I. p, 289-296.

NAIDOO, Gonasageran. **Mangrove propagule size and oil contamination effects: Does size matter?**. Marine pollution bulletin, v. 110, n. 1, p. 362-370, 2016.

NAIDOO, Gonasageran; NAIDOO, Krishnaveni. **Ultrastructural effects of polycyclic aromatic hydrocarbons in the mangroves *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata*.** *Flora*, v. 235, p. 1-9, 2017.

NOAA, 2014. **Derramamentos de óleo em manguezais. Considerações sobre planejamento e resposta.** Departamento dos EUAment of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Ocean Service, Office of Response and Restoration, Seattle, Washington (96 pp.).

OLIVEIRA V. F (2005) **Influência do estresse hídrico e salino na germinação de propágulos de *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechman ex Moldenke *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.** Dissertação de mestrado, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro. 2005

PANITZ, C. N. M. **Ecological description of the Itacorubi mangrove, Ilha de Santa Catarina, Brazil.** p.204-224. In: KJERVFE, B.; LACERDA, L. D. & DIOP, E.H. Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa. Paris: ISE -UNESCO, 1997. 349p.

PAULA A.L.S, LIMA B.K.S, CARMO E.L, MAIA R.C (2012) **Experiência com a produção de mudas de *Laguncularia racemosa* e *Avicennia* sp para recuperação deum manguezal degradado no estuário do rio Acaraú- CE.** Publicação do VII CONNEPI.

PEDROSA, C. **Manguezais. In: Tipos e aspectos do Brasil.** 10. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, p. 194-198, 1975.

POKETHITIYOOK, Prayad. **Phytoremediation of petroleum-contaminated soil in association with soil bacteria**. In: **Phytoremediation**. Springer, Cham, 2017. p. 77-99.

POSTHUMA, J. 1970. **The composition of petroleum**. Rapp. P. v. reun. Cons. perm. int. Explor. Mer.: 171:7-16.

RESOLUÇÃO ANP nº 50, de 23 de dezembro de 2013. **Regulamenta as especificações do óleo diesel de uso rodoviário**. Diário oficial [da] República do Brasil. Brasília, DF, 30 dez. 2010.

RESOLUÇÃO ANP nº 50, de 23 de dezembro de 2013b. **Regulamenta as especificações do óleo diesel de uso rodoviário**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 2013. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 17 nov. 2021.

REHMAN, Khadeeja et al. **Floating treatment wetlands as biological buoyant filters for wastewater reclamation**. *International journal of phytoremediation*, v. 21, n. 13, p. 1273-1289, 2019.

RIBEIRO, H.; MUCHA, A.P.; ALMEIDA, C.M.R.; BORDALO, A.A. **Bacterial community response to petroleum contamination and nutrient addition in sediments from a temperate salt marsh**. *Science of the Total Environment*, v. 458-460, p. 568-576, 2013.

RIBEIRO, R. A.; ROVAI, A. S.; TWILLEY, R. R.; CASTAÑEDA-MOYA, E. **Spatial variability of mangrove primary productivity in the neotropics**. *Ecosphere*, v.10, n.8, 2019. Disponível em: . doi: 10.1002/ecs2.2841

RICHARDS, Daniel & Friess, Daniel. (2016). **Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000–2012**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 113. 201510272. 10.1073/pnas.1510272113.

RIVERA-CRUZ, M.C. & Trujillo-Narcia, A. 2004. **Estudio de toxicidade vegetal em suelo com petróleos nuevo e inteperizado**. *Interciência* 29 (7): 369-376.

ROSE, A. H.; HARRISON, J. S. **The yeasts: Biology of yeasts**. Academic Press. 2a edição. London. p.123-180, 1987.

SARI A, OGU B, BILGIC A. 2006. QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE LOURO (LAURUS NOBILISEU.). *Novo para* 31: 403–8.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. et al. **Brazilian mangroves. Aquatic Ecosystem Health and Management**. V. 3, p. 561-570, 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Perfil dos ecossistemas Litorâneos Brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal**. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico. v. 7, p. 1-16, 1989.

SCOTT, S. J.; JONES, R. A. **Low temperature seed germination of *Lycopersicon* species evaluated by survival analysis**. *Euphytica*, v. 31, n. 3, p. 869-883, 1982.

SEGHIERI J, CH. FLORET & R. Pontanier (1995) Plant phenology in relation to water availability: herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. Page 237–254.

SILVA, L.N. M.; MOCHEL, F.R. **Aspectos ecológicos da macrofauna bêntica dos manguezais do estado do Maranhão. Ilha de São Luís**. Relatório parcial do programa integrado de estudos ecológicos dos manguezais do estado do Maranhão, UFMA, v. 01, 1994.

SILVA, MARIA ISABEL POSTIL DA et al. **Avaliação do extrato vegetal de moringa no controle de fungos em sementes de milho**. 2018.

SOARES, M. L. G. Zonação e as marés. In: SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, p.35-37, 1995.

SOARES, M. L. G.; ESTRADA, G. C. D.; FERNANDEZ, V.; TOGNELLA, M. M. P. **Southern limit of the Western South Atlantic mangroves: Assessment of the potential effects of global warming from a biogeographical perspective**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, n.101, p.44-53, 2012. Disponível em: . doi: 10.1016/j.ecss.2012.02.018 SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. World atlas of mangroves. London: Earthscan, p.336, 2010.

SOARES, M. S. **Análise do estado de conservação do Manguezal do Rio Sergipe**. 2016, 104 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)-Universidade

Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

SOARES, M.L.G. **Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil – Análise de modelos. Tese de doutorado apresentado ao Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.** v. 2, 1997. 560p.

SOUSA, Fabiana P. et al. **Simultaneous deoxygenation, cracking and isomerization of palm kernel oil and palm olein over beta zeolite to produce biogasoline, green diesel and biojet-fuel.** *Fuel*, v. 223, p. 149-156, 2018.

SOUZA FILHO, P. W. M. **Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos.** *Revista Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro*, v. 23, n. 4, p. 427-435, 2005

SOUZA, T. B. **Revisão da equação de cálculo de índice de cetano para as características do diesel comercializado no Paraná.** 2008. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós- Graduação em Engenharia- PIPE, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008; 142f

SOUZA-FILHO, P. W. **Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensoresremotos.** *Revista Brasileira de geofísica.* v. 23, n. 4, p. 427-435, 2005.

SUPRAYOGI, Bambang; MURRAY, Frank. **A field experiment of the physical and chemical effects of two oils on mangroves.** *Environmental and experimental Botany*, v. 42, n. 3, p. 221-229, 1999.

TOMLINSON PB (1986) **The botany of mangrove s.** Cambridge: Cambridge University Press. Page 419

TONEL, Fernanda Reolon. **Fitorremediação a compostos derivados de petróleo.** 2014

VANNUCCI, M. **What is so special about mangroves?** *Brazilian Journal of Biology.* v. 61, p. 599- 603, 2001.

VARJANI, Sunita J.; UPASANI, Vivek N. **A new look on factors affecting microbial degradation of petroleum hydrocarbon pollutants.** *International Biodeterioration*

& Biodegradation, v. 120, p. 71-83, 2017.

Zar JH (1996). **Biostatistical analysis** 3rd edn. Practice Hall, New Jersey.

ZHU, L.; WANG, Y.; JIANG, L.; LAI, L.; DING, J.; LIU, N.; LI, J.; XIAO, N.; ZHENG, Y.; RIMMINGTON, G.M. **Effects of residual hydrocarbons on the reed community 109 after 10 years of oil extraction and the effectiveness of different biological indicators for the long-term risk assessments. Ecological Indicators**, v. 48, p. 235-243, 2015