



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DE  
RECURSOS NATURAIS

MAÍRA SUÊNIA CAVALCANTE DE SOUZA

ARRANJO ESTRUTURAL DO COMPONENTE ARBÓREO DO MANGUEZAL NO  
ESTUÁRIO DO RIO GRAMAME-PB

CAMPINA GRANDE, PB.

# ARRANJO ESTRUTURAL DO COMPONENTE ARBÓREO DO MANGUEZAL NO ESTUÁRIO DO RIO GRAMAME-PB

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, do Centro de Tecnologia de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para a obtenção do título de Mestra.

**Área de concentração:** Gestão de Recursos Naturais

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Janaína Barbosa da Silva

**Coorientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Debora Coelho de Moura

Campina Grande –PB

Setembro, 2023.

S729a

Souza, Máira Suênia Cavalcante de.

Arranjo estrutural do componente arbóreo do manguezal no estuário do Rio Gramame-Pb / Máira Suênia Cavalcante de Souza. – Campina Grande, 2023.

80 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2023.

"Orientação: Profa. Dra. Janaina Barbosa da Silva, Profa. Dra. Debora Coelho de Moura".

Referências.

1. Gestão de Recursos Naturais. 2. Assinatura Energética. 3. Ecossistemas Costeiros. 4. Fitossociologia. 5. Vegetação Halófitas. I. Silva, Janaina Barbosa da. II. Moura, Debora Coelho de. III. Título.

CDU 502.14(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS  
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitário, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

## **FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES**

**MAIRA SUÊNIA CAVALCANTE DE SOUZA**

**ARRANJO ESTRUTURAL DO COMPONENTE ARBÓREO DO MANGUEZAL NO  
ESTUÁRIO DO RIO GRAMAME-PB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais como pré- requisito para obtenção do título de Mestre Engenharia e Gestão de Recursos Naturais.

Aprovada em: 18/setembro/2023

**Dr.(a.) Janaina Barbosa da Silva/UFCG**  
(Orientador PPGEGRN).

**Dr.(a.) Débora Coelho Moura/UFCG**  
(Co-orientadora).

**Dr.(a.) Viviane Farias Silva/UFCG**  
(Examinador Interno).

**Dr.(a.) Milena Dutra da Silva/UFPB**  
(Examinador Externo).



---

Documento assinado eletronicamente por **JANAINA BARBOSA DA SILVA, PROFESSOR**, em 04/10/2023, às 19:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



---

Documento assinado eletronicamente por **VIVIANE FARIAS SILVA, VICE-COORDENADOR**, em 05/10/2023, às 08:05, conforme horário oficial de Brasília,



---

com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).

Documento assinado eletronicamente por **Milena Dutra da Silva, Usuário Externo**, em 05/10/2023, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



---

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **3786178** e o código CRC **BE49BB4D**.

**DEDICO** todo esforço depositado neste trabalho ao meu querido Pai (**Severino Pedro Cavalcante**) *In memoriam*, muito obrigada por sua contribuição na formação do meu caráter! Gratidão, por sempre acreditar em mim e se orgulhar da minha trajetória. O Senhor estará sempre presente em cada conquista de minha vida!

## AGRADECIMENTOS

Dentre todos que contribuíram para esse momento especial, agradeço especialmente a **Deus** e ao **Espírito Santo** que me guia onde quer que eu vá.

Às minhas orientadoras professora **Dra Janaina Barbosa da Silva**, que me guiou nessa trajetória, apontando sempre com muito cuidado, compreensão, zelo, dedicação, amizade e direção a seguir, sou eternamente grata por todos os ensinamentos compartilhados de forma admirável, e por me guiar nos primeiros passos da pós-graduação. Muito obrigada por tudo! E a professora **Dra Débora Coelho de Moura**, responsável por ter plantado em meu coração o interesse e me possibilitado fazer o mestrado.

À minha família, na pessoa dos meus **Pais, Severino Pedro Cavalcante ( In memoriam) e Maria das Neves Oliveira Cavalcante**, pela torcida e compreensão para que eu chegasse até aqui, me dando suporte em todos os momentos.

A **Wellington da Silva Sousa**, meu companheiro, que tão bem, soube superar os momentos de ausências e ainda me apoiando, com palavras de encorajamento e me incentivando sempre.

Aos meus filhos **Samara Cavalcante de Souza e Isnar de Souza Leão Neto**, que me deram a honra e alegria de terem me escolhido como Mãe e dos quais me orgulho imensamente.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão dos Recursos Naturais (PPGEGRN) Universidade Federal de Campina Grande pelo apoio e oportunidade dada para a realização deste trabalho.

A toda equipe do grupo de pesquisa em Cartografia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CAGEOS) pela amizade e ensinamentos em especial: **Marcos Leonardo; Ana Paula Araújo; Deyvison Pierry, Lucas Rodrigues, Iluliane Correia, Elton Januário; Andressa Gomes e a Manoel Mariano Neto da Silva**, pela parceria e disponibilidade para auxiliar nas atividades de campo.

À amiga e parceira **Ana Paula Araújo**, pessoa iluminada, e prova de que Deus coloca anjos em nosso caminho. Um grande exemplo de força e serenidade. Obrigada por me oferecer um ombro amigo sempre que precisei. A você, minha eterna gratidão!

Ao amigo **Marcos Leonardo**, pela dedicação, generosidade e apoio sempre que precisei.  
Obrigado por sua amizade.

Às professoras da banca de exame de qualificação pelas sugestões ao trabalho.

Enfim, agradeço a todos que, de alguma maneira, contribuíram para concretização da pesquisa nesses dois anos, Gratidão!

A todos àqueles que porventura vir a esquecer de citar.

Meu muito obrigada a todos e a todas pela força.

Essa vitória é de todos nós!

GRATIDÃO!

**“Uma sociedade que precisa proteger a natureza de si mesma não pode estar certa.”**

José Lutzenberger

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização do estuário do Rio Gramame, município do Conde PB.....	21
Figura 02: Localização da área de estudo.....	26
Figura 03: Mapa de hipsometria da Bacia do Rio Gramame.....	30
Figura 04: Mapa de declividade da Bacia do Rio Gramame.....	31
Figura 05: Rede de drenagem do Rio Gramame.....	31
Figura 06: Unidade geológica do Rio Gramame.....	32
Figura 07: Unidades geomorfológicas da BHRG.....	33
Figura 08: Classes pedológicas como ocorrência na BHRG.....	34
Figura 09: Mapa de uso e ocupação do solo da BHRG.....	36
Figura 10: Mapa de localização do estuário do Rio Gramame-PB.....	47
Figura 11: Localização das parcelas ao longo do estuário.....	51
Figura 12: Dap e Densidade de indivíduos vivos e mortos das três espécies no Estuário Barra de Gramame-PB, Brasil.....	52
Figura 13: Altura média das plantas equivalentes ao baixo, médio e alto curso no manguezal do Rio Gramame-PB.....	53
Figura 14: Tolerância das espécies encontradas na área de mangue de acordo com parâmetros de salinidade e pH da água no Estuário Barra de Gramame-PB, Brasil.....	58
Figura 15: Localização da área de estudo.....	68
Figura 16: Fluxograma para Assinatura energética do manguezal.....	69
Figura 17: Fluxograma da assinatura energética de acordo com as principais energias e subsidiárias para o manguezal.....	70

## RESUMO GERAL

O manguezal é um ecossistema costeiro, intertropical típico das áreas baixas dos rios até o limite de transição entre terra e mar. As árvores são halófitas diversificando-se entre espécies arbóreas e arbustivas, adaptadas a forte influência da salinidade e as variações dos níveis das águas em detrimento da flutuação das marés. Este trabalho desenvolvido no Estuário do Rio Gramame litoral sul paraibano, teve como escopo conhecer os condicionantes ambientais da área para embasar ações de preservação e conservação do ecossistema manguezal presente no entorno. A pesquisa foi sistematizada em atividades de campo para reconhecimento *in locu* das condições do meio ambiente na área. A princípio foi realizada uma análise Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame-BHRG; em seguida foi realizado o levantamento da estrutura fitossociológica do manguezal, ferramenta importante de suporte à tomada de decisão para manutenção e restauração desse ecossistema; e por último, mas não menos importante foi estabelecida a assinatura energética do manguezal com o intuito de identificar as condicionantes ambientais físicas, químicas e estruturais do bosque, bem como possíveis estressores atuantes, importante para a gestão e preservação do manguezal.

**Palavras-chave:** Assinatura energética; Fitossociologia; vegetação halófitas; ecossistemas costeiros

## ABSTRACT

The mangrove is a coastal, intertropical ecosystem typical of the low areas of the rivers to the boundary of transition between land and sea. The trees are halophytes, diversifying between tree and shrub species, adapted to the strong influence of salinity and variations in water levels to the detriment of tidal fluctuations. This work carried out in the Gramame River Estuary on the southern coast of Paraíba, had the scope of knowing the environmental conditions of the area to support actions for the preservation and conservation of the mangrove ecosystem present in the surroundings. The research was systematized in field activities for *in locu* recognition of the environmental conditions in the area. Initially, a Geoenvironmental analysis of the Gramame-BHRG River Basin was carried out; then, a survey of the phytosociological structure of the mangrove was carried out, an important tool to support decision-making for the maintenance and restoration of this ecosystem; and last but not least, the energetic signature of the mangrove was established in order to identify the physical, chemical and structural environmental conditions of the forest, as well as possible stressors that are important to the management and preservation of the mangrove.

**Keywords:** Energetic signature; Phytosociology; halophyte vegetation; coastal ecosystems

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>13</b>
1.1. OBJETIVOS .....	16
1.1.1. Objetivo Geral.....	16
1.1.2. Objetivos específicos.....	16
1.2. ÁREA DE ESTUDO.....	17
1.3. REFERENCIAS.....	19
1.4. APRESENTAÇÃO .....	23

### **CAPITULO 1. ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAMAME-PB .....**

**24**

<b>2. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>25</b>
2.1 MATERIAL E MÉTODOS .....	26
2.1.1 Caracterizaçãoda área de estudo .....	26
2.1.2 Procedimentos metodológicos.....	27
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
2.2.1 Caracterização Morfométrica.....	29
2.2.2 Mapeamento geomorfológico.....	30
2.2.3 Cobertura do solo.....	34
2.4 CONCLUSÃO .....	39
2.5 REFERÊNCIAS.....	40

### **CAPITULO 2. FITOSSOCIOLOGIA, CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DE UMA ÁREA DE MANGUEZAL EM BARRA DE GRAMAME-PB, NORDESTE DO BRASIL .....**

**43**

<b>3. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>44</b>
3.1 MATERIAL E MÉTODOS .....	46
3.1.1 Caracterização da area de campo .....	46
3.1.2 Coleta e processamento de dados .....	47
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
3.2.1 Caracterização e Estrutura Florística do bosque de mangue.....	50
3.2.2 Estrutura fitossociológica geral.....	49
3.2.3 Parâmetros estruturais por Parcelas .....	53
3.3 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIA	

### **CAPITULO 3. ASSINATURA ENERGÉTICA DO MANGUEZAL DE BARRA DO GRAMAME- PB. ....**

**64**

<b>4. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>65</b>
4.1 MATERIALEMÉTODOS .....	67
4.1.1 AREA DE ESTUDO.....	67

4.2 RESULTADO E DISCUSSÃO	69
4.3 CONCLUSÕES	72
4.4 REFERÊNCIAS	72

<b>APENDICE 1 - REGISTRO DE COLETA DE CAMPO PARA RESULTADOS DA DISSERTAÇÃO</b>	77
--	----

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os Manguezais são ecossistemas encontrados em terras baixas na zona de transição entre ambientes terrestres e aquáticos nas zonas costeiras tropicais e subtropicais. Esse ecossistema está sob forte influência da salinidade, a qual se modifica cotidianamente, conforme fluxos de marés com entrada e saída das águas do mar, nível baixo de oxigênio nos solos, hostis à maioria das plantas (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002; TOMLINSON, 2016; SILVA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2017).

Destaca-se que, em termos de extensões mundiais os manguezais ocupam uma área em torno de 162.000 Km<sup>2</sup>, sendo mais significativos nas faixas entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (HAMILTON; CASEY, 2016). No Brasil, encontra-se ao longo de quase toda costa litorânea que vai do Estado do Amapá (Rio Oiapoque, 04°20'N) no extremo norte, até Santa Catarina, ao sul (Laguna, 28°30'S) (MEDEIROS *et al.*, 2020).

No Nordeste do País, os mangues estendem-se desde o Maranhão até a Bahia (SILVA & TORRES, 2021). Silva e Torres (2021) dividiram os manguezais brasileiros em nove Unidades de Domínio costeiros, de modo que a Paraíba inseriu-se na Unidade VI, que se estende desde o Cabo Calcanhar - RN (05°08' S) ao Recôncavo Baiano – BA (13°00' S). Onde a vegetação de mangue está presente em 14 estuários, ao longo dos 138 km do litoral paraibano (MORAIS, 2014).

Os manguezais são considerados como um dos ecossistemas mais produtivos do Planeta, responsável por importantes funções para o equilíbrio ambiental. Importante indicador biológico, para as alterações de linha de costa em função da rápida resposta das suas espécies vegetais a qualquer alteração no ambiente (PRASANNA *et al.*, 2019). É importante destacar que, o ecossistema manguezal é adaptado às condições locais, onde a intensa deposição de sedimentos transportados pelos rios favorece o seu desenvolvimento. É importante destacar que, o ecossistema manguezal é adaptado às condições locais, onde a intensa deposição de sedimentos transportados pelos rios favorece o seu desenvolvimento.

Assim, a constituição das espécies desse ecossistema caracteriza-se por uma biologia extremamente particular, com variações morfológicas que as permitem colonizar terrenos alagados sujeitos aos fluxos e refluxos das marés (SÉRGIO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2016)

No Brasil, as espécies encontradas são *Rhizophora mangle* L., *Rhizophora harrisonii* Leechm, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. Ex Moldenke, *Avicennia germinans* (L.) Stearne *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn, além de outros gêneros associados como *Conocarpus* e *Spartina*.

Na Paraíba, as espécies registradas foram *Avicennia schaueriana* Stapfe Leechm. Ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn, f. e *Rhizophora mangle* (L.) como também espécies herbáceas, epífitas, hemiparasitas e aquáticas (BERNINI E REZENDE, 2004; SILVA; BERNINI; CARMO, 2005; MENEZES; BERGER; MEHLIG, 2008).

Isto posto, o Manguezal desempenha função ecológica e socioeconômica vital, devido aos seus expressivos serviços ecossistêmicos, como apreensão de sedimentos, processamento de nutrientes, produção de matéria orgânica, como base das cadeias tróficas de espécies de importância econômica e/ou ecológica, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas e terrestres, controlador de vazão e prevenção de inundações, proteção de zonas costeiras, fonte de alimento e produtos diversos, associados à subsistência de comunidades tradicionais que vivem em áreas próximas aos manguezais (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990; GLASER, 2003; ATWOOD *et al.*, 2017; ALMEIDA; FORTUNA, 2021).

Considerando esse diferencial os manguezais também têm fortes gradientes ambientais, desde águas doces próximas a nascente do rio, passando por águas salobras, e águas salinas próximo ao estuário, proporcionando ao ambiente uma perfeição singular (BUGICA, STERBA-BOATWRIGHT E WETZ, 2020).

Em decorrência do intenso desenvolvimento desordenado nas zonas costeiras, o manguezal encontra-se sob forte pressão antrópica, como: cultivos, criação de camarões, barramentos das águas dos rios, bem como, fatores naturais como marés, salinidade, relevo, dentre outros, aos quais provocam alterações no desenvolvimento dos manguezais e na biodiversidade (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).

Osemwegie *et al.*, (2016), destaca que a deterioração dos manguezais no Brasil acontece há muito tempo, em detrimento de atividades turísticas, agrícolas, portuárias e industriais. Corroborando com Targino e Chaves (2009), que afirmam que na região da Bacia do Rio Gramame, Município do Conde-PB, a supressão da vegetação se deu em decorrência de financiamentos imobiliários realizados pela prefeitura do Município para impulsionar o turismo local. Como também, ao longo dos anos, a faixa litorânea do Conde foi sendo ocupada por imóveis, atividades agrícolas, implantação de açudes e de estruturas viárias, fatores estes, que representam o antropismo na Bacia, causando interferência na dinâmica natural dos ecossistemas costeiros.

Um estudo realizado por Lucena (2017), constatou que a Bacia do Rio Gramame vem passando por um processo de desmatamento e ocupação desordenada, existindo apenas 15% de vegetação densa, mata ciliar e mangue. Diante das ameaças que ganhou visibilidade midiática foi registrada em setembro de 2020, quando o Conselho Nacional do Meio Ambiente

(CONAMA), através do Ministério do Meio Ambiente, revogou quatro resoluções, das quais duas restringiam o desmatamento e ocupação de áreas de restinga, dunas e manguezais. Embora o Supremo Tribunal Federal (STF) tenha revertido a decisão, isso é um indicativo contrário ao esforço necessário para proteger a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos proporcionados pelo ecossistema manguezal (ADAME et al.,2021).

Acrescenta-se que para se obter no ecossistema manguezal a sustentabilidade é necessário que as ações estejam vinculadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a fim de balizar planos de desenvolvimento para o bem-estar e a dignidade do ser humano, sem colocar em risco o meio ambiente (GOMES E FERREIRA, 2018).

Assim, à luz dos ODS da Agenda 2030, estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), destacar-se-á neste trabalho: o ODS: 12 "Consumo e produção responsáveis"; 14 "Vida na água" e 15 "Vida terrestre", os quais discute a necessidade de ampliar os debates acerca do cumprimento de legislação, pertinente a medidas de planejamento, que assegurem condições mínimas de conservação do ecossistema manguezal e de suas áreas de vegetação associadas, como também a sustentabilidade hidroambiental em bacia hidrográfica, no contexto atual de esforços globais visando a sustentabilidade que se conectam por meio da Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU).

Diante do que foi exposto, justifica-se a realização desta pesquisa, pela necessidade de estudos que viabilizem a preservação e proteção do ecossistema manguezal do Rio Gramame, município do Conde-PB. A escolha do manguezal do Rio Gramame como objeto de estudo se deu em virtude da atuação do grupo de pesquisa em Cartografia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CAGEOS), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), nessa área, permitindo conhecimentos prévios do ambiente a ser investigado.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 GERAL**

Examinar a estrutura da floresta do manguezal e alguns fatores ambientais do estuário do Rio Gramame-PB, voltados para o manejo, restauração e conservação deste ecossistema.

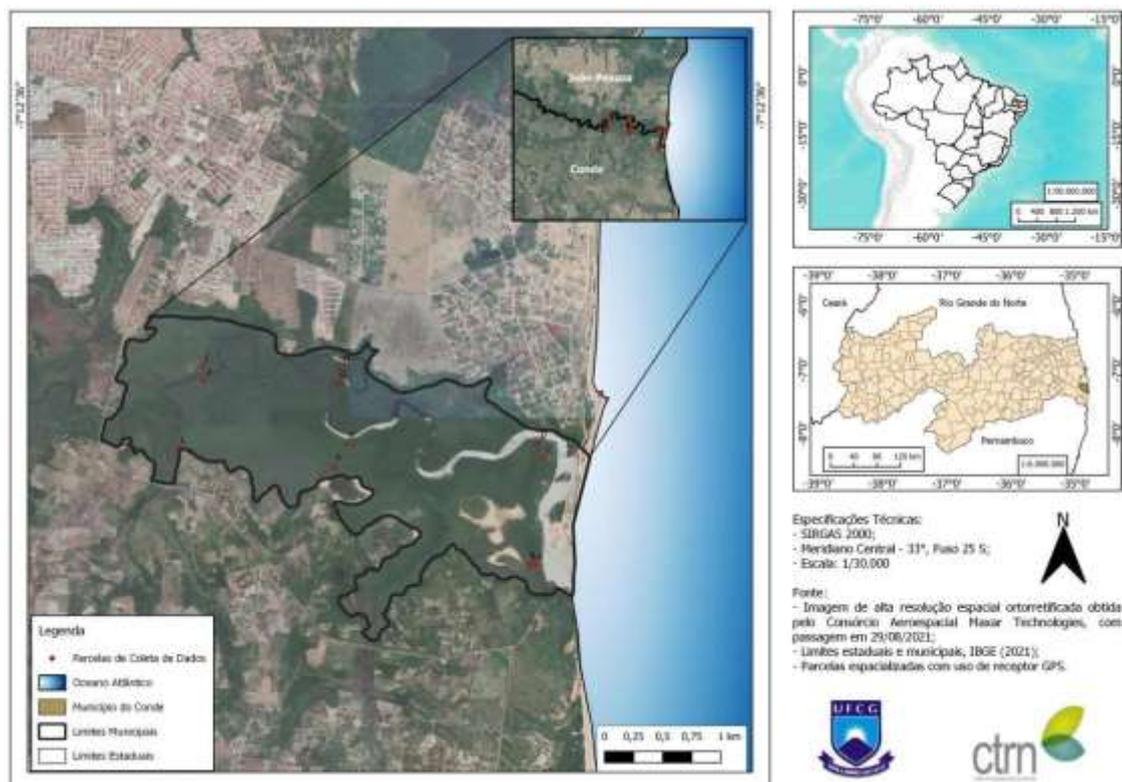
### **1.1.2 ESPECÍFICOS**

- 1- Realizar uma análise geoambiental da Bacia Hidrográfica no baixo Rio Gramame-PB;
- 2- Caracterizar as propriedades estruturais e Fitossociológica do manguezal no estuário de Barra de Gramame-PB, nordeste do Brasil;
- 3- Definir a Assinatura Energética do manguezal do estuário de Barra de Gramame-PB.

## 1.2 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada especificamente na porção do “Baixo Gramame” curso da Bacia Hidrográfica do Rio homônimo (Figura 01), localizada na região litorânea sul do Estado da Paraíba, zona rural do município do Conde, limita-se a Leste com o Oceano Atlântico, a oeste e a norte com a Bacia do Rio Paraíba e a sul com a Bacia do Rio Abiaí. O comprimento do curso d’água principal do Rio Gramame, perfaz um total de 54,3 Km<sup>2</sup>, medido desde a sua nascente na região do Município de Pedras de Fogo e foz na praia de Barra de Gramame, limita entre os municípios de João Pessoa e Conde. A região hidrográfica compreende a área de sete municípios: Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, São Miguel de Taipu, Santa Rita, Alhandra, Pedra de Fogo e Conde, estes dois últimos com sedes administrativas dentro da área territorial da Bacia Hidrográfica, ocupando uma área de drenagem de 589,1 km<sup>2</sup> (GOLDFARB *et al.*, 1999).

**Figura 01:** Localização do estuário do Rio Gramame, município do Conde-PB, e as 11 parcelas amostradas no bosque de mangue.



**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

O principal curso d'água o Rio Gramame, tendo como principais afluentes: na margem direita, Rio Utinga, Rio Pau Brasil, Riacho Pitanga, Riacho Ibura, Riacho Piabuçu, Rio Água Boa e na margem esquerda: Riacho Santa Cruz, Riacho da Quizada, Riacho do Bezerra, Riacho do Angelim, Riacho Botamonte, Rio Mamuaba, Rio Camaço, Rio Mumbaba, as principais sub-bacias formadoras da bacia do Rio Gramamesão: Mumbaba, Mamuaba e Água Boa (NOBRE, 2001).

No que se refere aos aspectos climatológicos o município do Conde-PB, apresenta clima tropical quente e úmido (*As'*), conforme a classificação de Köppen, com temperatura média de 26°C e amplitude térmica diária geralmente não ultrapassa os 10°C, as temperaturas máximas ocorrem entre os meses de fevereiro e março, em torno de 28°C, e a média das temperaturas mínimas, entre os meses de junho e agosto, é em torno de 20°C a 25°C e pluviosidade média anual de 2.100mm, com maior índice de chuvas no mês de junho (TARGINO et al, 2009; LUCENA *et al.*, 2017).

Geologicamente esta região integra a Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco- Paraíba, a qual está inserida em sua maior parte sobre os sedimentos arenoso-argilososmal consolidados da Formação Barreiras, sendo os Tabuleiros e Tabuleiros dissecados a principal unidade geomorfológica da região, ambos abrangem uma área de 463,96 km<sup>2</sup>, 17 que corresponde a 81,71% do território, a Bacia em discussão mergulha suavemente para leste, a razão de 26 m/km e a sua espessura aumenta gradativamente na direção do Oceano Atlântico (BARBOSA; FURRIER, 2014).

As classes de solos da Bacia são representadas pelos Latossolos e Podzólicos nos topos de chapadas e topos residuais; pelos Podzólicos Concrecionários em áreas dissecadas e encostas; pelos Podzólicos com Fregipan, Podzólicos Plínticos e Podzóis nas pequenas depressões nos tabuleiros e Gleissolos e Solos Aluviais nas áreas de várzeas (CPRM/PRODEEM, 2005; BARBOSA *et al.*, 2019). A floresta de mangue deste estuário apresenta associações entre as espécies vegetais dos gêneros *Avicennia schaueriana* (Acanthaceae), *Laguncularia racemosa* (Combretaceae), *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) e *Conocarpus erectus* (Combretaceae) (ICMBio, 2018). Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019), os municípios que integram a Bacia hidrográfica do Rio Gramame somam uma população estimada em aproximadamente, 1.053,491 mil habitantes, a atividade econômica está baseada nas atividades agrícolas, de mineração, industriais, turísticas e área urbana.

### 1.3 REFERÊNCIAS

ADAME, M. F.; CONNOLLY, R. M.; TURSCHWELL, M. P.; LOVELOCK, C. E.; FATOYINBO, T.; LAGOMASINO, D.; BROWN, C. J. Future carbon emissions from global mangrove forest loss. **Global change biology**, v. 27, n. 12, p. 2856-2866, 2021.

ALMEIDA, E. DOS.A.; FORTUNA, J. L. Ecologia de microfungos ambientais encontrados em substratos de manguezais. Enciclopédia Biosfera, **Centro Científico Conhecer**.v.18, n.35. Jandaia-GO. 2021. p. 96-112. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2021A/ecologia.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2022.

ATWOOD, T. B.; CONNOLLY, R. M.; ALMAHASHEER, H.; CARNELL, P. E.;DUARTE,C.M.; EWERSLEWIS,C.J.;LOVELOCK,C.E. Global patternsin mangrove soil carbon stocks and losses. **Nature Climate Change**, v. 7, n. 7, p. 523-528,2017.

BARBOSA,T.S;LIMA,V. F.de; FURRIER, M. Mapeamento Geomorfológico e Geomorfologia Antropogênica do Município do Conde-Paraíba. **Revista Brasileira de Geomorfologia** n.3, v. 20. 2019. p.525-540. Disponível em <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/1571>. Acesso em 04 setembro. 2022.

BARBOSA,T.S; FURRIER,M. Classificação Multitemporal do uso e ocupação do solo do município do Conde-PB. **Revista Geo Amazônia**. n. 2. v. 1. Belém, 2014. p.113-122. Disponível [https://redib.org/Record/oai\\_articulo687887-classifica%C3%A7%C3%A3o-multitemporal-do-uso-e-ocupa%C3%A7%C3%A3o-do-solo-do-munic%C3%ADpio-do-conde-%E2%80%93pb](https://redib.org/Record/oai_articulo687887-classifica%C3%A7%C3%A3o-multitemporal-do-uso-e-ocupa%C3%A7%C3%A3o-do-solo-do-munic%C3%ADpio-do-conde-%E2%80%93pb). Acesso em: 05 junho. 2022.

BERNINI, E., REZENDE, C.E., 2004. Estrutura da vegetação em florestas de manguedo estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta bot. bras.** 18,491-502. Disponível em:<https://www.scielo.br/j/abb/a/rkD8RLgJPNstgYZKpg4dW9c/?lang=pt>. Acesso em: 05 junh. 2022.

BUGICA, K., STERBA-BOATWRIGHT, B., WETZ, M. S., 2020. Water quality trends in Texas estuaries. *Water quality trends in Texas estuaries*, 152.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil.**Projeto cadastro de fontes de abastecimentopor água subterrânea**. Diagnóstico do município de Areia, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em [https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15823/1/Rel\\_Areia.pdf](https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15823/1/Rel_Areia.pdf). Acesso em: 05 junho. 2022.

GLASER,M.Inter-relações entre ecossistema de mangue, Economia local e sustentabilidade social no Estuário de Caete, Norte do Brasil. **Wetlands Ecology and Management** v.11, p. 265–272. 2003.

GOLDFARB,M. COSTA; CYSNEIROS, D. OLIVEIRA; SILVA, TARCISO CABRAL DA. Caracterização Flúvio-Morfológica da Bacia do Rio Gramame.In: **I Workshop sobre Uso e Conservação da Bacia do Rio Gramame**. SUDEMA-PB/PRODEMA-UFPB.

João Pessoa – PB. 13 a 14 de abril de 1999. Anais em CD-ROM.

GOMES, M. F. e FERREIRA, L. J. Políticas públicas e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. *Direito e Desenvolvimento*, v. 9, n. 2, p.155-178, 2018.

HAMILTON, S. E.; CASEY, D. Creation of a high spatio-temporal resolution global data base of continuous mangrove forest cover for the 21st century(CGMFC-21). **Global Ecology and Biogeography**, v.25,n.6,p.729-738,2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/geb.12449> Acesso em: 05 junh. 2022.

IBGE–INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas Territoriais**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>. Acesso em: 09 jun. 2022.

ICMBIO–INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos manguezais no Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. Disponível em:<https://www.google.com/search?q=ICMBIO+%E2%80%93+INSTITUTO+CHICO+MENDES+DE+CONSERVA%C3%87%C3%83O>. Acesso em: Jan 2022.

LUCENA,A.P.;PIRES,A.L.FILGUEIRA,H.J.A.O uso do IVDN do estudo da Degradação ambiental da bacia hidrográfica do Rio Gramame, Paraíba. *Revista Geociências*.v.36,n.4. São Paulo: UNESP. 2017.p.755 769. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/1275>. Acesso em: 28 set. 2022.

MEDEIROS, A. S. DE; COSTA, J. G.; ARAÚJO, K. D. Anthropi cinterference in mangrove áreas of the Mundaú-Manguaba estuarin Elagoo complex (CELMM), Alagoas (Brazil) as case study. **Revista Ciência Rural**. v.50.n.10. Santa Maria: 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/kfg6pv35Ls7VwtghsFY9HHJ/abstract/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 12 agost.2022.

MENEZES, M. P. M.; BERGER, U.; MEHLIG, U. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão states North Brazil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 3, p.403-420,2008. Disponível em :<https://www.scielo.br/j/aa/a/94wPRFJcLpjkNzDQk9YfWv/?lang=en>. Acesso em: 12 agosto de 2022.

MORAIS, R. D.de. Análise espaço-temporal da Vegetação de Mangue na Paraíba:Sensoriamento remoto e Geoprocessamento como ferramentas de coleta e análises. **Trabalho de Conclusão de Curso-TCC**. Campina Grande Paraíba 2014. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/22844>. Acesso em 24 nov. 2022.

NOBRE, P.; MELO, A.B.C. Variabilidade Climática Intrasanal. Sobre o Nordeste do Brasil em 1998 - 2000. **Revista Climnálise**, 2001. Disponível em: [http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/artigo\\_variabilidade\\_dez01.pdf](http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/artigo_variabilidade_dez01.pdf). Acesso em 12 agost. 2022.

OSEMWEGIE, I.; HYPPOLITE, D. N.; STUMPP, C.; REICHERT, B. ;BIEMI, J. Mangrove Forest Characterizationin Southeast Côtéd'Ivoire. **Open Journal Of Ecology**, [s.l.], v. 06, n.03, p. 138150, 2016. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=63582>. Acesso em 12

agost.2022.

PRASANNA, M.G.M.; RANAWANA, K.B.; JAYASURIYA, K.M.G.G. Species composition, abundance and diversity of mangrove vegetation sites in Amprara District in the east coast of Sri Lanka. **Ceylon Journal of Science**. v. 48. n. 2. 2019. p.169-175. Disponível em: <https://cjs.sljol.info/articles/abstract/10.4038/cjs.v48i2.7621/>. Acesso em: 06 ago. 2022.

SANTOS, D.; ESTRADA, G.C.; FERNANDEZ, V.; ESTEVAM, M.R.; SOUZA, B. T.; SOARES, M. L. First assessment of carbon stock in the below ground biomass of Brazilian mangroves. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 1579-1589, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/QnBQqmQJQJ8YJCMpMjr3qGj/abstract/?lang=en>. Acesso em: 24 agosto 2022.

SÉRGIO, C., LEITE, E., PITTEI, H., MARTUSCELLI, J., MACHADO, P., 2006. Caracterização Morfofisiológica do manguezal de Cananéia, SP. **Environmental and Health World Congress**. July 16 – 19. 2006. Disponível em: [https://www.academia.edu/11634108/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o\\_morfofisiol%C3%B3gica\\_do\\_manguezal\\_de\\_Canan%C3%A9ia\\_SP](https://www.academia.edu/11634108/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o_morfofisiol%C3%B3gica_do_manguezal_de_Canan%C3%A9ia_SP). Acesso em: 24 agosto. 2022.

SILVA, M.A.B.; BERNINI, E.; CARMO, T.M.S. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo v. 19, n. 3, p. 465-471, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/WtWzsc8ckCFRBzGpbVSYdXG/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 24 agosto. 2022.

SILVA, J. B.; TORRES, M. F. A. Assinatura Energética dos Manguezais no Domínio Costeiro Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.014, n.04 p.2286-2303.2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/249390>. Acesso em 22 jun 2022.

SILVA, S.F.L., SANTOS, M.A., LAGE-PINTO, F., BERNINI, E. Fitossociologia de uma floresta de mangue adjacente a uma planície hipersalina no estuário do Rio Miriri, Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, 24, 3- 12. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/revnebio/article/view/21730>. Acesso em: 25 agosto 2022.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G.; CAMARGO, R.R.A. Variability of Mangrove Brazilian Coast Ecosystems Along the. **Estuaries**. v.13, n.2. p. 204-218 Jun. 1990. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.2307/1351590.pdf>. Acesso em: 19 Jun 2022.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema que ultrapassa suas próprias fronteiras. In: **Congresso Nacional de Botânica**, 53, Recife, p.34-37, 2002. Disponível em: <https://botanica.icb.ufg.br/e/31434-congresso-nacional-de-botanica-2002>. Acesso em: 21 jan 2021.

TARGINO, D.F.; CHAVES, M. DOSS.; PEDROSA, F. M. MDE. C.; COELHO, V.H.R.; AZEVEDO, A, I. Análise da Morfologia Praia, hidrodinâmica costeira e caracterização geoambiental da praia de Jacumã–Conde-PB. **XI Encontro de Iniciação à Docência-UFPB-PRG**. 2009. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0253.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2022.

TOMLINSON, P. B. The botany of mangroves. New York: Cambridge University Press,

Cambridge, p.432. 2016. Disponível em:  
[https://assets.cambridge.org/97811070/80676/frontmatter/9781107080676\\_frontmatter.pdf](https://assets.cambridge.org/97811070/80676/frontmatter/9781107080676_frontmatter.pdf).  
Acesso em: 08 junh. 2022.

VANNUCCI, M. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções. São Paulo: Universidade de São Paulo, p.235.1999. Disponível em: <https://www.edusp.com.br/livros/manguezais-e-nos/>. Acesso em 08 junh. 2022.

## **APRESENTAÇÃO**

A dissertação foi estruturada em três capítulos, que, em conjunto, responde ao objetivo geral do estudo e, separados, vão responder aos objetivos específicos. Assim, cada capítulo gera ao final, uma publicação em periódico especializado na área, contendo todos os elementos necessários para a sua construção.

**Capítulo 1-** ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA NO BAIXO RIO GRAMAME-PB;

**Capítulo 2-** FITOSSOCIOLOGIA DO MANGUEZAL NO ESTUÁRIO DE BARRA DE GRAMAME-PB, NORDESTE DO BRAIL;

**Capítulo 3-** ASSINATURA ENERGÉTICA DO MANGUEZAL DO ESTUÁRIO DE BARRA DE GRAMAME-PB.

Para o objetivo 1, tem-se a análise Geoambiental do Baixo Rio Gramame/PB a partir dos componentes ambientais da paisagem sistêmica do manguezal; enquanto no Objetivo 2, buscaremos a partir da análise fitossociológica, caracterizar a composição florística e a estrutura do bosque do manguezal de Barra de Gramame-PB; E para o Objetivo 3, a partir dos resultados dos objetivos anteriores e dados secundários (temperatura, precipitação, maré, vazão), será possível estabelecer a assinatura energética.

Dessa forma, cada capítulo, viabiliza a compreensão da estrutura florestal e os fatores ambientais que condicionam o manguezal de Barra de Gramame-PB, possibilitando o diagnóstico da área em prol, da preservação e conservação desse ecossistema.

## **CAPÍTULO 1**

### **ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA NO BAIXO RIO GRAMAME-PB**

#### **RESUMO**

No presente trabalho foi realizada uma análise Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame- BHRG, situada no município do Conde litoral Sul do Estado da Paraíba. A partir desta, é possível compreender a BHRG com base na dinâmica da área de estudo. Assim, foi executada uma caracterização morfométrica a partir dos atributos, acerca da hierarquia hídrica, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, extensão do percurso principal, densidade hídrica, altimetria e declividade da rede de drenagem, obtida através de informações geográficas e utilizado o QGIS. Para o mapeamento geomorfológico, foram especificadas as unidades geológicas, pedológicas e de relevo. Verificou-se assim, que a Bacia tem forma ligeiramente arredondada, favorecendo inundações das adjacências; relevo ondulado e forte ondulado, favorecendo a ocorrência de tabuleiros e tabuleiros dissecados, constituídos por solos Argissolos Acinzentados e Argissolos Vermelho-Amarelos de baixa fertilidade. Com relação à cobertura do solo, empregou-se o NDVI, através de imagens dos satélites Landsat 5 e 8, para os anos de 2001 e 2018. E constatou-se através da análise comparativa entre 2001 e 2018, o aumento da expansão urbana e da monocultura na área estudada, podendo gerar impactos ambientais diretos no curso do rio, principalmente por assoreamento. Logo os dados decorrentes deste trabalho servem como suporte para gestão ambiental na Bacia e futuras pesquisas .

**PALAVRAS-CHAVE:** Uso e ocupação do solo; Gestão ambiental; Recursos Hídricos.

#### **ABSTRACT**

The present work aimed to analyze the morphometric and geomorphological aspects and the variation of soil cover classes in the Gramame River Basin, located in the municipality of Conde on the southern coast of the State of Paraíba. In order to better understand the dynamics of the study area, a morphometric characterization was carried out based on the attributes, about the

water hierarchy, drainage density, maintenance coefficient, extension of the mainpath, water density, altimetry and slope of the drainage network. For the geomorphological mapping, the geological, pedological and relief units were specified. It was found that the Basin has a slightly rounded shape, wavy relief and strong undulating terrain, favoring the occurrence of trays and dissected trays, consisting of Gray Argisols and Red-Yellow Argisols flow fertility. With regard to land cover, NDVI was used, through images from Landsat 5 and 8 satellites, for the years 2001 and 2018. And it was found through comparative analysis, mainly in relation to the amount of green areas and urbanized area, thus evidencing urban expansion and monoculture in the studied area, causing environmental impacts. Therefore, the data resulting from this work serve as support for environmental management in the basin, research.

**KEYWORDS:** Land use and occupation; Environmental Management; Water Resources.

## 2. INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica (BH), configura-se como unidade de captação dos fluxos naturais da água, obedecendo a uma determinada área da superfície terrestre, dos quais são criados limites em função da drenagem – escoamento superficial e subsuperficial das águas, no transcorrer do tempo. A BH é resultado da interação da ação das águas com diversos outros elementos da paisagem material parental, geomorfologia, topografia, vegetação e tipologia climática, drenada por um rio principal e seus afluentes, formado nas áreas mais altas do relevo por divisores de água (GUERRA, SILVA E BOTELHO, 1999 LOURENÇO 2013; TEODORO *et al.* 2007).

A Lei nº 9.433/1997, define a BH como a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). A definição de BH evidencia problemas e conflitos atuais, pois as causas e soluções da poluição aquática não são exclusivas deste sistema, visto que geralmente é a má gestão das atividades na BH que resultam em danos a esses recursos (ODUM, 1998; NASCIMENTO, 2013).

A vegetação natural da Bacia Hidrográfica do rio Gramame-PB, vêm ao longo do processo de ocupação das terras sendo retirada e substituída por agriculturas de caráter intensivo, construções imobiliárias e desvios dos cursos d'água para diversos fins como agricultura, agropecuária, indústria e abastecimento humano, dentre outros, aspectos que afetam diretamente a porção final dos rios, e as áreas estuarinas, impactando diretamente os

manguezais, os quais exercem papel importante para o ambiente aquático, além de sustentar todo o equilíbrio das áreas costeiras (CORREIA, 2018; DOI *et al*, 2018; SEPLAN, 1997; DOURADO, *et al* 2021).

Medina *et al* (2007), discorrem que os estudos geoambientais são benéficos para distinguir as potencialidades naturais e deficiências relacionadas ao uso do solo, como também fornecer dados importantes para monitoramento ambiental, recuperação de áreas degradadas e prevenção de desastres naturais e antrópicos. Nesse contexto, o intuito deste estudo foi realizar uma análise geoambiental da área da Bacia do Rio Gramame - BHRG, situado no Litoral Sul do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.

## 2.1 MATERIAL E MÉTODOS

### *Caracterização da área de estudo*

A Bacia Hidrográfica do Rio Gramame (Figura 01), está situada no Município do Conde litoral Sul do Estado da Paraíba. Seu comprimento é de aproximadamente 54,3km<sup>2</sup>, abrangendo sete municípios: Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, São Miguel de Taipú, Santa Rita, Alhandra, Pedra de Fogo e Conde, somando uma população estimada em 1.053,491 mil pessoas, conforme o senso de 2021 do IBGE.

**Figura 01:** Localização do estuário do Rio Gramame-PB.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2022).

A média anual é de 1700 mm, sob influência de mecanismo típicos de NW que variam ao longo do ano. Possui Clima Tropical Quente e Úmido (As') conforme a classificação de Köppen, no qual se concentra no período de outono-inverno, que tem influência da Massa Tropical Atlântica e verão-outono da Zona de Convergência Intertropical, à temperatura varia entre 20°C e 27°C, com média anual ultrapassando 26°C (SILVA & GIRÃO, 2020; LUCENA *et al*, 2017; CAVALCANTI, 2014).

### Procedimentos Metodológicos

Para a obtenção dos resultados foram construídos mapas e Quadros.

A caracterização morfométrica foi realizada a partir dos atributos geométricos, das características do relevo e da rede de drenagem da região hidrográfica correspondente ao baixo curso do Rio Gramame. Configurações geométricas foram definidas pelos seguintes elementos: Área: a área da bacia hidrográfica se refere à área plana topográficos, projetados verticalmente; Perímetro: refere-se ao comprimento da linha imaginária a qual determina os divisores de água; Padrão de drenagem e padrão de escoamento fluvial: determinado pela organização espacial dos cursos de drenagem; Coeficiente de compactidade ( $K_c$ ): Sendo assim, "A" corresponde à área da bacia hidrográfica e "P" ao perímetro, quando  $K_c = 1$ , a bacia assume a forma de um círculo perfeito. Pois, quanto maior o valor do coeficiente, menor a tendência à ocorrência de cheias (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

As características relacionadas ao relevo foram: hipsometria que representa altitude em relação ao nível do mar; declividade da bacia registrada a partir da diferença de altura entre dois pontos e a distância entre os mesmos, em vista que ambos foram obtidos por meio do Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução espacial de 30 metros, derivado de imagens produzidas pela *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), disponibilizados pela *United State Geological Survey* (USGS). Utilizado o software *Quantum GIS (QGIS)*, versão 3.10.13. A declividade foi classificada de acordo com as classes estabelecidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2020).

O padrão de drenagem é determinado pela organização espacial dos cursos de drenagem, definidos a partir de características geométricas. No que consiste à hierarquia fluvial que drena a bacia hidrográfica, esta foi definida pelos métodos disponibilizados pela ANA (2019), que adota os critérios de Strahler. A densidade de drenagem ( $D_d$ ), calculada a partir da soma do comprimento de todos os canais da bacia ( $L$ ), dividida pela área ( $A$ ) da bacia, permitindo

analisar o quanto a drenagem é eficiente em relação à capacidade de escoamento (SILVA; GIRÃO, 2020). Para determinar o índice de sinuosidade (S) é considerado o comprimento do canal principal ( $L_c$ ) e a distância ( $D_c$ ) entre a nascente e o exutório. Este parâmetro permite verificar a curvatura do rio principal, de modo que valores acima de 1,5 são considerados sinuosos e abaixo dessa referência, caracterizam-se como rios mais retilíneos (CHRISTOFOLETTI, 2017).

**Mapeamento geomorfológico:** Foram evidenciadas nesse estudo as unidades geológicas, pedológicas e geomorfológicas, a partir dos levantamentos da geodiversidade realizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2016).

**Cobertura do solo:** Para a obtenção dos dados da cobertura do solo foram utilizadas as bandas 3 e 4 do satélite Landsat 5 (sensor *Thematic Mapper – TM*, de 05/02/1985; e as bandas 4 e 5 do Landsat 8 (sensor *Operational Land Imager - OLI*, de 28/09/2018, referentes à órbita/ponto 65/214. Para analisar a variação de cobertura do solo, utilizou-se o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). (Quadro 1) foram consideradas as mesmas classes de cobertura do solo indicadas por Bandeira e Cruz (2021).

**Quadro 01**–Classes atribuídas ao NDVI.

INTERVALOS DO NDVI	CLASSES
-0,157 a 0,089	Corpos hídricos
0,089 a 0,527	Solo exposto/Área urbana
0,527 a 0,627	Atividade fotossintética baixa
0,627 a 0,715	Atividade fotossintética moderadamente baixa
0,715 a 0,785	Atividade fotossintética média
0,785 a 0,838	Atividade fotossintética moderadamente alta
0,838 a 1,000	Atividade fotossintética alta

**Fonte:** Adaptado Bandeira e Cruz (2022).

## 2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização Morfométrica

Como obtenção dos resultados foi possível constatar que a bacia hidrográfica do Rio Gramame, apresenta uma área de drenagem aproximadamente de 589,63 Km<sup>2</sup> e um perímetro de 122,8Km (Quadro 02). Com escoamento fluvial caracterizado como exorréico, visto que deságua no oceano Atlântico Sul, e padrão de drenagem dendrítica, ou seja, análogo a estrutura de uma árvore. Esse padrão está relacionado a regiões que apresenta rochas heterogêneas, com arranjos irregulares e ângulos diversos entre o rio principal e os afluentes (CHRISTOFOLETTI, 2017).

O coeficiente de compacidade corresponde a 1,42, indicando que a mesma é ligeiramente arredondada, moderadamente compacta e regular (Quadro 02), dessa forma, minimamente sujeita a ocorrência de enchentes sob suas condições naturais (OLIVEIRA,1997). LOPES; LEAL; RAMOS, (2018) enfatiza a importância de contextualizar os dados geométricos da bacia com outras características, como o uso e ocupação do solo.

**Quadro 02 :** Dados morfométricos da Bacia do Rio Gramame.

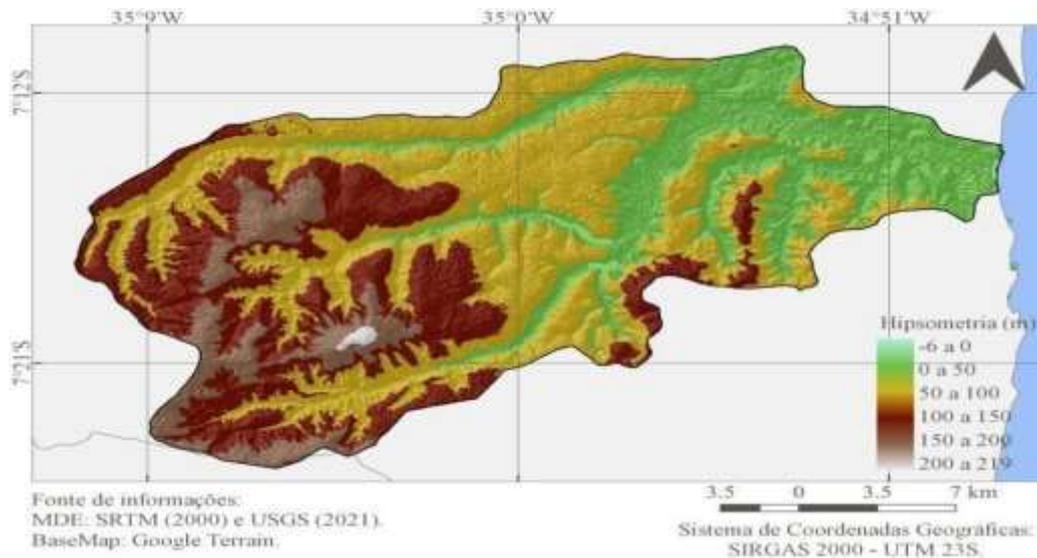
CARACTERÍSTICAS	DADOS MORFOMÉTRICOS	RESULTADOS
Geométricas	Área da Bacia	589,63 km <sup>2</sup>
	Perímetro da bacia	122,8 km
	Escoamento fluvial	Exorréico
	Padrão de drenagem	Dendrítica
	Coeficiente de compacidade	1,42
Relevo	Declividade mínima	0,00%
	Declividade máxima	33,59%
	Altitude mínima	-6,00 m
	Altitude máxima	219 m
	Ordem dos canais	5ª Ordem

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2022.

O relevo (Figura 02) possui altitudes que variam entre 0 e 219 metros, sendo a maior porção da bacia com predominância em médias altitudes, visto que 73,26%, (431,91 km<sup>2</sup>),

possui valores até 50 metros, favorecendo a formação de planícies e tabuleiros. E, 26,75% (157,7 km<sup>2</sup>), possuem altitudes variando entre 100 e 219 metros, possibilitando a ocorrência de relevo ondulado e forte ondulado, forma dissecada com tabuleiros pouco extensa e entalhamentos fluviais que possibilitam o surgimento de terraços (FURRIER *et al.* 2006).

**Figura 02:** Mapa de hipsometria da Bacia do Rio Gramame.

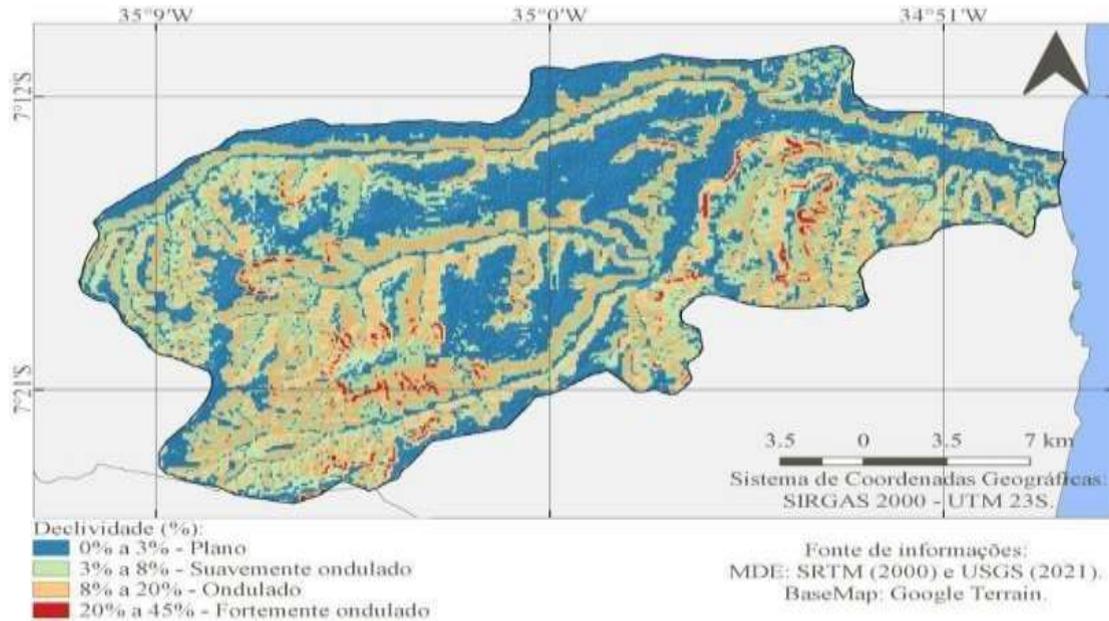


**Fonte:** Elaborado pela autora, 2022.

No mapa de declividade em porcentagem da Bacia do Rio Gramame (Figura 03), extraído a partir das informações das classes estabelecidas pelas da EMBRAPA (2018). As classes predominantes são o “plano” e “suave ondulado”, correspondendo a 39,42% (232,41km<sup>2</sup>) e 33,84% (199,50km<sup>2</sup>), respectivamente. Enquanto o “ondulado” e “forte ondulado” ocorrem 25,52% (150,45km<sup>2</sup>) e 1,23% (7,25 km<sup>2</sup>), nessa ordem.

A declividade afeta diretamente o tempo de duração do escoamento superficial, pois, quanto mais acentuado o declive, mais rápido a água escoar nos leitos dos canais (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013). Áreas salientes podem intensificar processos erosivos e a transferência de sedimentos ao longo da bacia hidrográfica, característica importante perante a dinâmica superficial (SOUZA *et al.*, 2021). Na BHRG, o relevo predominantemente plano e suave ondulado, apresenta pouca incidência de áreas que ultrapassam os 200m de altitude (SILVA, 2019).

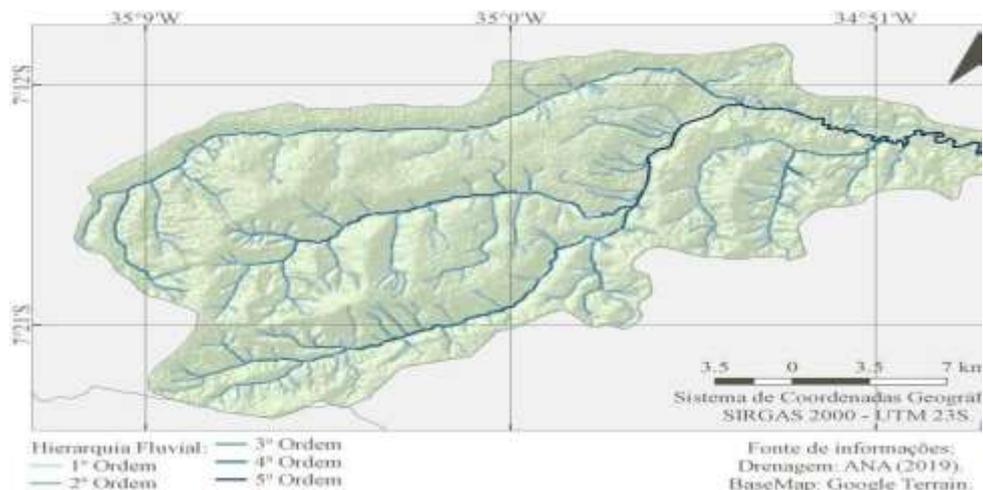
**Figura 03:** Mapa de declividade da Bacia do Rio Gramame.



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A BH Gramame, possui hierarquia fluvial de 5ª ordem (Figura 4), fato associado à alta ramificação de seus rios, com densidade de drenagem correspondente a 0,82 km enquadrando-se como média capacidade de drenagem, tendo como referência a atribuição empreendida por Villela e Mattos (1975), onde as bacias hidrográficas que têm densidade de drenagem inferior 0,5 km possuem drenagem pobre e as que se aproximam do valor de 3,5 km, possuem boa drenagem. Já o índice de sinuosidade é de 1,4. Indicando que os rios da bacia apresentam poucas curvaturas ao longo de sua extensão (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

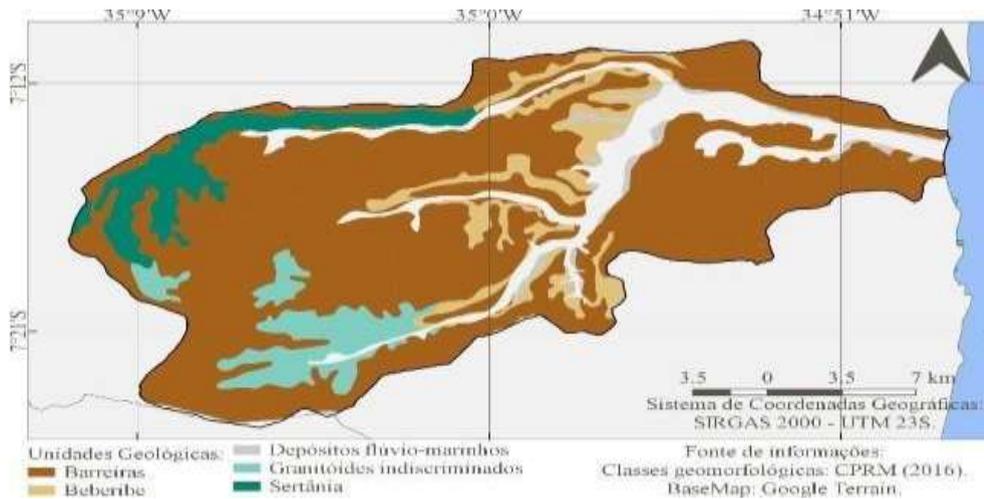
**Figura 04:** Rede de drenagem do Rio Gramame



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A geologia da BHRG é composta por cinco unidades: Depósitos do Terciário da Formação Barreira, Formação Beberibe, Depósitos Flúvio Marinha, Complexo Granitóide e Sertânia (Figura 05 e Tabela 01). As unidades geológicas assinaladas pertencem à era Cenozóica, designadamente ao período neogénico (GONÇALVES;FONSECA; CORREIA, 2017), e permitem classificar a área como sendo predominantemente sedimentar, característica das áreas litorâneas (CHRISTOFOLETTI, 2006).

**Figura 05:** Unidades geológicas da área de estudo.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2022.

**Tabela 01:** Representação dos dados das unidades geológicas.

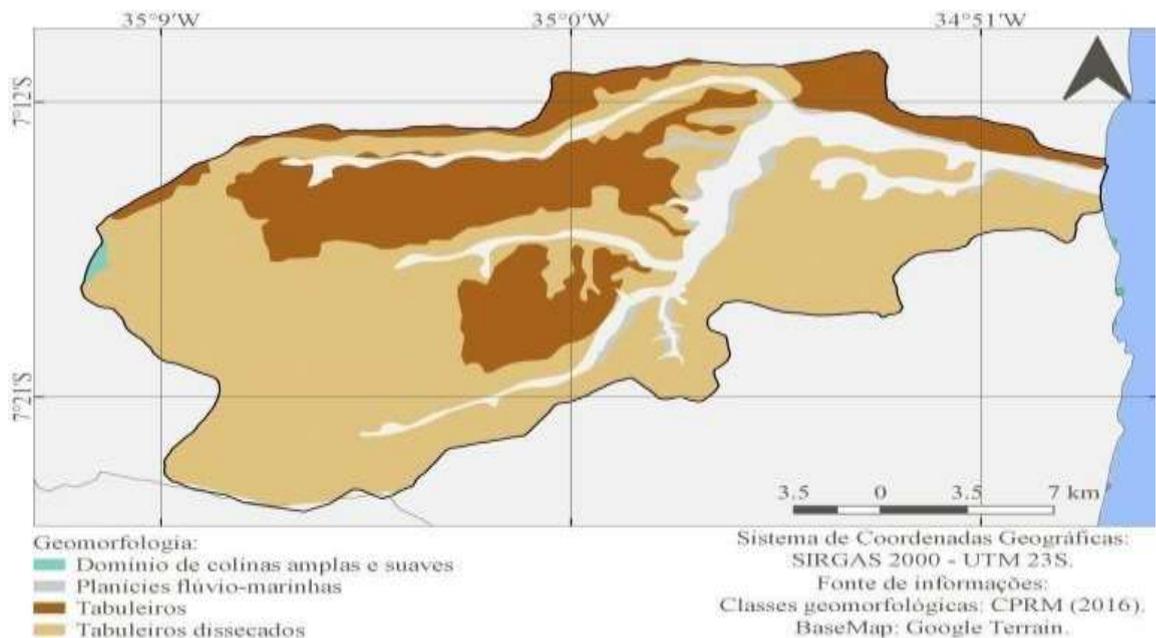
Classe	Área(km <sup>2</sup> )	%
Barreiras	276,72	48,74%
Depósitos aluvionares	28,76	5,07%
Depósitos colúvio-eluviais	185,82	32,73%
Depósitos flúvio-marinhos	64,54	11,37%
Depósitos litorâneos	2,38	0,42%
Granitóides indiscriminados	3,51	0,62%
Sertânia.	6,04	1,06%

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2022.

De acordo com Furrier *et al.* (2006), a área da bacia em estudo está inserida em sua maior parte sobre os sedimentos arenoso-argilosos mal consolidados da Formação Barreiras, que pode ser identificada nas falésias, localizada ao longo da costa, apresentando granulação de média a grossa e coloração avermelhada, indicando oxidação da área, ainda sobre as Formações Barreiras Correia (2018), elucida que são constituídas por uma cobertura sedimentar terrígena continental oriundo da ação do intemperismo sobre o embasamento cristalino.

No que concerne aos depósitos aluvionares, flúvio-marinhos e litorâneos, são compostos a partir de sedimentos oriundos da rede de drenagem, da ação combinada de processos fluviais e litorâneos e de sedimentos marinhos, respectivamente (IBAMA, 2008). As unidades geomorfológicas encontradas foram: Tabuleiros e Tabuleiros dissecados, ambos abarcam uma área de 463,96 km<sup>2</sup>, que corresponde a 81,71% do território, caracterizando um segmentos predominante, seguido dos domínios de colinas amplas e suaves, que correspondem a 1,67% da bacia e planícies flúvio marinhaque compreendem 16,39% da área estudada. De acordo com CHRISTOFOLETT (2006), a geomorfologia é ciência responsável pelo estudo das formas do relevo de umasuperfície baseado nos processos que levam até a forma final do aspecto físico, fornecendoo conhecimento sobre as feições edinâmica da topografia (Figura 06).

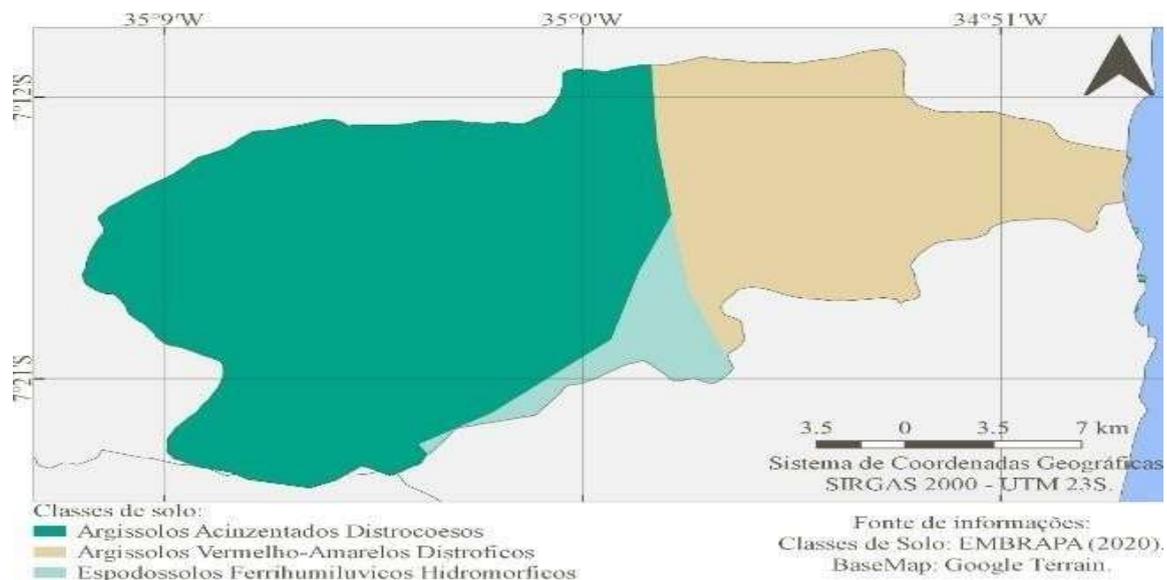
**Figura 06:** Unidades geomorfológicas da BHRG.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2022.

No que se refere à pedologia, na área de estudo foram identificadas três classes pedológicas: Argissolos Acinzentados Distrocoesos, Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos e Espodossolos Ferrihumuluvicos. Os argissolos acinzentados distrocoesos têm baixa fertilidade, são oriundos de materiais argilosos e areno-argilosos, em áreas planas ou de relevo suave ondulado, nos tabuleiros sedimentares da formação Barreiras. Os argissolos vermelho-amarelos distróficos também apresentam baixa fertilidade e estão presentes em todo o território nacional. Já os Espodossolos Ferrihumuluvicos, com altos teores de matéria orgânica, nutrientes e cores escuras (EMBRAPA, 2020) (Figura 07).

**Figura 07:** Classes pedológicas com ocorrência na BHRG.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2022.

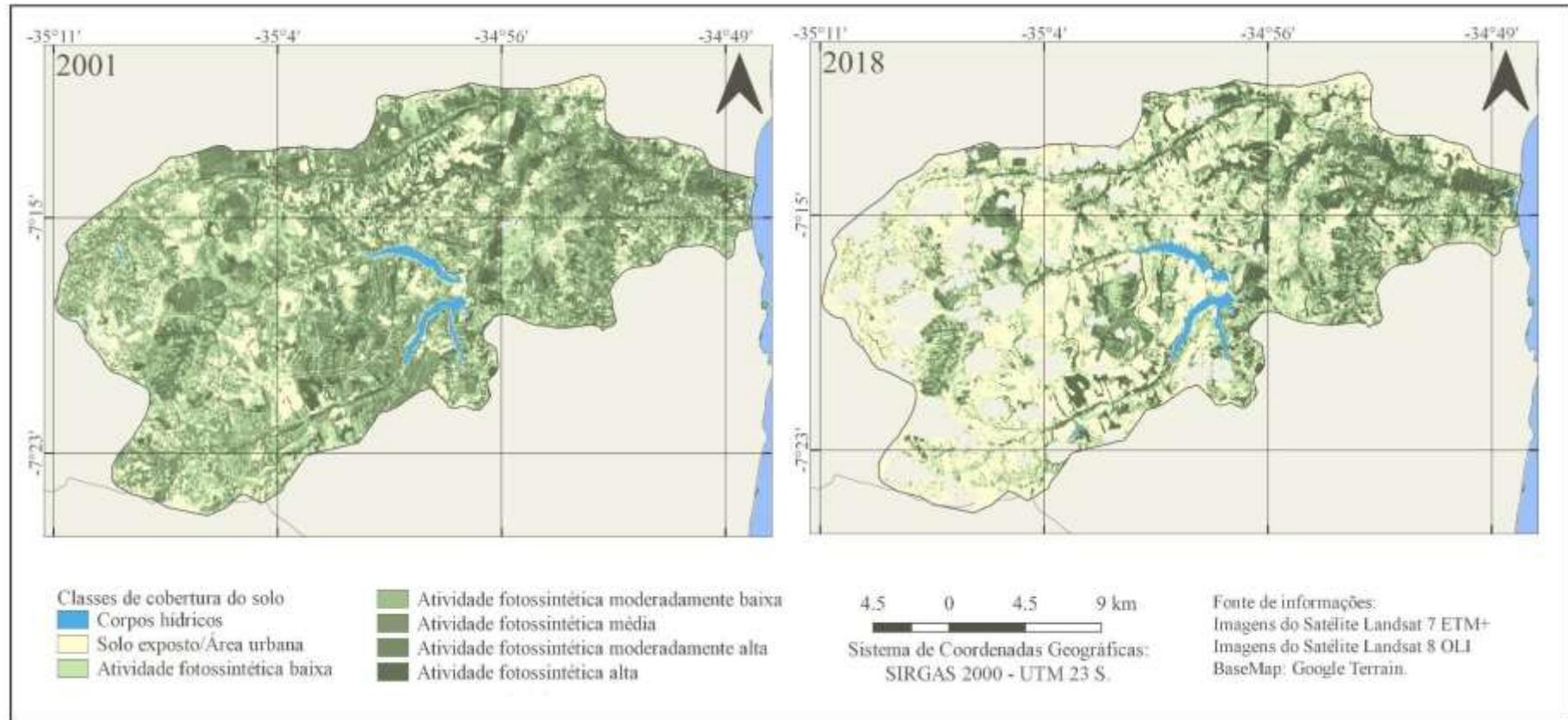
#### Cobertura do solo:

Houve mudanças significativas no uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame no intervalo entre os anos de 2001 a 2018 (Figura 9). É notório o crescimento exponencial na classe solo exposto/ área urbana no decorrer do período analisado. As demais classes que compreendem os componentes naturais da paisagem, como os diversos portes de vegetação também foram alterados.

As classes representadas pelas diversas atividades fotossintéticas representam o mosaico da composição vegetacional em ambos os anos e suas respectivas extensões (Tabela 2), compreendendo assim os seguintes estratos: Atividade fotossintética baixa- espécies de gramíneas e táxons de vegetação herbácea; atividade fotossintética moderadamente baixa - vegetação arbustiva em regeneração, bem como apicum em início de regeneração; atividade

fotossintética média - composição arbustiva de restinga e monoculturas-; atividade fotossintética moderadamente alta- árvores e arvoretas de restinga com porte inferior a 2 metros e apicuns com grau de regeneração avançado com espécies superiores a 1 metro; atividade fotossintética alta- vegetação de Floresta Atlântica lenhosa e bosque de mangue maduro.

**Figura 9:** Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame-PB, em um intervalo de 17 anos.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2022.

As diversas formações vegetacionais dispostas no mapa de uso e ocupação do solo (Figura 9), representam a atividade antrópica agindo diretamente na paisagem. Ao substituir a vegetação primitiva de um determinado espaço, inicia-se a regeneração vegetal, que, geralmente, é iniciada por indivíduos herbáceos e no decorrer dos estágios é substituída por outras espécies arbustivas até se consolidar com táxons lenhosos, não sendo estes últimos espécies únicas de ambientes que já alcançaram o clímax (HENEMANN, 2021). De acordo com Ribeiro; Silva e Silva (2016) a morfologia e fisiologia das espécies vegetais como diferentes tamanhos de dossel, bem como a organização espacial da folhagem, disposição das folhas, e caracteres funcionais interferem na resposta espectral, sendo possível a distinção dos diversos componentes vegetacionais dentro de um ambiente.

O arranjo espacial da paisagem da Bacia analisada representa essa alteração, onde a vegetação nativa de floresta ombrófila, mangue ou vegetação de restinga foi degradada e substituída por culturas como a cana de açúcar ou outras, além de ambientes vegetados serem trocados por construções ou apenas a floresta ser derrubada e grandes muros serem erguidos dividindo lotes de terra. Nesses últimos a regeneração vegetal já iniciou-se e há presença de espécies rasteiras nesses ambientes. É perceptível que há no ambiente, principalmente próximo às áreas urbanas que a extração da vegetação nativa está facilitando a colonização de espécies não nativa, principalmente inserida pelo homem. Algumas espécies de gramíneas são um exemplo (SILVA, 2023).

O crescente incentivo financeiro municipal da Prefeitura do Conde, vem aumentando a possibilidade de construções imobiliárias dentro do perímetro da Bacia o que incentiva, principalmente em terrenos particulares, a ocupação de construções civis em áreas naturais (TARGINO E CHAVES, 2009).

Ainda de acordo com os autores anteriormente citados, as construções civis modificam a paisagem, alteram a dinâmica vegetal e ainda colocam em risco a fauna local e flora local, mostram em estudo realizado na mesma área que já havia um crescimento imobiliário significativo para aquele ano. É notório que o crescimento continua no decorrer do período analisado, podemos observar na tabela 02, que no ano de 2001 na classe Solo exposto tinha uma área de 96 km<sup>2</sup>, havendo um aumento no ano de 2018 de 212,86 km, correspondendo 42,65% da área de BHRG. Em 2018 foi notório a redução de atividades fotossintéticas, o que pode estar relacionado com a redução de vegetação no local.

**Tabela 02:** Dados sobre uso e ocupação do solo na BHRG.

ANOS	2001		2018	
	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%
Classes				
Corpos hídricos	6,24	1,06	7,07	1,38
Solo exposto/ Área urbana	96,34	16,41	212,86	41,65
Atividade fotossintética baixa (gramíneas vegetação herbáceas)	104,05	17,73	93,81	18,36
Atividade fotossintética moderadamente baixa (vegetação arbustiva em regeneração, apicum em início de regeneração)	157,69	26,87	65,83	12,88
Atividade fotossintética média (composição arbustiva de restinga e monoculturas)	130,13	22,17	45,32	8,87
Atividade fotossintética moderadamente alta (árvores e arvoretas com porte inferior a 2 metros de restinga e apicuns com grau de regeneração avançado com espécies inferiores a 1 metro )	64,01	10,91	35,06	6,86
Atividade fotossintética alta (Vegetação de Floresta Atlântica e bosque de mangue maduro)	28,44	4,85	51,08	10,00
<b>Total</b>	586,90	100,00	511,02	100,0

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Atrelado a esse crescimento há um grande incentivo de órgãos municipais também voltados para o aumento do turismo local. As atividades turísticas trazem consigo a inserção de capital para o município à medida que movimentam o comércio e o mercado hoteleiro. O perímetro analisado conta com belezas cênicas com paisagens litorâneas associadas á foz do Rio Gramame que atrai turistas o ano inteiro.

Há uma expansão da malha urbana para áreas antes florestada e pela extensão da praia

o que caracteriza a pressão antrópica exercida no local. Embora a atividade turística seja importante para o desenvolvimento econômico local, acarreta impactos ambientais negativos a fauna e flora como afirma (ALEIXO, 2009). Primarck (2007), mostra problemas ecológicos associados á crescente construção na faixa litorânea e Costa e Oliveira (2009) evidenciam os problemas relacionados á alteração de deposição de material intemperizados em áreas com construções muito próximas á praia. Os filhotes de algumas espécies, principalmente tartarugas são naturalmente direcionados pela posição solar (fototropismo positivo) e conseguem chegar até o oceano, como é natural acontecer. Os imóveis construídos muito próximos á areia da praia desviam a luz solar e criam sombra onde natralmente deveria ser banhado pela luz do sol e esse movimento altera a dinâmica de direção dessas espécies.

Com isso filhotes perdem a direção e acabam não chegando ao mar. A partir de então já tem-se uma diminuição significativa no número de indivíduos o que caracteriza um risco para a espécie (Primak, 2007). Além do quê, a construção civil em áreas muito próximas a praia, bem como a construção de barragens em áreas de rios alteram o fluxo de deposição de materiais resultantes do intemperismo e que são trazidas pelas ondas e pelos rios (COSTA E ARAÚJO, 2010).

Embora não haja represamento de grande porte no curso de água da Bacia analisada, no alto curso da BHRG há outros tipos de construção para reserva hídrica. Tratam-se de pequenos e médios açudes cuja água represada é utilizada para criação de piscicultura e irrigação de cana-de-açúcar. Essas ações vêm provocando mudanças nos processos geomorfológicos e sedimentares fluviais, como assoreamento, erosão, aumento ou redução da velocidade do fluxofluvial que abastece a região. O mesmo ocorre em outras bacias hidrográficas de acordo com COSTA (2011), LUCENA *et al* (2017), SILVA (2019) e CLAUDINO-SALES *et al* (2020).

## CONCLUSÕES

Diante da análise feita nesse trabalho os valores dos coeficientes encontrados para a Bacia Hidrográfica do Rio Gramame, Paraíba, possui uma boa rede de drenagem, ligeiramente arredondada com predominância de relevo de médias altitudes o que favorece o escoamento superficial da água de chuva, sendo pouco sujeita a processos de enchentes sob suas condições naturais.

A utilização do *Normaliz ed Difference Vegetation Index* (NDVI) para o mapeamento do

uso e ocupação do solo na área de estudo mostrou-se satisfatório, uma vez que, possibilitou espacializar as classes de uso e ocupação do solo.

O solo exposto / área urbana foi a principal ocupação do solo na Bacia nos anos de 2001 a 2018, podendo ao longo do tempo apresentar impactos ambientais negativos.

Desse modo, observou-se que, a supressão da vegetação nativa da área da Bacia vem sendo modificada pelas atividades antrópicas.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO.2019.>Disponível me:<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>>Acesso em 25/07/2022.

ARAÚJO, GABRIELLE RIBEIRO DE; SILVA, JOÃO NAILSON DE CASTRO; SILVA, JANAÍNA BARBOSA DA. Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS): estado da arte e suas potencialidades. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 06, p. 2054-2074, 2016.

BANDEIRA,T.V.; CRUZ,M.L.B. Estudo da cobertura vegetal do município de Guaiuba/CE com base na utilização dos índices de vegetação SAVI e NDVI. **Geosul**, v. 36, n.78, p. 410-433, 2021.

BRASIL. Lei9.433 de 08 de janeiro de1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19433.htm)>. Acesso em: 01 de dezembro de2021.

CHRISTOFOLETTI,A. **Geomorfologia**. 2.ed. SãoPaulo:EdgardBlucher, 1980.

CLAUDINO-SALES, V. DE.; LIMA, E. C.; DINIZ, S. F. Análise geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, Nordeste do Brasil. **Revista Geonorte**. V. 11. N. 38. 2020p.90-109 Disponível em: <DOI:10.21170/geonorte.2020. V.11.N.38.90.109> Acesso em 16 nov 2021.

COLLISCHONN, W; DORNELLES, F. Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais. Porto Alegre: ABRH, 2013.

COSTA, F. F. Avaliação Ambiental em áreas de nascentes na Bacia Hidrográfica do alto RioGramame-PB. **Dissertação de Mestrado**. IFPB:

João Pessoa, 2011.Disponível em: [https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5455?locale=pt\\_BR](https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5455?locale=pt_BR)

DOI, S.A.;PINTO,A.B.;CANALI,M.C.;PORLEZEL,D.R.;CHINELLATO,R.A.M. OLIVEIRA,A.J.F.C.Densityand diversity off ilamentous fungiinthe waterand sediment of Araçábayi nSão Sebastião, SãoPaulo, Brazil. **Biota Neotropica**.N.18.v01.Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0416>>Acessoem25out2021.

DOURADOA.A.;DAMASCENO,C.S.C.;BARBOS,I.G.;SILVA,G.C.DAS.;MARINO,M.T.R. D.Impactos antrópicos no ecossistema manguezal da praia de Tequenguela, no município de Icapuí-CE. **Revista do Pemo**.V.3,n.3.Fortaleza,2021. Disponível em: <<https://revistas.uece.br/index.php/revpemo>>Acesso em: 22 out .2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5 ed. Brasília/DF: 2020.

FERNANDES,F. R. C.; MATOS, G. M. M.; CASTILHOS, Z. C.; LUZ, A. B.(Org.).Tendências tecnológicas Brasil 2015:geociências e tecnologia mineral. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. p.35-56.

FURRIER, M.; ARAUJO, M. E.; MENESES, L. F. Geomorfologia e tectônica da Formação Barreiras no Estado da Paraíba. **Geologia USP-Série Científica**, v. 6, p. 61/2-70, 2006.

GONÇALVES, R. B.; FONSECA, D. N.; CORREA, A. CB. Padrões de Fotolineamentos Aplicados à Análise Morfoestrutural da Bacia do Rio Mamanguape, Paraíba. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 34, p. 43-54, 2017.

GUERRA,A.J.T.;SILVA,A.Sda;BOTELHO,R.G.M.(Orgs.)ErosãoeConservação dos Solos: Conceitos, Temase Aplicações. RiodeJaneiro:BertrandBrasil, 1999.340 p.

LOPES,I.;LEAL,B.G.;RAMOS,C.M.C.Morphometric characterization of the basin in the semi-arid region of Pernambuco using SRTM data in free software. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 8, n. 1, p. 31-40, 2018.

LOURENÇO, R. M. Diagnóstico físico-conservacionista como aporte para a análise da degradação no médio curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu (CE) – Brasil.

LUCENA, A.P.; PIRES,A.L; FILGUEIRA,H.J.A. O uso do IVDN do estudo da Degradação ambiental da bacia hidrográfica do Rio Gramame, Paraíba. **Revista Geociências**. v. 36, n. 4. São Paulo: UNESP. 2017. p. 755 – 769. Disponível em: <[https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/36/volume36\\_4\\_files/36-4-artigo-11.pdf](https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/36/volume36_4_files/36-4-artigo-11.pdf)> Acesso em 22 out de 2021.

MEDINA, A. I. et al. Geologia ambiental: contribuição para o desenvolvimento sustentável. In: Tendências tecnológicas Brasil 2015: **geociências e tecnologia mineral**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. p.35-56.

ODUM, Eugene. Ecologia. Tradução de Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

SANTOS, E. J. Síntese da geologia pré-cambriana da folha arcoverde, pernambuco. In: simposio de geologia do nordeste, 8., 1977. Campina Grande. Atas Campina Grande: SBG 1977p.225-245.SANTOS,G.O.; SILVA,A.A.; BRAZ,A.R.C.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. 2016. Disponível em: <<https://geosgb.cprm.gov.br/downloads/>> acesso em 20/07/2022.

SILVA, C. S.; GIRÃO, O. Análise morfométrica e caracterização geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Jaboatão (bhrj) – Pernambuco. **Revista Geosul**. v. 35, n. 75. Florianópolis. 2020. p.441-460 Disponível em: <file:///D:/Downloads/65767-

Texto%20do%20Artigo-262122-1-10-20200602.pdf> Acesso em 03 nov de 2021.

SILVA, L. J. da. Análise espacial do uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente na região do alto curso do Rio Gramame-PB. **Monografia**. João Pessoa: UFPB, 2019.

SILVA, MARCELA PEUCKERT KAMPHORST LEAL DA. Estratégias de facilitação da sucessão ecológica no póscontrole de gramíneas invasoras. 2023. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Santa Maria.

TARGINO, D.F.; CHAVES, M.S. Caracterização Geoambiental: o caso da praia de Jacumã—Conde, PB. IX Encontro de Iniciação e Docência. 2009. <Disponível em: <https://docplayer.com.br/28255533-Ufpb-prg-xi-encontro-de-iniciacao-a-docencia.html>> Acesso em 04 jun, 2022.

TEODORO, V.L.L.; TEIXEIRA, D.COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**. N. 20, 2007. Disponível em: <[https://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20\\_11.pdf](https://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf)> Acesso em 15 nov de 2021.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada, São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil. da Costa, M. T. S. P., & Araujo, N. M. G. (2010). AVALIAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ZONA COSTEIRA DO BAIRRO DE CANDEIAS, PERNAMBUCO (evaluation geoambiental of the coastal zone of the district of candeias: in Jaboatão dos Guararapes—PE). **Mercator**, 8(17), 163-171.

## CAPÍTULO 2

### FITOSSOCIOLOGIA DO MANGUEZAL NO ESTUÁRIO DE BARRA DE GRAMAME-PB, NORDESTE DO BRASIL

#### RESUMO

Objetivou-se com este estudo, caracterizar a composição florística, e a estrutura fitossociológica do manguezal do estuário do Rio Gramame-PB, destacando que tais, conhecimentos são extremamente importantes para conservação e preservação desses ecossistemas. Para tanto, foram estabelecidas 11 parcelas 30x30m, para análises de algumas variáveis estruturais como: (Área Basal, Densidade Relativa, Dominância Relativa, Densidade Relativa, pH e salinidade) de acordo com a metodologia padrão descrita por Schaeffer-Novelli. As espécies típicas encontradas foram *Rhizophora mangle* L, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn e *Avicennia germinans* (L.) Stearn. A primeira, obteve registro de ocorrência em todas as parcelas e apresentou dominância nos parâmetros fitossociológicos avaliados, em relação às demais espécies. O bosque apresentou diferenças no desenvolvimento estrutural, que correspondem às variações da frequência e da periodicidade das energias subsidiárias. Conhecimentos acerca da composição florística e parâmetros ambientais que demonstrem o grau de estrutura do bosque são indicadores do estado de conservação desse ecossistema. Os resultados possibilitam concluir que o bosque encontra-se em um bom estado de conservação, contudo, pode-se perceber um possível estado de ameaças antrópicas ao ecossistema. Sendo, imprescindíveis ações de preservação e conservação destas formações.

**Palavras-chave:** Composição florística; vegetação de mangue; zonação de mangue.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the floristic composition and phytosociological structure of the mangrove of the Gramame River estuary-PB, highlighting that this knowledge is extremely important for the conservation and preservation of these ecosystems. To this end, 11 30x30m plots were established to analyze some structural variables such as: (Basal Area,

Relative Density, Relative Dominance, Relative Density, pH and salinity) according to the standard methodology described by Schaeffer-Novelli. The typical species found were *Rhizophora mangle* L, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn and *Avicennia germinans* (L.) Stearn. The first had a record of occurrence in all plots and showed dominance in the phytosociological parameters evaluated, in relation to the other species. The forest showed differences in structural development, which correspond to variations in the frequency and periodicity of subsidiary energies. Knowledge about the floristic composition and environmental parameters that demonstrate the degree of structure of the forest are indicators of the conservation status of this ecosystem. The results make it possible to conclude that the forest is in a good state of conservation, however, a possible state of anthropogenic threats to the ecosystem can be perceived. Therefore, preservation and conservation actions for these formations are essential.

Keywords: floristic composition; mangrove vegetation; mangrove zonation

### 3. INTRODUÇÃO

O manguezal é um ecossistema costeiro, adaptado a um amplo gradiente de salinidade, de águas dulcícolas a hipersalinas, com ocorrência limitada em zonas continentais devido à competição estabelecida, presentes em 118 países, distribuídos em todos os continentes (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2016, MACIEL, 2022; ROMANACH *et al.*, 2018).

Este ecossistema é caracterizado por ser uma formação de influência flúvio-marinha, reconhecido por proporcionar serviços ecossistêmicos, com funções ecológicas, econômicas, culturais e sociais (ESTRADA; SOARES, 2017; ATWOOD *et al.*, 2017, SANTANA *et al.*, 2019, ALVES *et al.*, 2022).

É responsável por refrear o avanço de processos erosivos nas zonas costeiras, preservar a faixa litorânea da força dos ventos e das ondas, estabilizar os sedimentos em suspensão na água, os quais são geralmente anóxicos, atuam como áreas de berçário para espécies de peixes importantes comercialmente, além de servir de fonte de exploração de matéria-prima por comunidades humanas (COSTA; 2017; PHAM *et al.*, 2019).

Nas Américas, particularmente, os manguezais estão distribuídos de forma desigual ao longo do litoral, na costa atlântica há um cinturão quase contínuo de manguezais, do sul dos Estados Unidos ao sul do Brasil, com distribuição limitada na costa pacífica em alguns locais específicos (IBGE, 2019; BARROS *et al.*, 2021).

No Brasil a área de cobertura é cerca de 1.400.000 hectares, com uma área praticamente

contínua no litoral brasileiro, desde o Oiapoque, Estado do Amapá (04° 30' N) até seu limite sul, em Santa Catarina (28° 28' S), correspondendo acerca de 50 % da área total de mangue das Américas, como a segunda maior reserva florestal de mangue do mundo (ESTRADA; SOARES, 2017; ICMBio, 2018).

No Nordeste brasileiro, se estende do Maranhão até a divisa da Bahia com o Espírito Santo. As pesquisadoras Silva & Torres (2021), dividiram os manguezais brasileiros em nove unidades costeiras, de modo que os manguezais da Paraíba pertencem à Unidade VI, a que se estende Do Cabo Calcanhar - RN ao Recôncavo Baiano – BA, segundo as autoras, os manguezais paraibanos ocorrem em todos os estuários, com ocorrência das seguintes espécies: *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* L., *Avicennia ssp* (ICMBio, 2018; MEDEIROS *et al.*, 2020; SILVA e MAIA, 2022).

O manguezal do estuário do Rio Gramame-PB, ao longo dos anos vem apresentando alterações na dinâmica natural do ecossistema e redução da vegetação de mangue. Segundo Moraes (2014), a perda é recorrente no estuário Rio Gramame para o período analisado com diminuição de 39,3% no geral 20%, entre 1985 e 1994; 15%, entre 1994 a 2001 e 4,2%, entre 2001 a 2010/2011.” Segundo Lima, Silva e Carvalho (2023), são fatores para a supressão da vegetação o crescimento urbano desordenado no entorno, lançamento de esgoto doméstico e industrial, canalização e desvio de riachos e córregos, provocando erosões nas margens.

Neste contexto, levantamentos da composição florística e estrutura fitossociológica dos manguezais são determinantes para compreender a configuração e a resposta da vegetação desse ecossistema a nível horizontal e vertical, como medidas voltadas para a preservação e conservação do mesmo (SOARES, 1999, MENEZES, 2023). Através da estrutura horizontal verifica-se os parâmetros quantitativos, que possibilita analisar a densidade, dominância, frequência e importância das espécies no bosque de mangue.

Enquanto a estrutura vertical, designa-se a evidenciar o estágio de desenvolvimento da mesma, com base na distribuição das espécies nos diferentes estratos, possibilitando a avaliação das respostas às condições ambientais locais (SOUZA *et al.*, 2023).

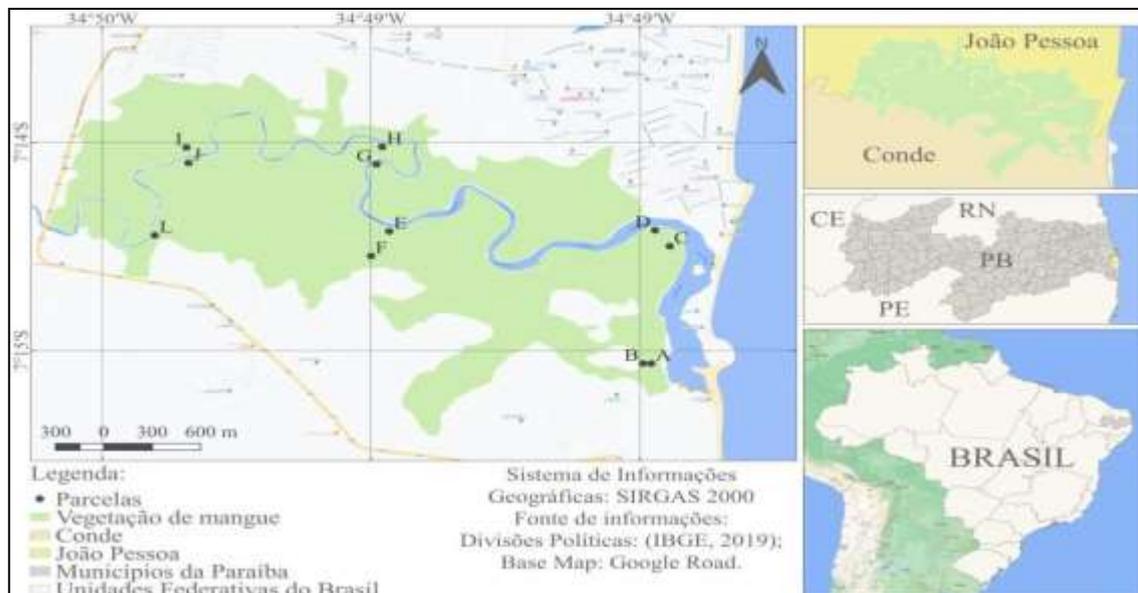
Assim, este trabalho foi realizado objetivando-se estabelecer a composição florística e a estrutura fitossociológica do manguezal do estuário do Rio Gramame-Paraíba, com o intuito de contribuir para a preservação e conservação desse ecossistema.

### 3.1 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estuário do Rio Gramame-PB, localizado no litoral Sul do Estado da Paraíba, (Figura 1) limita-se a Leste com o Oceano Atlântico, a Oeste e Norte com a Bacia do Rio Paraíba (Baixo Paraíba) a Sul com a bacia do Rio Abiaí. Apresenta clima tropical quente e úmido (As'), conforme a classificação de Köppen, com médias de 26°C e amplitude térmica diária 10°C, as temperaturas máximas ocorrem entre os meses de fevereiro e março, em torno de 28°C, e a média das temperaturas mínimas, entre os meses de junho e agosto, é em torno de 20°C a 25°C e pluviosidade média anual de 2.100mm, com maior índice de chuvas no mês de junho (LUCENA et al, 2017).

**Figura 1** - Mapa de localização do estuário do Rio Gramame-PB.



**Fonte:** Elaborado pela Autora (2022).

#### 3.1.2 COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS

O trabalho de campo foi dividido em três etapas: caracterização estrutural, coleta da salinidade intersticial e coleta de solo. No dia 02 de julho de 2021, realizou-se expedição de campo para reconhecimento da área escolhida para a pesquisa, a qual já havia sido pré-estabelecida através do Google Earth. O georreferenciamento foi realizado com receptor de GPS Garmim Etrex, o mapa de localização da área foi elaborado no *software* Quantum (GIS 1.7.4). Nos dois momentos seguintes, foram realizadas duas coletas, a primeira no mês mais chuvoso (julho) e a segunda no mês, mais seco (novembro) de 2021.

Para análise da fitossociologia, foram estabelecidas 11 parcelas contínuas (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, e L; Figura 1) utilizando-se trenas profissionais de 30m, varas de PVC para fixar os pontos. Para o fechamento das parcelas foi utilizado fita zebrada (amarela com faixas pretas) (Figura 1B), de modo a obter uma melhor representatividade da vegetação de mangue, com dimensões 30m x 30m (900m<sup>2</sup>). Para evitar efeitos de borda, determinou-se a distância mínima de 30 metros em relação à margem do Rio, iniciando então, a delimitação das parcelas, considerando as mesmas distâncias para gamboas, quando era presente na parcela, porém, não eram todas que havia canais, trilhas ou gamboas.

O estudo da fitossociologia do manguezal seguiu, a metodologia proposta por Cintrón & Schaeffer-Novelli (1984), que é fundamentada na aquisição de informações estruturais do bosque, adotando-se o método de parcelas múltiplas, dispostas ao longo de um transecto perpendicular ao gradiente de inundação, visando caracterizar desde 30 metros afastado da margem até a zona de transição com o ecossistema adjacente. Foram inventariados todos os indivíduos, vivos e mortos em pé, com DAP  $\geq$  2,5 cm (diâmetro a altura do peito a 1,3m do solo) e realizado o cálculo de área basal (AB) medido em centímetros usando uma trena graduada em unidades de  $\pi$  (3,14159) e identificado. O cálculo dos parâmetros estruturais seguiu-se a orientação de Schaeffer-Novellie & Cintrón (1986).

Foram calculadas ainda: Densidade Relativa (DeR): número de indivíduos de uma espécie em relação ao número total de indivíduos; Dominância Relativa (DoR): parâmetro útil para descrever toda a comunidade arbórea, muito utilizado para indicar a contribuição percentual em área basal de cada indivíduo. Para o cálculo dos parâmetros mencionados utilizou-se as fórmulas descritas no (Quadro 01).

**Quadro 01:** Parâmetros para a caracterização dos bosques de mangue.

<b>Área Basal das Árvores (AB)</b>	$g(m^2) = 0,00007854(D.A.P. cm)^2$
<b>Diâmetro altura do peito (DAP)</b>	$DAP = \sqrt{\frac{(g). 12732,39}{n}}$
<b>Densidade Relativa (DeR)</b>	$DeR = \frac{(N^{\circ} troncos por classe)}{N^{\circ} total troncos} * 100$
<b>Dominância Relativa (DoR)</b>	$DoR = \frac{(Área basal por classe)}{Área basal total} * 100$

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Os dados foram tabulados e organizados em classes: menor  $< 2,5$ ,  $\geq 2,5$  e  $\geq 10$ , para o cálculo de área basal total. Calculou-se a média aritmética e altura média do dossel, considerando as três mais altas, com o auxílio de vara telescópica. Ressaltamos que área basal do bosque é a soma das áreas basais de todos os troncos medidos por unidade de área. A área total da parcela em  $m^2$  é convertida em um hectare (ha).

A salinidade intersticial uma das variáveis mais analisadas nos estudos de sedimentos em zonas estuarinas, visto que esta decorre da variação na frequência de inundação pelas águas oceânicas, sendo fator condicionante para a zonation e estrutura das espécies de mangue (TOMLINSOM, 1986). Para a análise do estuário do Rio Gramame foi coletada uma amostra de água do sedimento na região central, de cada uma das 11 parcelas, escavando-se 30 cm de profundidade com auxílio de um cano de PVC, com pequenos furos para passagem apenas da água intersticial (Anexo 1). A água coletada foi lida em um medidor de salinidade digital (Modelo Salinty Meter AR 8012). Após a coleta, esse instrumento requer apenas uma pequena quantidade de água.

Para análise da densidade de plantas encontradas em função da área basal, DeR (densidade relativa) e DoR, (dominância relativa) pH e salinidade, foram construídos modelos generalizados lineares (GLMs) com ajuste do tipo quase-poisson. Os modelos foram testados através de análise de desvio ANODEV, função ‘Anova’ do pacote ‘car’(FOX;WEISBERG,2019). Todas as análises foram conduzidas no software R (R CORE TEAM, 2022). Os dados supracitados permitem a construção de gráficos e tabelas, com a finalidade de caracterizar o bosque de mangue.

### 3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.2.1 Composição florística do Manguezal do Rio Gramame-PB.

O estudo quantificou um total de 1.421 árvores, distribuídas em três famílias, Rhizophoraceae, Acanthaceae e Combretaceae; três espécies *Rhizophora mangle* L., *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. Ex Moldenke, *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. Dentre as quais a *R. mangle* foi a de maior representatividade com 814 indivíduos, seguida pelo *L. Racemosa* com 355 indivíduos e a *A. schaueriana* com 251 indivíduos (Quadro 2). A diversidade é considerada baixa, mas é uma característica dos manguezais americanos, quando comparados aos asiáticos, por exemplo WORTHINGTON *et al*, (2020). Quanto á riqueza, apresenta valor significativo, uma vez que a área total pesquisada foi de 9.900m<sup>2</sup>; com média de 129 indivíduos por parcela de 900m<sup>2</sup>.

**Quadro 2.** Diversidade das espécies, referentes às onze parcelas no manguezal do Rio Gramame-PB.

Nome popular	Espécie	Família	Nº de indivíduos
Mangue vermelho	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae	814
Mangue branco	<i>Laguncularia racemosa</i> L. C. F. Gaertn.	Combretaceae	355
Mangue preto	<i>Avicennia schaueriana</i> Stapf & Leechm. Ex Moldenke	Acanthaceae	252
<b>Total</b>			1.421

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

#### 3.2.2 Estrutura fitossociológica geral

De acordo com o padrão de distribuição das espécies de mangue ao longo do estuário, subdividiu-se este em três trechos/setores: Baixo, Médio e Alto curso do Rio Gramame. No Baixo curso se estende da foz até 1,5 km, para o interior do estuário onde estão as parcelas localizadas as parcelas A, B, C & D, sob a influência direta das marés duas vezes ao dia

alternando com as águas dulcícolas do Rio. O Médio curso distante de 4,1 á 5,5 km estuário adentro sob a influência das marés de sizígia principalmente e menor influência nas de quadratura tem-se as parcelas localizadas E, F G & H, sob a influência direta das marés duas vezes ao dia alternando com as águas dulcícolas. Por fim, tem-se as parcelas I, J & L, que estão no Alto curso entre 5,51 e 8,5 km e consequentemente apenas sob a influência das marés de sizígia (Figura 2).

A *R. mangle* ocorre ao longo de todo estuário, seguida pela *L. racemosa* com limite no alto curso em 7,6 km, enquanto a *A. schaueriana* limitando-se ao médio curso. A *R. mangle* com dominância em relação às demais espécies (quadro 2). São exemplos semelhantes ao encontrado em Gramame a Lagoa do Roteiro-AL; Região portuária do município de São Luís – MA; Canal de Bertiooga/SP e estuário da Barra do Rio Una-Peruíbe-SP; Manguezal na APA de Guaraqueçaba, Paranaguá, PR (SILVA, *et.al*, 2020; SOUZA *et al*, 2023; BONALDI1 & RODERJAN, 2017; BLOTTA, 2016). Em consonância com Gonçalves, *et.al.*, 2018, a maior ocorrência de *R. mangle* está diretamente relacionada a ampla tolerância às condições de inundação que essa espécie possui. Fator que contribui para a sua maior dispersão e adaptabilidade nesses ambientes.

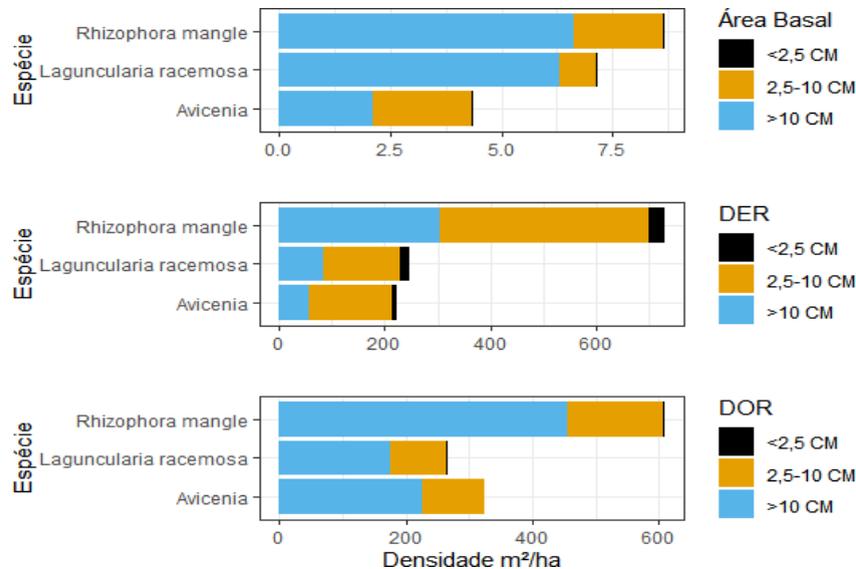


Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Quanto aos dados de Densidade, Área Basal e DAP para o estuário (Figura 3 e Tabela 1), tem-se que a *R. mangle* têm os maiores valores (835,35ind/ha; 9,51 m<sup>2</sup>/ha; 9,55cm ±0,23cm, seguida pela *L. racemosa* (356,57ind/ha; 4,04m<sup>2</sup>/ha; 9,19cm ±0,36cm, e por fim a *A. schaueriana* (237,37ind/ha; 1,19 m<sup>2</sup>/ha; 5,65cm ±0,21cm, esses dados são característicos de um

ecossistema relativamente maduro em bom desenvolvimento, principalmente se analisados o DAP médio que são semelhantes para a *R. mangle* e *L. racemosa* (9,55 e 9,19cm) e distinto para *A. schaueriana* (5.65cm) (Tabela 2) (SILVA *et al.*, 2020; GONÇALVES *et al.*, 2018).

**Figura 3** - DAP e Densidade de indivíduos vivos e mortos espécies arbóreas no Estuário Barra de Gramame-PB, Brasil.



Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

**Tabela 1**- Parâmetros estruturais por espécies registradas no manguezal do Rio Gramame PB.

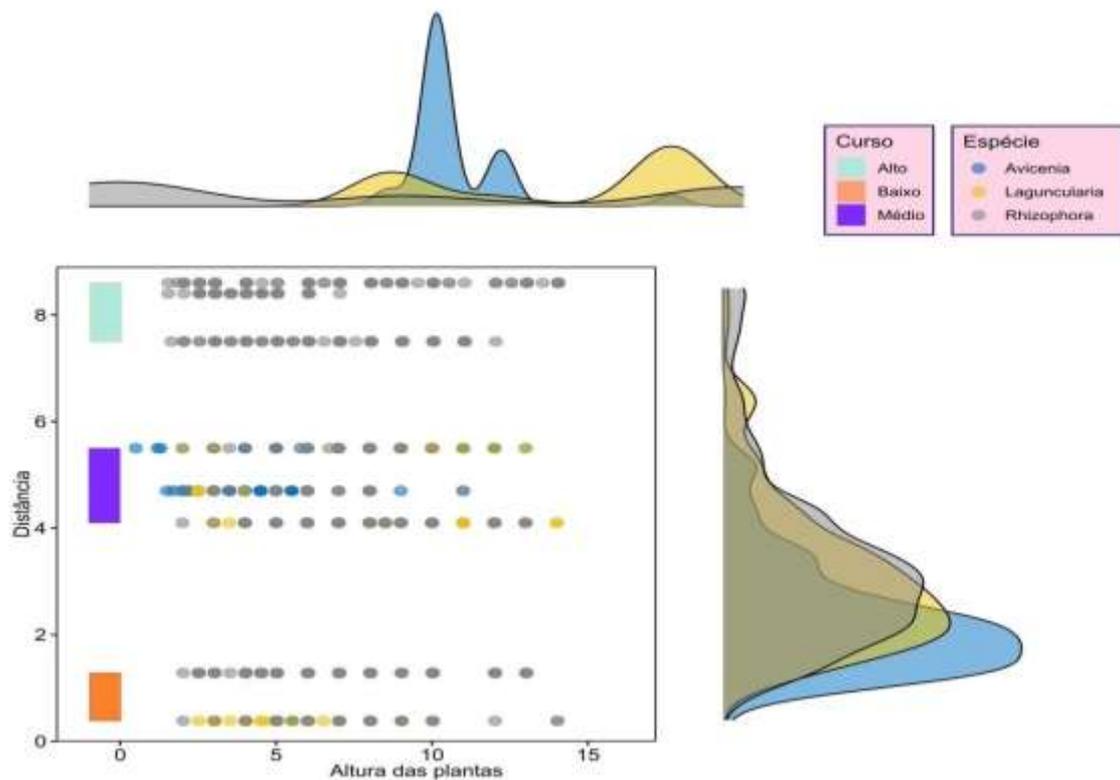
Espécies	Atributos estruturais por espécies			
	Densidade (ind/ha)	Área basal (m²/ha)	DAP médio (cm)	Altura média espécie (m)
<i>R. mangle</i>	835,35	9,51	9,55 ±0,23	8,50
<i>L. racemosa</i>	356,57	4,04	9,19 ±0,36	8,20
<i>A. schaueriana</i>	237,37	1,19	5,65 ±0,21	7,50
<b>Total</b>	1429,29	14,74	8,13	8,07

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

A altura média das três espécies encontradas foi de 8,07m, a *R. Mangle*, com 8,50m, seguida pela *L racemosa* com 8,20m e, a *A schaueriana* com 7,50. Enquanto a menor altura foi de 1,0 para plântulas em desenvolvimento a indivíduos com o máximo de 14m (Figura 4). O

destaque para a *R.mangle* pode ser explicado pela alta capacidade adaptativa da espécie a inundações constantes, geralmente nas franjas dos bosques em contato com o mar, ao longo dos canais, na desembocadura de rios ou nas partes internas dos estuários, cuja salinidade não é muito elevada, visto que esta espécie, é mais sensível ao aumento de teor de sal e sua dominância julga-se um equilíbrio ecossistêmico (LIMA, 2020, SOUZA *et al*, 2023), visto que a amplitude estimada da maré neste estuário é de 2,4 (MARINHA BRASIL, 2021).

**Figura 4.** Altura média das plantas equivalentes ao baixo, médio e alto curso no manguezal do Rio Gramame-PB.



**Fonte:** Elaborado pela Autora (2022).

No geral, os dados estruturais identificados para o manguezal do Rio Gramame, tem-se a predominância da *R. mangle* com 58%; *L. racemosa* com 25% e *A. schaueriana* com 17% (Tabela 2). Outros manguezais apresentam valores semelhantes ao de Gramame-PB. RAGAVAN *et al.* (2021) em bosques nas Ilhas Andaman, na Índia registraram densidades médias de  $1.378,43 \pm 91,62$  e  $1.490,91 \pm 129,08$  árvores por hectare. No entanto, a Área Basal média nessas regiões foram maiores  $48,52 \pm 6,05\text{m}^2/\text{ha}$  e  $46,15 \pm 7,49\text{m}^2/\text{ha}$  podendo estar relacionado a maturidade estrutural do bosque.

Observou-se que os manguezais de Gramame-BR, Baía del Tobare-MEX e Ilhas Andaman-IND estão relativamente próximas a faixa equatorial onde precipitações, insolação e temperaturas elevadas favorecem um melhor desenvolvimento das florestas de mangue e sua diversidade. De acordo com Silva *et al* (2020), sistemas onde existe diversidade estrutural no ambiente tem-se nos fatores abióticos a contribuição para o estabelecimento das espécies arbóreas do mangue, em decorrência da estabilização dos sedimentos, principalmente argiloso; bem como os atributos físicos da água, salinidade média a alta e maior descarga fluvial.

### 3.2.3 Parâmetros estruturais por Parcelas

A área de estudo foi delimitada em 3 trechos (Baixo, Médio e Alto) com 11 parcelas (Tabela 2). No Baixo e Médio identificou-se a ocorrência das seguintes espécies: *Rhizophora mangle* com 314 indivíduos, *Laguncularia racemosa* 246 e *Avicennia schaueriana* 142 com predomínio das duas primeiras. No Alto registrou-se a *R. mangle* 290 e *Laguncularia racemosa* 62 indivíduos.

Das três espécies inventariadas, *R. mangle* teve maior registro de ocorrência em todos os três trechos e nas 11 parcelas, destacou-se sobremaneira quanto aos valores dos parâmetros fitossociológicos avaliados (Tabela 1). A *L. racemosa* foi identificada nos três trechos, exceto na parcela (L).

Enquanto *A. schaueriana*, ocorreu apenas Baixo e Médio na parcelas C, G e H respectivamente. Esta, espécie é tolerante a altos valores de salinidade e identificada no baixo e médio, em ambientes com sedimentos mais secos e arenosos. Segundo estudos de Valadares *et al.*,(2017); Flores *et al.*,(2022), Amorim *et al.*, (2023) a mesma possui propagulos leves, pequenos que flutuam, necessitando de ambientes com condições favoráveis a fixação do substrato ao solo para sua estabilização; já suas folhas possuem glândulas que expelem partículas de sais em condições de elevada salinidade. Nesse contexto, as adaptações da vegetação de mangue são inerentes às condições ambientais, que propiciam características únicas a cada espécie ( SOUZA, *et al.*,2023).

Segundo Madi *et al.*,(2018), a ocorrência da *R.mangle* e *A. schaueriana* é influenciada diretamente pela latitude. Enquanto a *L. racemosa* é mais influenciada pela micro topografia, povoando as áreas mais elevadas sob influência das marés de sizígia e geralmente em terreno firme. Segundo SILVA & TORRES (2021) a ocorrência destas espécies se dá em toda a faixa de manguezais da costa brasileira, porém, a distribuição destas pode diferir e está relacionada

com as condições ambientais.

Com relação ao DAP médio, as parcelas apresentaram valores que variaram de 4,48cm (parcela H) a 18,1cm (parcela D) e a Área Basal variou de 1,76m<sup>2</sup>/ha a 28,30m<sup>2</sup>/ha, parcelas E e A, respectivamente. Esses valores indicam a ocorrência de árvores jovens e adultas. Considerando estudos de fitossociologia em manguezal, a área apresenta um bosque com abundância de *Rhizophora mangle*, de acordo Gonçalves *et al*, 2018, Amorim *et al*, 2023; Menezes *et al*, 2023, estima-se que sua idade e desenvolvimento corresponde ao habitat maduro ou em climax.

As alturas das árvores variaram de 4,5 a 11 metros, as maiores pertencem às espécies *R. mangle* e *L. racemosa* nas parcela B, F e J respectivamente, demonstrando ser mais desenvolvida estruturalmente dentre as demais; as mais baixas na parcela I indicando um bosque jovem. Os resultados encontrados tem a média de altura semelhantes aos indivíduos encontrados por Martins *et al* ( 2011) na Bahia, média de 7,1m; em Sergipe, Bezerra *et al*, (2020) média de 9,35m; em Alagoas, Silva *et al*,(2020) média 10,17m; Suape, Pernambuco, Almeida *et al*, (2014) média 9,98m e por Gonçalves *et al* (2018) na Zona Portuária de São Luís, MA, com média de 11,7m. Corroborando com a Unidade VI , segundo Silva & Torres (2021).

**Tabela 2:** Parâmetros estruturais, número de indivíduos e altura por espécie nas parcelas no manguezal do Rio Gramame-PB.

TRECHO	PARCELAS	Atributos estruturais				
		DAP médio (cm)	Densidade absoluta (ind/ha)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Número de indivíduos por espécie	Altura Média espécie (m)
B A I X O	A	16,62 ±0,54	1.144,44	28,30	Rm 76	Rm 8,50
					Lr 54	Lr 7,00
	B	10,12 ±0,55	1.144,44	12,28	Rm 105	Rm 11,0
					Lr 64	Lr 10,0
	C	13,84 ±0,76	966,67	23,59	Rm 44	Rm 8,00
					Lr 38	Lr 8,00
As 108					As 7,0	
D	18,01 ±0,63	566,67	15,63	Rm 89	Rm 8,50	
E	5,51 ±0,32	688,89	1,76	Rm 73	Rm 9,50	

M É D I O  A L T O					<i>Lr 38</i>	<i>Lr 8,50</i>
	F	5,26(±0,19)	2.455,56	10,57	<i>Rm 103</i>	<i>Rm 11,00</i>
	G	13,53±0,73	1.066,67	22,90	<i>Rm 12</i>	<i>Rm 8,50</i>
					<i>Lr 52</i>	<i>Lr 9,50</i>
					<i>As 34</i>	<i>As 8,00</i>
	H	4,48(±0,21)	1.900,00	4,49	<i>Rm 22</i>	<i>Rm 6,50</i>
					<i>Lr 47</i>	<i>Lr 6,00</i>
					<i>As 110</i>	<i>As 7,50</i>
	I	6,75(±0,44)	2.233,33	14,71	<i>Rm 63</i>	<i>Rm 4,50</i>
					<i>Lr 44</i>	<i>Lr 6,00</i>
J	9,06(±0,36)	2.255,56	21,52	<i>Rm 89</i>	<i>Rm 11,00</i>	
				<i>Lr 18</i>	<i>Lr 11,00</i>	
L	6,91(±0,35)	1.300,00	6,36	<i>Rm 138</i>	<i>Rm 7,00</i>	

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Na área estudada a estrutura vegetacional do mangue reflete um bosque em clímax, com estabilização da paisagem. De acordo com Gonçalves *et al*, 2018; Fernandes *et al*, 2023 e Mello *et al*, 2021, áreas com bosque em clímax, as espécies apresentam tolerância na competitividade de indivíduos e adaptação ao meio, condição ambiental semelhante ao que acontece no manguezal do estuário de Barra de Gramame-PB.

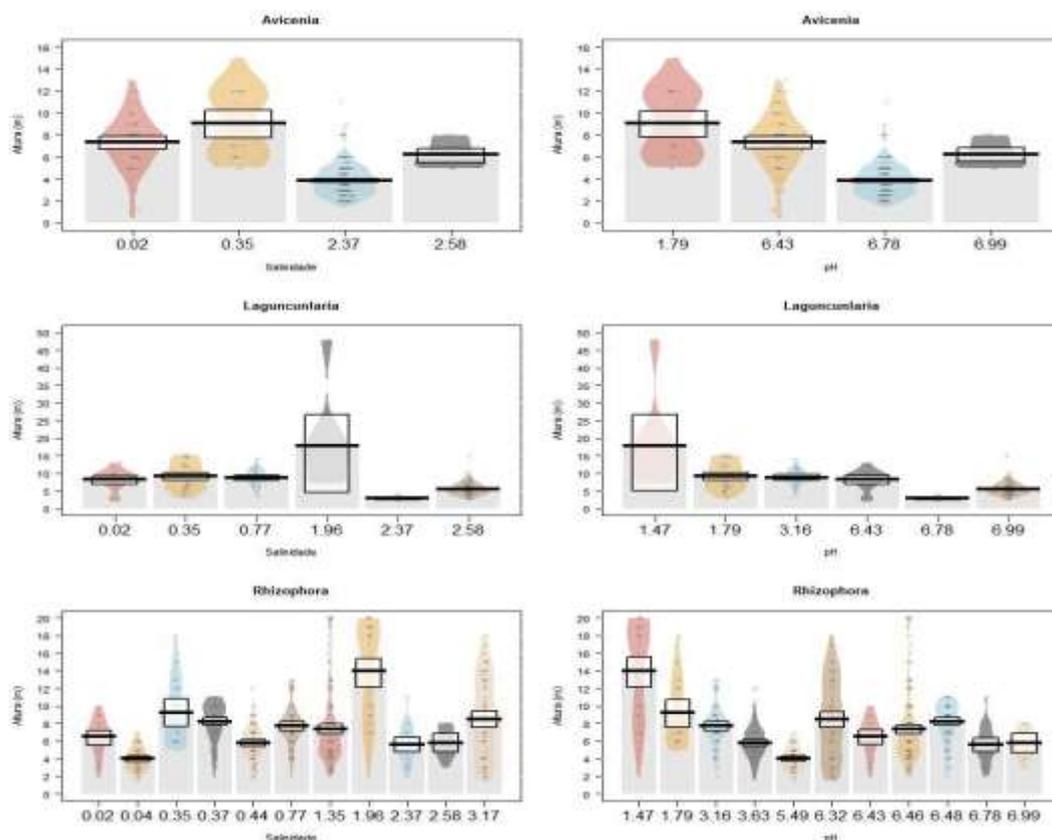
A análise da salinidade variou entre 0,02 (parcela H) e 3,17 (parcela D); com pH de 1,47 (parcela I) e 6,99 (Parcela J) respectivamente, essas variações são resultados das flutuações cíclicas da maré e do aporte de água doce decorrente da vazão e ou precipitação. A parcela D, localizada no Baixo estuário apresentou maior valor de salinidade, estando sujeita a maior influência das marés e aporte de nutrientes. Enquanto o maior pH (parcela J) localizada no Alto estuário recebendo maior quantidade de água doce, apresentando relação estreita com a menor salinidade. As espécies *R. mangle* e *A. Schaueriana* foram as que melhor apresentaram-se adaptadas a ambientes com água mais salina e alto pH, enquanto *L. racemosa* mostrou-se menos tolerante, em decorrência desses fatores a espécie foi registrada no médio e alto curso, que apresenta maior disponibilidade de água doce (Figura 4).

Segundo Tognella *et al*, (2020) e Mello *et al*, (2021) a variação da salinidade, ocorre em função do regime de marés, em períodos secos há uma insidência maior da salinidade, devido a menor entrada de água fluvial, enquanto no período chuvoso os rios desaguam maior quantidade de sedimentos e água, assim proporciona uma diminuição na salinidade local.

No manguezal do estuário de Barra de Gramame, não foi identificada correlação entre a variação da Área Basal, DeR e DoR em função do pH ( $\chi^2=0,02$ ; gl=1; P=0,96), o mesmo ocorreu em a densidade em função da salinidade ( $\chi^2=0,11$ ; gl=1; P=0,73) (Figura 4). Assim, a salinidade não foi fator preponderante para condicionar a zonação da espécie *R. mangle* e *L. racemosa* a medida em essas foram encontradas em diferentes concentrações de salinidades, mesmo a *L. racemosa* sendo mais tolerante à salinidade de acordo com Tomlinson (1986).

É relatado na literatura que características do solo são responsáveis pela ocorrência e distribuição das espécies em manguezais, com estudos que apresentam uma relação entre o desenvolvimento estrutural do bosque, que geralmente tende a diminuir em função do aumento da salinidade (VALADARES *et al* 2017; MADI *et al*,2016), podendo inclusive a limitar o desenvolvimento estrutural e até restringir totalmente a existência de espécies de mangue (CINTRON *et al.* 1978). DIÓGENES, (2014), observou uma redução gradativa do porte e composição das espécies, como efeito adverso de salinidades elevadas sobre a vegetação de mangue.

**Figura 4:** Tolerância das espécies encontradas na área de mangue de acordo com parâmetros de salinidade e pH da água no Estuário Barra de Gramame-PB, Brasil.



Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

### 3.3 CONCLUSÃO

A análise fitossociológica do manguezal do Estuário do Rio Gramame-PB, revelou o destaque da espécie *Rhizophora mangle*, para todos os parâmetros avaliados e expressiva contribuição na cobertura vegetal do ecossistema, que impetrou os maiores valores em todos os parâmetros fitossociológicos, em comparação as *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* em decorrência dessas estarem em áreas específicas, nos cursos/trecho Baixo, Médio e Alto do Rio.

Apesar da predominância da *R. mangle*, a vegetação apresenta uma estrutura espacial heterogênea, onde através da fitofisionomia e composição de sua estrutura foi possível identificar, que as medidas fitossociológicas estão no padrão esperado para esse ecossistema, mediante estudos realizados nos estuários da região Nordeste e Norde do Brasil.

A presença das três espécies registradas no Estuário, corresponde a semelhança florística e a ampla distribuição e adaptação a caracteres abióticos intrínsecos da paisagem flúvio marinha.

O estudo da estrutura fitossociológica do manguezal é importante para o conhecimento do bosque na área de estudo, servindo como subsídio para preservação e conservação desse ecossistema.

### 3.4 REFERÊNCIAS

ALVES, ANA PAULA DE ARAÚJO; SILVA, JANAINA BARBOSA; MOURA, DEBORA COELHO; NASCIMENTO, IHAGO BARBOSA. Sucessão Ecológica no Ecossistema Manguezal: revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e 160111436003-e160111436003, 2022.

ATWOOD, T. B., CONNOLLY, R. M., ALMAHASHEER, H., CARNELL, P.E., DUARTE, C. M., LEWIS, C. J. E., ... LOVELOCK, C. E. Global patterns in mangrove soil carbon stock and losses. **Nature Climate Change**, v.7, p.523-528.2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/climate3326>. Acesso em: 27 jul. 2022.

BARROS, A.B.; AZEVEDO, J.A.M.; BASTOS, A.L.; NASCIMENTO, V.X. Caracterização e bio disponibilidade de metais no mangue da Foz do Rio Meirim, Maceió-AL. **Brazilian Journal of Development**. v.7, n.2. Curitiba. p. 20133-20147.2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/25307>. Acesso em: 27 jul 2022.

BEZERRA FRANCINEIDE GONÇALVES, FERREIRA, ROBÉRIO ANASTÁCIO; MELLO ANABEL APARECIDA DE; GAMA, DRÁUZIO CORREIA; SANTOS, THADEU ISMERIM SILVA; ALMEIDA, EDNEI SANTOS DE; PRATA, ANA PAULA DO NASCIMENTO. Composição e estrutura de uma área de manguezal da Floresta Nacional do Ibura, estado de Sergipe. **Acta Biológica Catarinense** 7(1): p.112, 2020.

BONALDI, RODOLFO DE ALMEIDA & RODERJAN, CARLOS VELLOZO. Levantamento florístico e caracterização estrutural de um manguezal na APA de Guaraqueçaba, Paranaguá, PR. **Acta Biológica Catarinense** v.4.p.19-28.2017. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/317995198\\_Levantamento\\_floristico\\_e\\_caracterizacao\\_estrutural\\_de\\_um\\_manguezal\\_na\\_APA\\_de\\_Guaraquecaba\\_Paranagua\\_PR](https://www.researchgate.net/publication/317995198_Levantamento_floristico_e_caracterizacao_estrutural_de_um_manguezal_na_APA_de_Guaraquecaba_Paranagua_PR). Acesso em: 26 abr 2022.

BLOTTA, K.D.; QUINONES, E.M.; GIORDANO, F.; SANTOS, A.E.R.; FARRABOTI, E.; RIBEIRO, R. B. Fitossociologia comparativa de dois manguezais: Canal de Bertioga/SP e do estuário da Barra do Rio Una-Peruíbe-SP. **Unisanta BioScience**. v.5.p.271-282.2016. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/view/709>. Acesso em: 26 abr 2021.

BRASIL, MINISTÉRIO DA MARINHA. Centro de Hidrografia da Marinha. [https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados\\_de\\_mare/23-porto\\_de\\_cabedelo\\_tabua\\_2023\\_0.pdf](https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mare/23-porto_de_cabedelo_tabua_2023_0.pdf) Acesso em 25 agosto, 2023.

CARVALHO, M.G.R. F.; TRAVASSOS, M.S.B.; MACIEL, V.S. Clima, vegetação e solo. In: RODRIGUEZ, J. L. **Atlas escolar do estado da Paraíba**. 2. ed. João Pessoa: Grafset, 2000. Disponível em [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/722/1/arquivo7077\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/722/1/arquivo7077_1.pdf). Acesso em: 23 janeiro, 2022.

CAVALCANTI, V.F., SOARES, M.L.G., ESTRADA, G.C.D. and CHAVES, F.O. Evaluation mangrove conservation through the analysis of forests structure data. **Journal of Coastal Research**. v.56, p.390-396.2009. Disponível em: <http://institutomares.org.br/novo/assets/Cavalcanti-et-al.-2009.pdf>. Acesso em: 23 jan 2022.

CHAVES, A.D.C.G.; SANTOS, R.M. DESOUSA; SANTOS, J.O. DOS; FERNANDES, A. DE ALBUQUERQUE; MARACAJÁ, P.B. A importância dos levantamentos florísticos e fitossociológicos para a conservação e preservação das florestas. v.9.n.2, p.42-48.2013. **Revista ACSA-OJS**. Disponível em: <http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>. Acesso em: 22 janeiro, 2022.

CHAVES, F.O.; GOMES, J.R.; SOARES, M.L.G.; ESTRADA, G.C.D.; ALMEIDA, P. M. M. de; OLIVEIRA, V. F. de. Contribuição ao conhecimento e à conservação da planície costeira de Guaratiba – Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro – Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v.8, n.2, p.1-12.2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Estrad>. Acesso em: 23 janeiro, 2022.

CINTRÓN, G., LUGO, A. E., POOL, D. J. & MORRIS, G., Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotrop.*, 10(2): 110-121, 1978.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Methods for studying mangrove structure. *In*: SNEDAKER, S. C.; SNEDAKER, J. G. (ed.). *The mangrove ecosystem: research methods*. United Nations Educational, **Scientific and Cultural Organization**, Paris. p. 91-113. 1984. Disponível: <http://www.sciepub.com/reference/14979>. Acesso em 23 jan 2022.

COSTA, DIÓGENES FÉLIX DA SILVA; ROCHA, RENATO DE MEDEIROS; CESTARO LUIZ ANTONIO. Análise Fitoecológica e Zonação de Manguezal em Estuário Hipersalino. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 119-126, jan./abr. 2014.

COSTA, D.F.S. Serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais do Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). Os desafios da Geografia Física na Fronteira do conhecimento. Instituto de **Geociências-Unicamp**. Campinas- SP. 28 de junho á 02 de julho de 2017. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2025>. Acesso em 04 dezembro, 2021.

CORDEIRO, G. N. Fitossociologia: definição, como calcular e sua importância. **Mata Nativa**, 2021. Disponível em: <https://www.matanativa.com.br/fitossociologia>. Acesso em 17 de novembro, 2022.

CUNHA-LIGNON, M.; KAMPEL, M.; MENGHINI, R. P.; CINTRON, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; DAHDOUN-GUEBAS, F. Mangrove Forests Submitted to Depositional Processes and Salinity Variation Investigated using satellite images and vegetation structure surveys. **Journal of Coastal Research**. v.1, p. 344-348. 2011. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/216711832\\_Mangrove\\_ForestsSubmitted\\_to\\_Depositional\\_Processes\\_and\\_Salinity\\_Variation\\_Investigated\\_using\\_satellite\\_images\\_and\\_vegetation\\_structure\\_surveys](https://www.researchgate.net/publication/216711832_Mangrove_ForestsSubmitted_to_Depositional_Processes_and_Salinity_Variation_Investigated_using_satellite_images_and_vegetation_structure_surveys). Acesso em: 17 novembro, 2021.

ESTRADA, G. C. D.; SOARES, M. L. G. Global patterns of aboveground carbon stock and sequestration in mangroves. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.89.p.973-989.2017. Disponível em <https://www.scielo.br/j/aabc/a/Yd9Sk5m8QFVYJG34kmgkNmM/?lang=en>. Acesso em: 17 nov 2021. FOX, J.; WEISBERG, S. **An R Companion to Applied Regression**. SageThous and Oaks CA, 2019.

FARB, M. COSTA; CYSNEIROS, D. OLIVEIRA; SILVA, T. C. DA. Caracterização Flúvio-Morfológica da Bacia do Rio Gramame. 1999. In: I Workshop sobre Uso e Conservação da Bacia do Rio Gramame. **SUDEMA-PB/PRODEMA- UFPB**. João Pessoa-PB. 13 á 14 de abril de 1999. Anais em CD-ROM.

FERNANDES, ROGÉRIO TAYGRA VASCONCELOS. Impacto da carcinicultura no manguezal do rio das Conchas, Porto do Mangue, Rio Grande do Norte. **Sociedade & Natureza**, v. 30, p. 64-84, 2023.

GONÇALVES, ALEXANDRE LEÃO; CRUZ, VANESSA MARIA SILVA DA; CAMPOS, JAMERSON RODRIGO DOS PRAZERES; SOUZA, DEIVISON VENICIO. Composição florística e fitossociológica do manguezal da zona portuária de São Luís, Maranhão, Brasil. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 3, n. 1, p. 01-07, 2018.

GONÇALVES, F.B.; FERREIRA, R.A.; MELO, A.ADE; GAMA, D.C.; SANTOS, T. I. S.; ALMEIDA, E, S, de.; PRATA, A.P.DO.N. Composição e estrutura de uma área de manguezal da Floresta Nacional do Ibura, estado de Sergipe. **Acta Biologica Catarinense**.v.7.n.1.2020. Disponível em: <http://periodicos.univille.br/index.php/ABC/article/view/165>. Acesso em: 03 setembro, 2022.

GONÇALVES, A.L.; CRUZ, V.M.DA.SILVA; CAMPOS, J.R.DOSPRAZERES; SOUZA, D.V.C. Composição Florística e Fitossociológica do Manguezal da Zona Portuária de São Luís, Maranhão, Brasil. Universidade Federal do Paraná **Biofix Scientific Journal**.v.3.n.1p.01-07.2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/55789/34195>. Acesso em 17 dezembro, 2021.

ICMBIO–INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos manguezais no Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=ICMBIO+%E2%80%93+INSTITUTO+CHICO+MENDES+DE+CONSERVA%C3%87%C3%83O>. Acesso em: 23 Janeiro, 2022.

LIMA, THAÍS BEZERRIL BRANDÃO DE; SILVA, MÁRCIA REGINA FARIAS DA; CARVALHO, RODRIGO GUIMARÃES DE. Pesca artesanal, carcinicultura e manguezal: perspectivas da Lei nº 12.651/2012 e o uso de apicuns e salgados em Canguaretama/RN. **Sociedade & Natureza**, v. 31, p.37481, 2023.

LOPES, DIELE MEIRE DE SANTANA. **Relação da estrutura e fotossíntese em espécies de mangue no rio São Mateus**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo 2014.

LONDE, V.; SALLES, D.M.; LEITE, M.G.P.; ANTONINI, Y. Estrutura da Vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do Espírito Santo, Brasil. **Árvore. Rev. Árvore**.v.37n.4,p.629-637.2013. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rarv/a/NZTFkdqtv8mVRm63wN9byHR/abstract/?lang=pt>. Acesso em 09 janeiro, 2022.

MADI, ANA PAULA LANG MARTINS; BOEGER, MARIA REGINA TORRES; LARCHER LETÍCIA ; PELOZO, ANDRESSA; SERENESKI ,CAROLINA; REISSMANN ,CARLOS BRUNO; PADIAL ,ANDRÉ ANDRIAN . Estrutura do Componente de Regeneração natural e arbóreo de dois manguezais no Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 159-170, 2016.

MACIEL, Jefferson Rodrigues; ZIZKA, Georg; ALVES, Marco. Dinâmicas geográficas e ecológicas diferenciais permitem a diversificação de bromélias gigantes morfologicamente convergentes na Mata Atlântica. **Journal of Biogeography** , v. 47, n. 12, pág. 2684-2697, 2020.

MARACAJÁ, F. A. R. Análise Espaço Temporal da zonation do Mangue de Barra de Gramame PB: Utilizando Imagens de Satélite. 2009. TCC (Graduação). Disponível em <https://www.escavador.com/sobre/5794797/felipe-araujo-rocha-maracaja>. Acesso em 19 mar 2022.

MELLO, TAINARA FERNANDES; MELO JR, JOÃO CARLOS FERREIRA. Variação temporal de respostas fenotípicas foliares de *Rhizophora mangle* (Rizophoraceae) em

manguezal degradado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 05, p. 2998-3007, 2021.

MEDEIROS, A.S.de; COSTA, J.G.; ARAÚJO, K.D. Anthropogenic interference in mangrove areas of the Mundaú-Manguaba estuarine lagoon complex (CELMM), Alagoas (Brazil) a case study. **Revista Ciência Rural**. v. 50. n.10. Santa Maria: 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/kfg6pv35Ls7VwtghsFY9HHJ/abstract/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 30 julho, 2022.

MENEZES, RAFAEL ALEXANDRE ALVES; DAS NEVES MEDEIROS, BARBARA REBECA; DE PAULA, EDER MILENO SILVA. Evolução Espacial da Vegetação de Manguezal entre 1972 À 2020 na parte Nordeste da Ilha do Marjô (Amazônia Oriental-Brasil). **Revista GeoAmazônia**, v. 11, n. 21, p. 94-113, 2023.

MORAIS, R. D. **Análise Espaço-temporal da vegetação de Mangue na Paraíba: Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento como ferramentas de coleta e análises**. 2014. 22 f. TCC (Graduação). Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/22844>. Acesso em 19 março, 2022.

PHAM, T.D.; YOKOYA, N.; BUI, D.T.; YOSHINO, K.; FRIESS, D.A. Remote Sensing approaches for monitoring mangrove species, structure, and biomass: Opportunities and challenges. **Remote Sensing**, v. 11, n. 3, p. 230, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/3/230>. Acesso em 22 março, 2022.

RCORETEAM. R. **A language and Environment for Statistical Computing** Vienna, Austria, 2022. Disponível em: <http://www.r-project.org/>. Acesso em 26 outubro, 2022.

R.G. VALADARES, J. TOSONI, J.M.M. SCHMIEGELOW. Características fitossociológica e edáficas de um bosque de mangue em São Sebastião – SP. **UNISANTA Bioscience** Vol. 6 nº2 p. 101-111, 2017.

ROMAÑACH, S. S.; DEANGELIS, D. L.; KOH, H. L.; LI, Y.; TEH, S. Y.; BARIZAN, R. S. R.; ZHAI, L. Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and prognosis. **Ocean & Coastal Management**, v. 154, p. 72-82, 2018. Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/70195549>. Acesso em: 26 outubro, 2022.

SANTANA, JOSÉ PAULO E COLS. Fitossociologia de manguezais em zonas urbanas: um estudo de caso em Aracaju, Sergipe. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 05, p. 2103-2113, 2020.

SANTOS, M.A.; DIAS, R.R.; JARDIM, M.A.G.; Diagnóstico florístico e ambiental de um bosque de manguezal na Reserva Extrativista Chocoaré Mato Grosso, Santarém Novo, Pará, Brasil. **Revista brasileira de Geografia Física**. v.13.n.3.2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/243341>. Acesso em: 03 setembro, 2022.

SANTOS, T.O., ANDRADE, K.V.S., SANTOS, H.V.S., CASTANEDA, D.A.F.G., SANTANA, M.B.S., HOLANDA, F.S.R., SANTOS, M.J.C. Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. **Scientia Plena**. v.8 n. 4. 2012. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/1010>. Acesso em 22 março, 2022.

STEPHANIES. ROMAÑACH, DONALDL. DE ANGELISB, HOCKLYEKOHC, YUHOGLID, SUYEANTEHE, RAJASULAIMANRAJABARIZANF, LU ZHA. **Conservation and restoration of mangroves: Global status perspective and prognosis.** *Ocean and Coastal Management* 154. (2018) 72-82. Disponível em <https://pdf.sciencedirectassets.com/271816/1-s2.0-S0964569118X00027/1-s2.0Acessoem> 13 setembro, 2022.

SILVA, J, R, C DA.; MOUGA, D. M. D. DA. Caracterização ambiental da Ilha Grande, Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, Santa Catarina. **Acta Biologica Catarinense.** v.7. n.4 p.35-49. 2020. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/516d/815ff61881ee47f88c12600e0c62f748211a.pdf>. Acesso em: 03 setembro, 2022.

SILVA, R. J. R.; MAIA, R. C. Herbivoria foliar em um bosque de mangue no Ceará, Brasil. **Revista Ciência Florestal.** v.32.n.1.Santa Maria: 2022.p.122-140. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/43456>. Acesso em: 22 junho, 2022.

SILVA, J. B.; TORRES, M. F. A. Assinatura Energética dos Manguezais no Domínio Costeiro Brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.014, n.04 p.2286-2303.2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/249390>. Acesso em 22 junho 2022.

SILVA, S.A.; BARROS, V.; OLIVEIRA, A. Estrutura fitossociológica da Lagoa do Roteiro, Alagoas, Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal.** Santa Maria, v 30, n.2, p.532-541, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/XkNmcrbpRtXNDTsmNbzLYkQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 junho, 2022.

SOUZA, CAROLINE DAMASCENO; DA SILVA, FERNANDO EDUARDO BORGES; DINIZ, MARCO TÚLIO MENDONÇA. Unidades de paisagem das planícies costeiras do litoral oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 1, p. 443-465, 2023.

SOARES, M. L. G. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, v.59,n.3,p.503-515,1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbbio/a/GZ9qFwMHNQkWt7Mr9scfQdG/?lang=pt>. Acesso em: 23 junho, 2022.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRÓN, G.M. Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora. **Caribbe an Ecological Research.** p.186. 1986. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000754274>. Acesso em 23 jun 2022.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R.R.; CAMARGO, T.M. Variability of mangrove ecosystem along the Brazilian coast. **Estuaries**, v.13. n 2. p. 204-218. 1999. Disponível em: [http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea\\_imagens/downloads/pesquisas/RB\\_Praia\\_do\\_Sul/Schaeffer\\_Novelli\\_etal\\_1990.pdf](http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea_imagens/downloads/pesquisas/RB_Praia_do_Sul/Schaeffer_Novelli_etal_1990.pdf). Acesso em: 23 junho, 2022.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; CINTRÓN, G. Monitoramento do

ecossistemamanguezal:estruturaecaracterísticasfuncionais. *In*: TURRA,A.;DENADAI, M. R. (org.). Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros –**ReBentos**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, p.62-80.2015. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/x49kz/pdf/turra-9788598729251-05.pdf>. Acesso em: 24 junho, 2022.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.;SORIANO-SIERRA, E.J.;VALE, C.C.do.;BERNINI E. Climate changes in mangrove forest sand saltmarshes. **Brazilian Journal of Oceanography**. v.64. p.37-52. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjoc/a/7D4PsBhYcGLY3Byn7QqdsVc/?lang=en>. Acesso em: 11 agosto, 2022.

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. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbg/a/548fTgMXRHTmSTYBXNhfxbc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 agosto, 2022.

TOMLINSON, P.B. *The Botany of Mangroves*. New York: Cambridge University Press, 1986. 170p.

TOGNELLA, M.M.P.;LEOPOLDO, V.DOSSANTOS, OLIVEIRA, C.P.DE.;PASCOALINI, S. S.; SILVA, E. DELL'ORTO. Diversidade Estrutural das florestas de Mangue da Costa central e norte do Espírito Santo: Contribuições para entendimento de funções ecossistêmicas. **Centro Científico Conhecer** – Jandaia-GO, v.17 n.33; p. 179-2020. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2020C/diversidade.pdf>. Acesso em: 03 setembro, 2022.

VALADARES, R.G; TOSONI, J; SCHMIEGELOW, J.M.M. Características fitossociológicas e edáficas de um bosque de mangue em São Sebastião – SP. **UNISANTA Bioscience** v. 6 n<sup>o</sup>2, p. 101-111, 2017.

WORTHINGTON, THOMAS A; ERMGASSEN, PHILINE SE ZU; FRITA DANIEL A; KRAUSS KEN W; LOVELOCK, CATHERINE E; THORLEY, JULIA; TINGEY, RICK; WOODROFE, COLIN D; BUNTING, PETE; CORMIER, NICOLE; LAGOMASINO, DAVID; MURRAY, RICHARD LUCA NICHOLAS J; SUTHERLAND, WILLIAM J; SPALDING, MARK. A global biophysical typology of mangroves and its relevance for ecosystem structure and deforestation. **Scientific Reports, nature research**. 10:14652. 2020. <https://ro.uow.edu.au/smhpapers1/1581/> Acesso em: 30 agosto, 2023.

YU, C.; FENG, J.; LIU, K.; WANG, G.; ZHU, Y.; CHEN, H.; GUAN, D. Changes of ecosystem carbon stock following the plantation of exotic mangrove *Sonneratia apetala* in Qi'ao Island, China. **Science Of The Total Environment**, v.717, p.137142.2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32070894/>. Acesso em: 11 agosto, 2022.

## CAPÍTULO 3

### ASSINATURA ENERGÉTICA DO MANGUEZAL DO ESTUÁRIO DO RIO GRAMAME-PB

#### RESUMO

Os manguezais são ecossistemas de grande importância ecológica, constituídos de espécies lenhosas típicas, adaptadas às condições de salinidades variadas e baixos teores de oxigênio. No Brasil, esse ecossistema ocorre em quase todos estuários de toda faixa litorânea, na Paraíba tem-se o manguezal do Estuário do Rio Gramame-PB, localizado no Município do Conde, litoral Sul do Estado, caracteriza-se por ser um ambiente que abriga uma expressiva cobertura vegetal de mangue. Assim, essa pesquisa objetivou estabelecer a assinatura energética do manguezal do estuário do Rio Gramame, buscando identificar as condicionantes ambientais, físicas, químicas e estruturais, bem como apontar possíveis tensores/estressores atuantes, para embasar ações de preservação e gestão. Os dados foram de fontes secundárias e retirados de artigos, sites oficiais; para vegetação e solo, foram realizadas coletas de campo e análises laboratoriais. Como resultado, tem-se um bosque de porte arbóreo-arbustivo com presença de zonação, respondendo condicionantes ambientais, físicos, químicos e estruturais, onde o fator de tensão é decorrente da ação antrópica direta como degradação do entorno e retirada de água doce para abastecimento público.

**Palavras-chave:** tensores ambientais; degradação ambiental; fitossociologia.

#### ABSTRACT

Mangroves are ecosystems of great ecological importance, made up of typical woody species, adapted to conditions of varying salinities and low oxygen levels. In Brazil, this ecosystem occurs in almost all estuaries of the entire coastal strip, in Paraíba the mangrove of Gramame River Estuary-PB, is located in the Municipality of Conde, on the southern coast of the State, is characterized by being an environment which houses a significant mangrove vegetation cover. Thus, this research aimed to establish the energy signature of the mangrove of the Gramame River estuary, seeking to identify the environmental, physical, chemical and structural conditions, as well as point out possible tensioners/stressors, to support preservation and management actions. The data were from secondary sources and taken from articles, official websites; for vegetation and soil, field collections and laboratory analyzes were carried

out. As a result, we have a forest of arboreal-shrub size with the presence of zonation, responding to environmental, physical, chemical and structural conditions, where the tension factor is due to direct human action such as degradation of the surroundings and withdrawal of fresh water for supply. public.

**Keywords:** environmental tensors; Ambiental degradation; phytosociology.

#### 4. INTRODUÇÃO

Os manguezais são considerados ecossistemas costeiros entre ambientes terrestres e marinho, característicos de regiões tropicais e intertropicais, compostos por vegetação lenhosa adaptada aos limites de salinidade, limitando-se a ocorrência em zonas continentais frequentemente inundado pelos regimes de marés. A vegetação é estabelecida sobre substrato lamoso deficiente em oxigênio e em função da competição estabelecida com outras espécies vegetais que não toleram variação de salinidade (SILVA *et al.*, 2016; ROMANACH *et al.*, 2018).

Atua como uma unidade integrada, onde sua vegetação é responsável pela dinâmica produtiva dos estuários tropicais e adjacentes. Ademais, desempenha diferentes funções ambientais, como a proteção e o controle contra erosão, inundações e danos causados por ondas através do seu complexo sistema de raízes; como também, contribui na produção primária da cadeia alimentar que sustenta as zonas costeiras, considerando-se um dos ecossistemas mais produtivos do mundo, devido ao volume de serrapilheira (material vegetal senescente - folhas, propágulos, etc.) (SOUZA, *et al.* 2018).

Cada manguezal é único, no que se refere à interação entre as forças naturais e as respostas do ambiente, em que fatores abióticos condicionam a estrutura e diversidade de espécies, como a radiação solar, energia das marés, aporte de água doce, entrada de nutrientes no sistema, entre outros. A utilização máxima dessas fontes energéticas permite alto grau de desenvolvimento estrutural e elevada produtividade por parte da vegetação, porém tensores naturais ou induzidos pelo ser humano podem drenar energia, alterando a estrutura e/ou limitando seu desenvolvimento (CINTRÓN & SCHAEFFER-NOVELLI, 1985; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990; SILVA & TORRES, 2021).

Odum (1967), instituiu o conceito de “assinatura energética” para retratar as energias que operam sobre os ecossistemas, influenciando suas funções, sendo o ecossistema manguezal altamente subsidiado por energias externas, podendo ser elencadas a disponibilidade de correntes de água fluvial ou marinha, aporte de nutrientes trazidos pelos rios, marés, drenagem

superficial e características do substrato.

Em termos de extensões mundiais, os manguezais ocupam uma área em torno de 162.000Km<sup>2</sup>, sendo mais significativos nas faixas entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (HAMILTON; CASEY, 2016). No Brasil, encontra-se ao longo de quase toda costa litorânea que vai do Estado do Amapá (Rio Oiapoque, 04°20'N) no extremo norte, até Santa Catarina, ao sul (Laguna, 28°30'S) (MEDEIROS *et al.*, 2020).

Considerando a escala Brasil, os manguezais são constituídos por espécies lenhosas altamente especializadas do gênero *Rhizophora* (família Rhizophoraceae) e as espécies *Rhizophora mangle L* e *Rhizophora harrisonii* Leechm; para o gênero *Avicennia* (família Avicenniaceae) compreende as espécies *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. Ex. Moldenke, *Avicennia germinans (L.)* Stearne; e para o gênero *Laguncularia* (família Combretaceae) apenas a *Laguncularia racemosa (L.)* C.F. Gaertn. Dentre as demais espécies vegetais encontra-se no ecótono (transição) entre os bosques de mangue e áreas arenosas, outros gêneros como *Conocarpus* e a *Spartina* (ICMBio, 2018; SCHAEFFER- NOVELLI E CINTRÓN, 1986; SANTOS *et al.*, 2012; SOUZA, *et al.* 2018).

Os manguezais são um dos ecossistemas mais impactados do ambiente costeiro pelas atividades humanas em todo o planeta. Dentre aspectos singulares cita-se a urbanização, a agricultura, a carcinicultura e a exploração de madeira, os quais vêm provocando alterações nesse ecossistema, que incluem eventos extremos como fechamento da foz do estuário que interrompe o fluxo de água do mar, alterações estruturais dos microhabitats do solo devido ao pisoteio, supressão da cobertura vegetal entre outros (SCHAEFFER-NOVELLI 1999; BULMER *et al.*, 2020; EDDY *et al.*, 2021).

Assim, é fundamental cuidados intensivos nos manguezais, sendo necessário o monitoramento contínuo de suas áreas (SOUZA, 2019). Diante do exposto, o presente artigo objetivou estabelecer a Assinatura energética do estuário do Rio Gramame, no Município do Conde, Estado da Paraíba, buscando identificar as condicionantes ambientais, físicas, químicas e estruturais, bem como apontar possíveis estressores atuantes, para embasar ações de preservação e gestão.

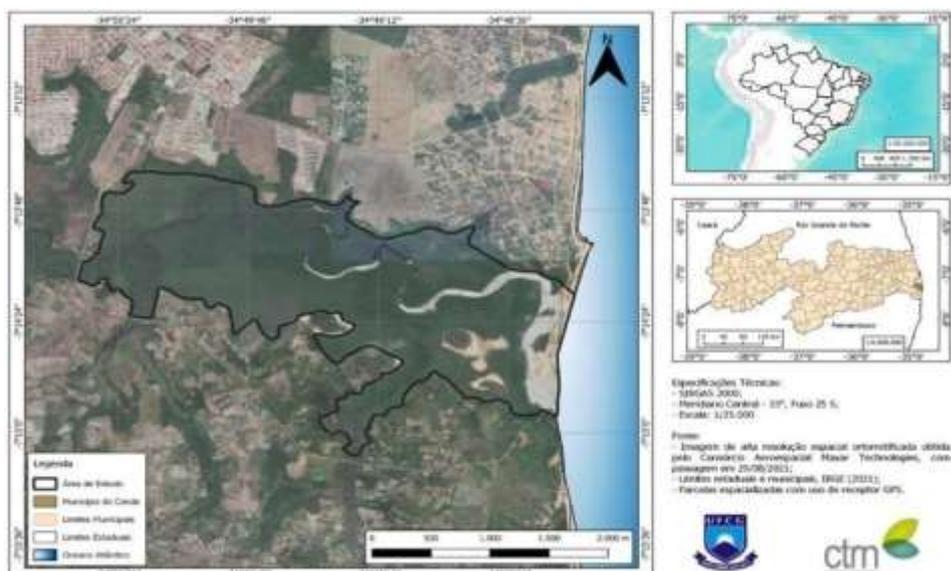
## 4.1 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1.1 ÁREA DE ESTUDO

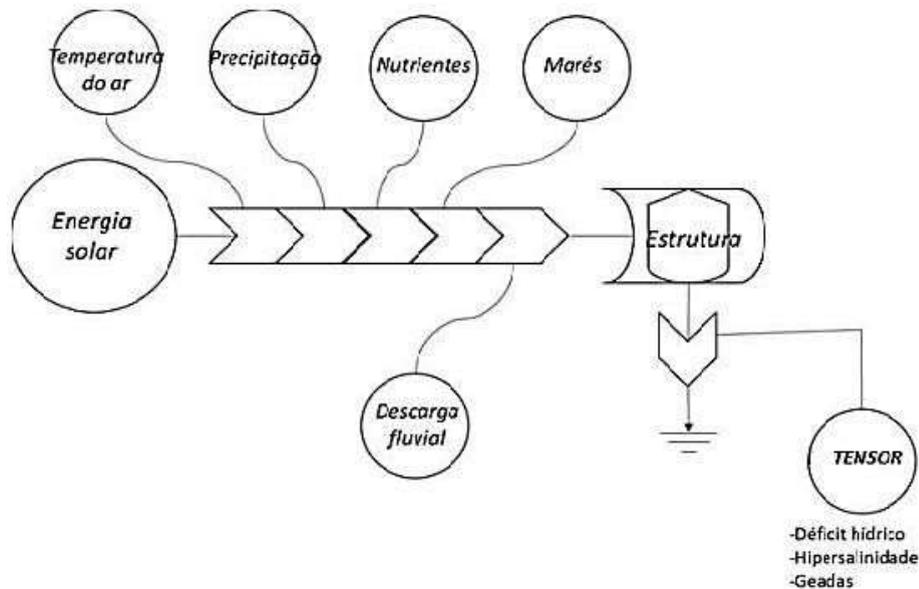
O estudo foi desenvolvido no manguezal do estuário do Rio Gramame (Figura 1), situado no Município do Conde, litoral Sul do Estado da Paraíba. Segundo o Instituto de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma população de 27.605 mil habitantes e uma área de 171,267 km<sup>2</sup>. Sob o domínio do clima tropical quente e úmido (As'), conforme a classificação de Köppen como do tipo AS', precipitação média anual em torno de 1.861,86 mm e temperatura média 27°C. No município tem-se atividades econômicas relacionadas com a pesca e agricultura artesanal, diretamente ligadas ao manguezal e, indiretamente, tem-se o turismo de sol e mar; com hotéis, pousadas, restaurantes, bares, passeios e outras afins ao segmento; a agricultura; e atividades imobiliárias (IBGE, 2022; SILVA & GIRÃO, 2020; LUCENA *et al*, 2017; MARTINS, (2020).

Para a elaboração da presente pesquisa, seguiu-se a metodologia de (Adaptado e traduzido de Schaeffer-Novelli *et al.* 1990). As energias subsidiárias para o manguezal são seis: 1-radiação, que é o número de dias de Sol; 2-temperatura, com a média anual; 3-precipitação, podendo ser anual e/ou meses de chuvas; 4-nutrientes relativos aos sedimentos e tipos de solos do litoral; 5- marés, com as máximas medidas ou estimadas; 6- aporte hídrico, relativo à vazão dos rios, podendo ser uma média (Figura 2). Por fim, o tensor, que é a energia subsidiária prevalescente é que responderá na vegetação de mangue, ditando assim a altura do bosque e diversidade de espécies de mangue.

**Figura 1** –Área de estudo do Manguezal do Estuário do Rio Gramame-PB.



**Figura 2:** Fluxograma para Assinatura energética do manguezal.



Fonte: SILVA & TORRES (2021, p.2280).

Para a caracterização estrutural da vegetação, foi utilizada a metodologia proposta por Cintrón & Schaeffer-Novelli (1984), adotando-se o método de parcelas, visando caracterizar desde a zona fisiográfica de franja até a zona de transição com o ecossistema adjacente. Foram inventariados todos os indivíduos, vivos e mortos em pé, com  $DAP \geq 2,5$  cm (diâmetro a altura do peito a 1,30 m do solo) e realizado o cálculo de área basal e diâmetro à altura do peito (DAP), medidos em centímetros e identificados. Estimou-se ainda a altura dos indivíduos vivos, e foram calculados a Densidade Relativa (DeR) e Dominância Relativa (DoR). A circunferência dos troncos, incluindo árvores mortas, foram medidas e registradas.

As coletas de solo ocorreram em julho e novembro de 2021, nas mesmas áreas do inventário da fitossociologia, no horário de maré baixa. Em cada parcela, foram coletadas cinco amostras, sendo quatro nas extremidades da parcela e uma no centro, o que corresponde a uma amostra do tipo composta. Segundo Araújo *et al* (2005), uma amostra composta, consiste na mistura de partes iguais de várias amostras simples retiradas ao acaso em uma gleba homogênea/parcela. As coletas foram realizadas com um trado do tipo “holandês” com 8 cm de diâmetro, todas foram colocadas em um saco plástico limpo e adequado para o procedimento, posteriormente cada amostra foi lacrada e acondicionada em caixa térmica e conduzida ao Instituto Nacional do Semiárido-INSA, localizado na cidade de Campina Grande-PB.

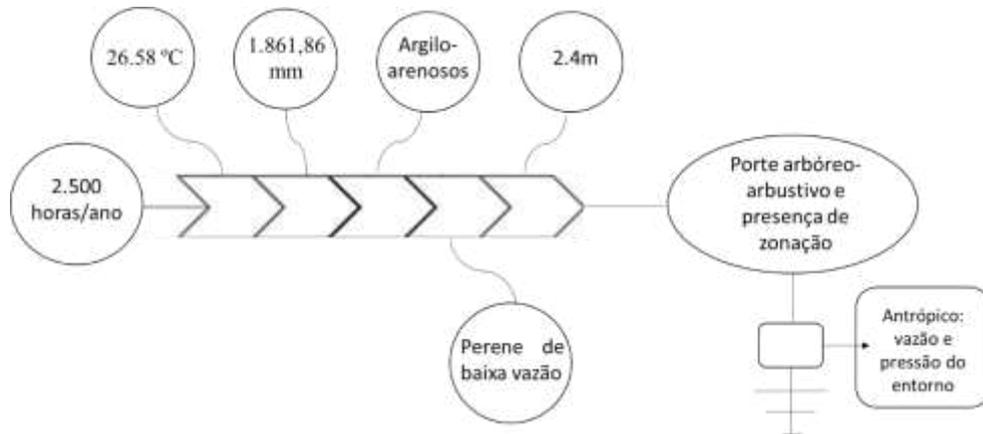
As análises físicas e químicas dos solos seguem a metodologia proposta pela Embrapa (2017). Para as análises físico-químicas, todas as 11 amostras foram submetidas a análise granulométrica e a argila dispersa em água foram realizadas pelo método da pipeta, utilizando-se NaOH e H<sub>2</sub>O como dispersantes, respectivamente.

Os dados climáticos de precipitação pluviométrica e temperatura são referentes a uma série temporal de 1993-2022, obtidos junto ao banco de dados meteorológicos (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os quais, são disponibilizados gratuitamente por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) disponível no site <https://bdmep.inmet.gov.br/> do referido Instituto. Os dados foram organizados por meio da planilha de Excel (2007).

### **4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para a Assinatura energética do manguezal do estuário do Rio Gramame-Paraíba, tem-se a insolação com cerca de 2.500 h/a; temperatura média anual de 26,5°C; precipitação 1.861,86mm; nutrientes do tipo argilo-arenoso com elevada presença de matéria orgânica; marés com amplitude máxima de 2,4m (estimada) e vazão baixa e perene ao longo do ano (Figura 03). Essa assinatura responde por uma vegetação do tipo arbórea-arbustiva com presença de zonação da margem em direção a terra firme e ocorrência das *R. mangle*, *Laguncularia racemosa* e *A. schaueriana*. O tensor identificado foi do tipo antrópico, decorrente de atividades múltiplas do seu entorno, principalmente para agricultura, urbanização; e barramento do Rio para abastecimento da cidade de João Pessoa e região metropolitana.

Figura 03: Fluxograma da assinatura energética do manguezal do Rio Gramame - PB.

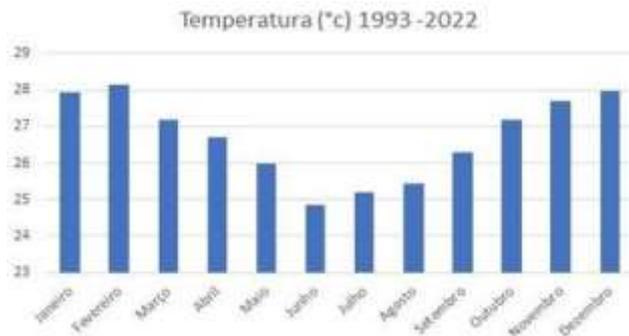
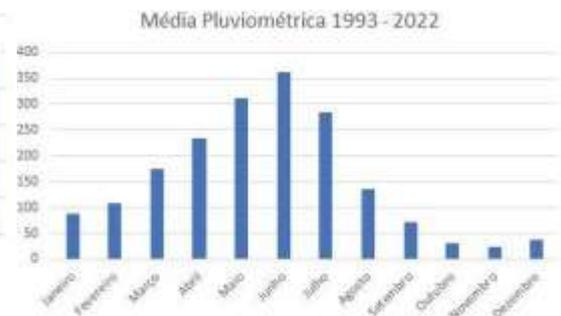


**Fonte:** Adaptado e traduzido de Schaeffer-Novelli *et al.*, 1990.

A insolação na área de estudo tem média anual de 2.500 horas/ano, para a série histórica de 1993 a 2022 (INMET, 2023). De acordo com Zanela (2014) o elevado valor é decorrente da posição latitudinal da Paraíba, submetida a forte radiação solar durante o ano todo. Para os valores de temperatura da área, tem-se de acordo com a série analisada (1993-2022) que o mês mais quente é novembro, com temperatura 28.48°C; e mais baixa em junho, com 24.67°C; a média é 26.58 °C (Gráfico 1).

A temperatura é a forçante que pode favorecer ou limitar a dispersão dos manguezais, uma vez que estes, estão presentes em ambientes com temperaturas acima de 20°C, e com média de temperaturas mínimas não inferiores a 15°C (MELO *et al.*, 2011; SILVA & TORRES, 2021). De acordo com Francisco *et al.* (2015), as variações de temperatura em todo Nordeste e no território paraibano, dependem mais de condições topográficas locais do que daquelas decorrentes de variações latitudinais.

A pluviosidade na região litorânea da Paraíba é elevada, com média anual dos últimos 30 anos de 1.861,86mm (1993-2022), segundo dados do INMET (2023) (Gráfico 2). De acordo com MALZAC *et.al*, 2021, a Zona Costeira Sul do estado da Paraíba apresenta os maiores valores de precipitação média anual no Estado, o que leva às maiores disponibilidades hídricas nas Bacias hidrográficas.

**Grafico 1:** temperatura média/mês para a série**Grafico 2 :** pluviosidade média mês par a série

Fonte: Base de dados: INMET, 2023

Os nutrientes/sedimentos do manguezal são do tipo argilo-areno, com textura fina e elevados teores de Matéria Orgânica em todos os pontos coletados. Os solos no entorno do estuário Rio Gramame, apresentaram uma classificação textural franco-arenosa, o que indica um alto índice de areia em sua constituição; característica comum em áreas de estuário, em especial de manguezais. Segundo a EMBRAPA (2020), as características encontradas são explicadas pela predominância de argissolos vermelho-amarelos distróficos, e pela litologia, constituída pelas classes de argila, silte e areia, especialmente próximo ao canal do Rio, na área onde se situa o manguezal. Valores semelhantes foram descritos por Jimenez *et al.*, (2021), em estudo de manguezais ao longo da costa do Nordeste.

O Rio Gramame é um Rio litorâneo com nascente no município de Pedras de Fogo-PB, litoral sul da Paraíba, com vazão do tipo perene com flutuações decorrentes dos períodos chuvosos e secos. De acordo com Rodrigues *et al.* (2020), o litoral sul paraibano recebe elevados índices pluviométricos que estão associados à umidade do ar, oriundo do Oceano Atlântico Sul, influenciando o clima em todo litoral.

A vegetação de mangue no estuário do Rio Gramame é do tipo arbórea-arbustiva com a presença de três espécies típicas de mangue: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana*. Sendo a *R. mangle* a de maior representatividade com 814 indivíduos, seguida pelo *L. Racemosa* com 355 indivíduos e a *A. schaueriana* com 251 indivíduos. A *R. mangle* ocorre ao longo de todo Manguezal dispersas ao longo do estuário até o limite interno de 8,5km, seguida pela *L. racemosa* limitando-se no alto curso até 7,6km, enquanto a *Aschaueriana* restringiu-se entre 1,5km até 5,5km. Segundo SCHULZ, 2000; SAINTILAN *et al.*, 2020, as propriedades físico-química dos solos, relacionados a frequência de inundação pelas marés, o pH, a salinidade, a produção de serrapilheira e decomposição de material orgânico, contribui na zonação e no desenvolvimento das espécies vegetais nesse ecossistema, resultando assim, na

Assinatura Energética encontrada em Gramame.

O Tensor atuante sobre a vegetação de mangue no estário do Rio Gramame, é decorrente de dois fatores antrópicos, o primeiro está relacionado ao Uso e ocupação no entorno do manguezal, onde atividades de supressão da vegetação para a expansão urbana, agricultura e carcinocultura, propiciarão assoreamento do Rio, alterações na drenagem, sedimentação nas áreas de mangue e consequente morte das árvores (Lucena *et al.* 2017; Martins, 2020; SCHULZ, 2000 e SAINTILAN *et al.*, 2020).

Nesse contexto, a retenção de sedimentos em bacias hidrográficas impactadas pelo desenvolvimento de recursos hídricos que sofrem barramentos vai controlar o aporte de sedimentos, impactando negativamente na resiliência dos manguezais. O segundo tensor, mas não menos importante, é a disponibilidade de água doce, essa equilibra a salinidade oriunda das marés no Manguezal de Gramame, bem como limita a entrada de água salgada. Tal condição pode alterar a zanação no Manguezal de Gramame, uma vez que há um comprometimento dessa vazão, principalmente nos períodos de estiagem. Segundo Araújo *et al.*, (2016), esse Rio foi barrado no ano de 1990, para compor o abastecimento da Cidade de João Pessoa e região metropolitana.

Com o advento das mudanças climáticas e a previsão de diminuição das precipitações para o Nordeste brasileiro, e o aumento do nível médio dos mares, o estuário do Rio Gramame estará sob pressão negativa, decorrente da diminuição da disponibilidade de água doce e aumento da salinidade, decorrente da entrada das marés no estuário (Guimarães, 2016; Artaxo, 2020). Assim, ao alterar a condicionante vazão da assinatura energética, pode-se modificar a estrutura da vegetação, o porte das árvores, causar a morte de indivíduos e até mesmo o desaparecimento de uma ou mais espécies em detrimento da oferta de água doce e consequente aumento da salinidade. Segundo Leite *et al.* (2021), a salinidade é o principal fator de estresse para a vegetação de mangue.

#### 4.4 CONCLUSÃO

O bosque do manguezal do Rio Gramame é do tipo arbóreo-arbustivo com presença de zonação em resposta aos condicionantes ambientais, físicos, químicos e estruturais. O tensor-estressor é decorrente da ação antrópica, como a retirada de água doce para abastecimento público e degradação do entorno. O aumento da demanda por água doce, oriunda do Rio Gramame para o abastecimento da capital paraibana e sua Região Metropolitana em função do crescimento urbano e industrial, e a previsão da diminuição da precipitação em decorrência das mudanças climáticas, é possível que com o tempo, haja impactos negativos sobre a vegetação de mangue, com mortalidade e até desaparecimento de espécies menos tolerantes a salinidade.

#### REFERÊNCIAS

- ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, 34 (100), 2020.
- ARAÚJO, S. H; FURRIER MAX; MONTEIRO, G. DA NÓBREGA. Geoprocessamento aplicado à análise de assoreamento e erosão fluvial em reservatórios: Estudo de caso dos reservatórios Gramame-Mamuaba – PB. **Geo UERJ** -ISSN 1981-9021, 2016.
- BULMER, R. H.; STEPHENSON, F.; JONES, H. F.; TOWNSEND, M.; HILLMAN, J. R.; SCHWENDENMANN, L.; LUNDQUIST, C. J. Blue carbon stocks and cross-habitat subsidies. **Frontiers in marine science**, p. 380, 2020.
- CINTRÓN, G.&Y, SCHAEFFER-NOVELLI. **Methods for studying mangrove structure**. p. 91-113.1986. In: S. C. Snedaker & J. G. Snedaker (eds.). *The mangrove ecosystem: Research methods*, UNESCO, Bungay, United Kingdom, p. 251.  
Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000063028>. Acesso em: 02 nov 2021.
- CINTRÓN, G.& Y, SCHAEFFER-NOVELLI. Características de sarrolo estrutural de los manglares de norte sur América. **Ciencia Interamericana**, v.25, n.1-4. p.4- 15.1985.  
Disponível em: <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000447030/Description>. Acesso em: 02 nov 2021.
- EDDY, S.; MILANTARA, N.; SASMITO, S. D.; KAJITA, T.; BASYUNI, M. Anthropogenic drivers of mangrove loss and associated carbon emissions in South Sumatra, Indonesia. **Forests**, v. 12, n. 2, p. 187, 2021.
- FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. *Climatologia do estado da Paraíba*, ed. 1. Campina Grande: EDUFPG, 2017.

Projeções de Mudanças Climáticas sobre o Nordeste Brasileiro dos Modelos do CMIP5 e do CORDEX . **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 3, 337-365, 2016.

HAMILTON, S. E.; CASEY, D. Creation of a high spatio-temporal resolution global data base of continuous mangrove forest cover for the 21st century(CGMFC-21). *Global Ecology and Biogeography*,v.25,n.6,p.729-738,2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/geb.12449> Acesso em: 05 junho. 2022.

IBGE–INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malhas Territoriais**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>. Acesso em: 09 jun. 2021.

ICMBIO INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos manguezais no Brasil**. Brasília: ICMBio, 2018. Disponível em:<https://www.google.com/search?q=ICMBIO+%E2%80%93+INSTITUTO+CHICO+MENDES+DE+CONSERVA%C3%87%C3%83O>. Acesso em: 22 Jan 2022.

LEITE, LUCAS DE ALMEIDA; SILVA, MAYKOL HOFFMANN; PASCOALINI, SÁVIA SOARES; LOPES, DIELE MEIRE DE SANTANA ; BARCELOS, ULLY DEPOLO; TOGNELLA, MÔNICA MARIA PEREIRA; FALQUETO, ANTELMO RALPH. Efeito da Variação da Salinidade sobre o desempenho fotoquímico de *Rhizophora mangle* L. No Litoral Norte do Espírito Santo. v. 2, XII **SeBiVix: Da Origem ao Amanhã: Como Caminha a Ciência?** 2021.

LUCENA, A.P.; PIRES, A.L. FILGUEIRA, H.J.A. O uso do IVDN do estudo da Degradação ambiental da bacia hidrográfica do Rio Gramame, Paraíba. **Revista Geociências**.v.36,n.4. São Paulo: UNESP. 2017. p.755–769. Disponível em:[https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/36/volume36\\_4\\_files/36-4-artigo-11.pdf](https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/36/volume36_4_files/36-4-artigo-11.pdf). Acesso em: 22 out de 2022.

MALZAC, MARIE EUGÉNIE; OLIVEIRA, BRUNO LIMA DE; BARROS, MARIA CAROLINE VITORIANO; SILVA, TARCISO CABRAL DA. Análises de tendências e de periodicidades de séries pluviométricas da Zona Costeira Sul do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.14, n.7. p. 4003-4012. 2021.

MARTINS, A. M; FILGUEIRA, H. J. A,F; AZEVEDO, A, C, DE; S, T,C, DA; JÚNIOR, M, H, DA S. Análise de não homogeneidades de séries de vazão de captações de nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Gramame, PB,Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.13, n.06. p. 2896-2907. 2020.

MEDEIROS, A. S. DE; COSTA, J. G.; ARAÚJO, K. D. Anthropi cinterference in mangrove áreas of the Mundaú-Manguaba estuarin Elagoo complex (CELMM), Alagoas (Brazil) as case study. *Revista Ciência Rural*. v.50.n.10. Santa Maria: 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/kfg6pv35Ls7VwtghsFY9HHJ/abstract/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 12 agost.2022.

MELO, ANDERSON TAVARES DE; SORIANO-SIERRA EDUARDO JUAN; VEADO RICARDO WAGNER AD-VÌNCULA. Biogeografia dos manguezais. GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 36, n. 2, p. 311-334, mai./ago. 2011.

ODUM, E. P. Fundamentos de Ecologia, Editora: Calouste Gulbenkian, Ano: 1979. Impresso. RODRIGUES, EDGLEIDSON LIMA; LOPES, RENATO FRANCISCO CÂNDIDO; SOUSA FRANCISCO DE ASSIS SALVIANO DE. Variabilidade Espaço-Temporal da precipitação pluvial no estado da Paraíba. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v.6, n.12, p.100233-100251. 2020.

ROMAÑACHA STEPHANIE S, DE ANGELIS B DONALD L., HOCK LYE KOHC , YUHONG LID , SU YEAN TEHE , RAJA SULAIMAN RAJA BARIZANF , LU ZHAI. Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and prognosis. *Ocean and Coastal Management*. p. 154, 72–8 . 2018.

SCHULZ, H.D. Redox Measurements in Marine Sediments In: SCURING, J.; SCHULZ, H.D.; FISCHER, W. R.; BOTTCHEER, J.; DUIJNISVELD, W. H.M. (Ed.) Redox: Fundamentals Processes and Aplications. Berlin; Springer, cap. 19, p.235-246, 2000.

SAINTILAN, N.; KHAN, N. S.; ASHE, E.; KELLEWAY, J. J.; ROGERS, K.;

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: **Caribbean Ecological Research**, p.7.1995. Disponível em: Acesso em: <https://repositorio.usp.br/item/000882587.25> nov 2021.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M.L.G.; DE-ROSA, T. **Brazilian mangroves**. Aquatic Ecosystem Health and Management Society, n.3, p.561-570, 2000. Disponível em: <file:///C:/Users/Particular/Downloads/Schaeffer-Novellietal.2000.pdf>. Acesso em: 11 nov 2021.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum. São Paulo, p.119.1999. Disponível em: <https://docplayer.com.br/8460175-Grupo-de-ecossistemas-manguezal-marisma-e-apicum.html>. Acesso em: 25 nov 2021.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; G. CINTRÓN-MOLERO; R.R. ADAIME. & T.M. CAMARGO. **Variability of mangrove ecosystem along the Brazilian coast**. *Estuaries*, v.13n.2, p. 204-218.1990. Disponível em [http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea\\_imagens/downloads/pesquisas/RB\\_Praia\\_do\\_Sul/Schaeffer Novelli, et al .,1990.pdf](http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea_imagens/downloads/pesquisas/RB_Praia_do_Sul/Schaeffer%20Novelli,%20et%20al%20.,1990.pdf). Acesso em: 27 nov. 2021.

SANTOS, T.O., ANDRADE, K.V.S., SANTOS, H.V.S., CASTANEDA, D.A.F.G., SANTA

NA, M.B.S., HOLANDA, F.S.R., SANTOS, M.J.C., 2012. Caracterização Estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. **Scientia Plena**. 8, 047315. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1010/532>. Acesso em: 27 nov. 2021.

SILVA, S.F.L., Santos, M.A., Lage-Pinto, F., Bernini, E. Fitossociologia de uma floresta de mangue adjacente a uma planície hipersalina no estuário do Rio Miriri, Paraíba, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia*, 24, 3- 12. 2016.

SILVA, C. S.; GIRÃO, O. **Análise morfométrica e caracterização geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Jaboatão (bhrj) – Pernambuco**. *Revista Geosul*. v.35, n. 75 Florianópolis. 2020. p.441-460 Disponível em: <file:///D:/Downloads/65767-Texto%20do%20Artigo-262122-1-10-20200602.pdf>. Acesso em: 03 nov de 2021.

SILVA, J. B.; TORRES, M. F. A. Assinatura Energética dos Manguezais no Domínio Costeiro Brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.014, n.04 p.22862303. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/249390>. Acesso em 22 jun 2021.

SOUZA, C.A.; DUARTE, L.F.A.; JOÃO, M.C.A. & PINHEIRO, M.A.A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. In: Pinheiro, M.A.A. & Talamoni, A.C.B. (Org.). *Educação Ambiental sobre Manguezais*. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 165 p. 2018.

SOUZA, YURI GOMES DE. Análise zonal espacial dos bosques de mangue no estuário do Rio Camaratuba, Paraíba, Brasil: um estudo a partir do sensoriamento remoto. 2019. 27f. (Trabalho de Conclusão de Curso - Artigo), Campina Grande - Paraíba - Brasil, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/22830>. Acesso em: 22 jun 2021.

TORRES, F.T.P.; MACHADO, P.J.O. *Introdução à Climatologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

**APÊNDICE 1**  
**REGISTRO DE COLETA DE CAMPO PARA RESULTADOS DA DISSERTAÇÃO**



**MEDIÇÃO DE DAP**



**DEMARCAÇÃO DE  
PARCELAS**



COLETA DE AGUA



DEMARCAÇÃO DE PARCELAS



COLETA DE SOLO



EQUIPE DO LABORATÓRIO CAGEOS