



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JOÃO PEDRO SERPA BANDEIRA

**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DO BOSQUE DE MANGUE URBANO NO RIO
FRAGOSO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, PERNAMBUCO,
BRASIL.**

Recife
2025

JOÃO PEDRO SERPA BANDEIRA

**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DO BOSQUE DE MANGUE URBANO NO RIO
FRAGOSO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, PERNAMBUCO,
BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Karine Matos Magalhães

Coorientador: Clemente Coelho Júnior

Recife

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

B214c Bandeira, João Pedro Serpa.

Caracterização estrutural do bosque e de mangue urbano no Rio Fragoso na região metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil / João Pedro Serpa Bandeira. – Recife, 2025.

31 f. : il.

Orientador(a): Karine Matos Magalhães.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento em Ciências Biológicas, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Manguezal 2. Descrição estrutural 3. Urbanização I. Magalhães, Karine Matos, orient. II. Título

CDD 574

JOÃO PEDRO SERPA BANDEIRA

**CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DO BOSQUE DE MANGUE URBANO NO RIO
FRAGOSO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE, PERNAMBUCO,
BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 08/08/2025

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Karine Matos Magalhães (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dra. Maria Cecília Santana de Lima (Examinador Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Ma. Fabiana do Carmo Santana (Examinador Externo)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a uma pessoa muito especial que hoje é um anjo, mas que continua viva em minha memória e em cada conquista: à minha avó, Sineide Maria Serpa, exemplo de força, coragem e amor.

Mesmo ausente fisicamente, sua presença me acompanha todos os dias, me inspira e me fortalece. Esta vitória também é sua minha vó.

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos aos meus incríveis professores do ensino fundamental, que foram capazes de mostrar que, com estudo, tudo se torna possível. Ênfase, em especial, a professora Amália, bem como os professores Ricardo e Rildo, que proporcionaram uma base sólida, tanto nos estudos quanto para a vida. Acrescento também a importância dos docentes que compuseram o meu ensino médio, fundamentais na continuidade dessa formação.

Aos meus familiares, registro minha eterna gratidão. À minha mãe, Andrea Lucia, verdadeira guerreira, exemplo de determinação e garra. Ao meu pai, Marconne Bandeira, que, assim como minha mãe, sempre me ofereceu zelo e atenção. Ao meu tio Clayton, que tenho como uma grande inspiração. Ao meu irmão, gêmeo de pensamento, e aos meus primos, parceiros de vida, meu sincero agradecimento.

Agradeço ao professor Clemente Coelho Jr. por todo o ensinamento e orientação durante a construção deste trabalho.

À professora Karine Magalhães, por abrir as portas do laboratório e proporcionar não apenas conhecimento, mas também conselhos e oportunidades valiosas. Aos colegas de laboratório, que de alguma forma também contribuíram para meu crescimento, deixo meu reconhecimento.

Aos amigos de graduação, por compartilharem grandes momentos ao longo do curso, contribuindo para tornar essa jornada mais leve e significativa.

À minha equipe de calistenia, que me apoiou em momentos difíceis e me ajudou a manter o equilíbrio físico e mental.

Sou grato a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa trajetória.

Embora não seja uma pessoa religiosa, agradeço por estar vivo, com saúde e com força para lutar dia após dia.

Finalizo com uma frase que representa uma parte da minha essência: “A forma que você vê o mundo diz muito sobre como você lida com ele”.

RESUMO

Manguezal é um ecossistema localizado na zona costeira tropical e subtropical, o qual apresenta influência direta das marés, além de possuir características específicas como solo lodoso e plantas adaptadas a essas condições. São responsáveis por fornecer vários serviços ecossistêmicos, além de proporcionar condições essenciais para reprodução, alimentação e abrigo para os animais que circundam e vivem no manguezal. O estudo foi desenvolvido no remanescente de mangue localizado no rio Fragoso, município de Olinda-PE, onde ocorre uma pressão urbana iminente. Possui objetivo principal a caracterização estrutural do bosque a qual se enquadra a metodologia de parcelas, onde foram analisadas as variáveis: área basal, densidade de indivíduos/troncos e altura média e altura do dossel. No referido bosque de mangue do rio Fragoso foram registradas as espécies *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. Referente ao quantitativo das espécies arbóreas, o bosque se apresentou como misto, mas com dominância de *L. racemosa*. Quanto às variáveis analisadas, árvores com DAP mostrou-se ≥ 10 foram dominantes, caracterizando um bosque maduro, com área basal de 15,07 a 35,13 m²/ha, altura média do bosque de 6,5 a 8,2 m, altura média do dossel 7,74 a 13,04 m, densidade de indivíduos de 933,38 a 1700 por hectare, densidade de troncos entre 5250 a 5800,29 por hectare. Por fim, esses resultados indicam que o mangue é estruturalmente maduro, com boa regeneração, mesmo diante dos impactos.

Palavras-chave: manguezal, descrição estrutural, urbanização.

ABSTRACT

A mangrove is an ecosystem located in the tropical and subtropical coastal zone, directly influenced by the tides and possessing specific characteristics such as muddy soil and plants adapted to these conditions. Mangroves provide various ecosystem services, as well as essential conditions for reproduction, feeding, and shelter for the animals that surround and live in the mangrove. The study was conducted in a mangrove remnant located on the Fragoso River, in the municipality of Olinda, Pernambuco, where urban pressure is imminent. The main objective was to characterize the forest's structure, using a plot methodology. The variables analyzed were basal area, individual/trunk density, and average and canopy height. The species *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa*, and *Rhizophora mangle* were recorded in the Fragoso River mangrove forest. Regarding the number of tree species, the forest was mixed, but with a dominance of *L. racemosa*. Regarding the variables analyzed, trees with DBH >10 were dominant, characterizing a mature forest, with a basal area of 15.07 to 35.13 m²/ha, average forest height of 6.5 to 8.2 m, average canopy height of 7.74 to 13.04 m, density of individuals of 933.38 to 1700 per hectare, trunk density between 5250 to 5800.29 per hectare. Finally, these results indicate that the mangrove is structurally mature, with good regeneration, even in the face of impacts.

Keywords: mangrove, structural description, urbanization.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1. Considerações Gerais.....	10
1.2 - Manguezais Urbanos.....	11
1.3 - Serviços Ecológico.....	12
1.4 - Bosque de Mangue.....	13
2. JUSTIFICATIVA.....	15
3. OBJETIVO.....	16
3.1 - Objetivo Geral.....	16
3.2 - Objetivo Específico.....	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
4.1 - Área de Estudo.....	17
4.2 - Caracterização Estrutural.....	18
4.2.1 Pré-campo.....	18
4.2.2 Campo e análise de dados.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
6. CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Gerais

Os manguezais são ecossistemas encontrados no litoral, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característicos de regiões tropicais e subtropicais, à mercê do regime das marés (Schaeffer-Novelli, 1995). Cabe salientar, que a passagem entre o ambiente terrestre e marinho, visando o fluxo da água doce e salgada, mostra uma característica singular nesse ecossistema (Krug *et al.*, 2007).

Menghini (2004) ressalta que a cobertura vegetal típica de mangue possui a capacidade de reter sedimentos, assim formando vasas lamosas, argilosas e arenosas, colonizando locais onde atuam as marés até o limite superior das preamares equinociais. Ainda afirma que a feição que essa cobertura vegetal apresenta está diretamente associada a costa de baixa energia ou ambientes estuarinos, lagunares, baías e enseadas, passando a ser considerada como importante zona úmida costeira tropical.

A nível global, existem cerca de 162.000 km² de manguezais, que destacam-se por atingir um maior nível de desenvolvimento na faixa intertropical, entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (23° 27'N 23° 27'S), alcançando o crescimento absoluto próximo à linha do Equador (Schaeffer-Novelli, 1995). No Brasil apresenta uma distribuição descontínua, percorrendo o litoral do Amapá a Santa Catarina (Schaeffer-Novelli, 2002). Conforme o CSR/Ibama e o Atlas dos Manguezais do Brasil, existem aproximadamente 14.000 km² de manguezais ao longo da costa (ICMBio, 2018).

Presente na costa brasileira, encontram-se seis espécies típicas distribuídas em três gêneros, sendo eles *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia*. As plantas do gênero *Rhizophora* são conhecidas popularmente por mangue-vermelho, gaiteiro ou mangue-verdadeiro, com três espécies: *Rhizophora mangle* Linnaeus (1753), *R. harrisonii* Leechman (1918) e *R. racemosa* G.Mey (1818). Enquanto as plantas do gênero *Avicennia* (conhecidas popularmente como mangue-preto, canoé ou siriúba) possuem duas espécies: *Avicennia schaueriana* Stapf e Leechm (1939) e *A. germinans* Linnaeus (1764). Com relação ao gênero *Laguncularia*, que são conhecidas popularmente como mangue-branco, tinteiro ou mangue-de-baraço, é

um gênero monoespecífico representado pela espécie *L. racemosa* Linnaeus (1753) (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2021).

Devido às suas características ambientais, os manguezais apresentam condições propícias para a alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies de animais (Schaeffer-Novelli, 1995). Dentre alguns animais presentes neste ecossistema, os aquáticos, marinhos, estuarinos e até mesmo alguns dulcícolas. (Correia, 2005). Podem ser encontrados os crustáceos destacando os caranguejos, siris e camarões, os cordados evidenciando algumas espécies de tubarões, arraias e peixes, além do peixe-boi-marinho dentro do subfilo mammalia.

Além de servir como abrigo, também são considerados importantes transformadores de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços (Schaeffer-Novelli, *op cit.*). Entre outros serviços e bens, Krug *et al.* (2007) discorre que os manguezais são responsáveis pela manutenção da qualidade da água, fixação do sedimento, fornecimento de produção primária para o próprio sistema além de exportar para o entorno agindo diretamente na manutenção da biodiversidade.

Entretanto, embora apresente diversos benefícios ao ambiente, os manguezais naturalmente são ecossistemas estressados por diversas variáveis que influenciam diretamente sua capacidade de desenvolvimento, entre as quais estão: salinidade, fluxo de maré, clima, processos geomorfológicos e tempestades (Lugo, 1980; Dittmann *et al.*, 2022).

1.2 - Manguezais Urbanos

Em nível mundial a conversão de áreas de manguezais em fazendas de carcinicultura, aterros para plantações e despejos de efluentes industriais estariam entre as perturbações humanas com maior relevância, afetando diretamente na zonação das espécies de mangue (Menghini, 2004). Posto isso, os manguezais que circundam regiões de grandes cidades acabam apresentando um grau de vulnerabilidade, além de expor uma baixa diversidade biológica (Longo *et al.*, 2008).

Lamentavelmente, com o crescimento populacional de forma exponencial ao longo dos anos, revela que a zona costeira tem sido o centro das atividades humanas por conta da sua alta produtividade biológica e fácil acessibilidade

(Primavera, 2006). Embora protegidos no Brasil pela Lei nº 12.651/2012, conhecida como o novo Código Florestal, que estabelece normas para a proteção da vegetação nativa, incluindo os manguezais, por meio da criação de Áreas de Preservação Permanente e definição do uso restrito do solo. Uma fração apreciável da área de manguezal foi e vem sendo eliminada pela expansão urbana, portuária, turística e agroindustrial, principalmente nos litorais nordeste e sudeste (Vannucci, 2002).

Uma vez que os manguezais se localizam no litoral, onde se situam nas grandes capitais e áreas portuárias, o tecido urbano muitas vezes incorpora essas áreas gerando os chamados manguezais urbanos (Brandão *et al.*, 2009). Desta maneira, existe uma maior possibilidade de fácil despejo de rejeitos sanitários, industriais e agrícolas, a pressão do mercado imobiliário, a proximidade de portos e a construção de marinas (Schaeffer-Novelli, 1995).

Mesmo considerando um ambiente naturalmente estressado e resiliente, Larcher (1986) relata que existe um limite de tolerância que o ecossistema suporta. O desenvolvimento das cidades sobre o manguezal influencia diretamente o crescimento do mangue (Nanni, 2005).

1.3 - Serviços Ecosistêmicos

Quando se trata de importância econômica é indubitável não relatar os inúmeros serviços ecosistêmicos que o manguezal provém (Atlas dos Manguezais do Brasil, 2018). Segundo Chee (2004), o conceito de serviços ecosistêmicos abrange a entrega, provisão, produção, proteção ou manutenção de um conjunto de bens e serviços que as pessoas percebem como importantes. Em outra definição, serviço ecosistêmico refere-se aos bens e serviços fornecidos por ecossistemas naturais e modificados que agregam valor, sustentam e apoiam o bem-estar humano (Vo *et al.*, 2012).

No manguezal, Almeida e Coelho-Jr (2018) descreve que em toda sua extensão os manguezais concedem serviços ecosistêmicos importantes para a sociedade, de modo geral, sendo classificados em quatro segmentos: provisão, regulação, suporte e cultural, que visam minimizar os impactos humanos. Dentre os serviços destaca-se: filtro biológico, retenção de sedimento e controle de enchentes, serviços que ocorrem com frequência nos manguezais urbanos. Na Tailândia, por

exemplo, o desaparecimento de manguezais ocasiona na baixa produção de estoque de peixes marinhos, além de diminuir a proteção costeira (Vo *et al.*, *op cit.*, 2012).

No trabalho realizado por Costanza *et al.* (1997) mostra a potência do valor econômico que bens e serviços são concedidos à humanidade. Ao analisar diferentes biomas e respectivos ecossistemas, verificou-se o valor de US\$33 trilhões em serviços anuais e para os sistemas costeiros por volta de US\$ 10,6 trilhões. Os manguezais encontram-se entre os que mais fornecem bens e serviços, cerca de US\$10 mil por hectare por ano, totalizando uma quantia global superior a US\$1.6 bilhões/ano” (Menchini, 2004). Cabe salientar que a floresta de mangue naturalmente é responsável por captar uma grande quantidade de carbono, retendo aproximadamente cerca de até 1.023 mg de carbono por hectare (Donato *et al.*, 2011).

Além do sequestro de carbono, os manguezais são responsáveis por atuar como filtro biológico, retendo partículas, poluentes e impurezas em suspensão na água. A vegetação presente no manguezal é capaz de absorver matéria orgânica provinda de efluentes em função ao seu crescimento estrutural, incorporando a sua biomassa, assim reduzindo a contaminação das águas costeiras (Souza *et al.*, 2018; Moraes *et al.*, 2008). Além dos serviços ecossistêmicos que o mangue oferece, o replantio de áreas de mangue degradadas pode ser uma ótima solução para o tratamento de efluentes (Souza *et al.*, 2018).

1.4 - Bosque de Mangue

O manguezal é composto por espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas), adaptadas à flutuação e a salinidade, também são caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio (Schaeffer-Novelli, 1995). A cobertura vegetal é encarregada da dinâmica produtiva dos estuários, além de exportar sua produção para áreas adjacentes (Almeida *et al.*, 2021).

Em Pernambuco, Almeida (2014) descreve que a floresta de mangue é composta principalmente pelas espécies *Rhizophora mangle* Linnaeus (1753) (Rhizophoraceae), *Avicennia schauerianae* Stapf e Leechm (1939), *A. germinans*

Linnaeus (1764) (Avicenniaceae), *Laguncularia racemosa* Linnaeus (1753) (Combretaceae). Assim como os outros ecossistemas, a vegetação do manguezal desencadeia um papel fundamental para produção primária de energia, sustentando diversos seres vivos. A fração que representa a cobertura vegetal é, sem dúvida, o mais conspícuo do ecossistema manguezal (Schaeffer-Novelli, 1995).

Cintrón e Schaeffer-Novelli (1985) afirmam que o crescimento estrutural alcançado por um bosque de mangue se desenvolve em função dos níveis de periodicidade das energias subsidiárias, como da natureza e intensidade dos tensores antrópicos ou naturais presentes. Outra perspectiva trazida por Lugo e Sneadaker (1974) descreve a floresta de mangue, não apenas pelo desenvolvimento estrutural em si, mas pela classificação fisiográfica, podendo ser bosque de franja ou bosque de bacia. O primeiro é delimitado por maior frequência de inundação pelas preamares, enquanto o segundo pela menor frequência, localizado em área topograficamente mais elevada.

Portanto, descrever a estrutura dos bosques de mangues indica qualidade ambiental e saúde do ecossistema. Medidas de diversidade, altura, área basal e densidade, são essenciais para comprovar a saúde do bosque de mangue (Smith III, 1992).

2 - JUSTIFICATIVA

O estudo da estrutura da vegetação fornece a ideia do grau de desenvolvimento da floresta de mangue, possibilitando a identificação e a delimitação de florestas com características semelhantes, o que permite realizar comparações entre áreas diferentes (Schaeffer-Novelli & Cintrón 1986). A caracterização estrutural dos manguezais constitui valiosa ferramenta no que concerne à resposta desse ecossistema às condições ambientais existentes, bem como aos processos de alteração do meio ambiente, auxiliando, assim, nos estudos e ações que objetivam a conservação do ecossistema (Soares, 1999).

Frente ao cenário exposto, a caracterização do mangue realizada neste estudo, será capaz de agregar conhecimento para futuros trabalhos que levem em consideração a biomassa do ecossistema. Para mais, a conclusão da pesquisa fornecerá uma parcela de dados fundamentais sobre a estrutura do bosque de mangue do Fragoso e assim identificar o atual estado de conservação de um manguezal urbano.

É esperado que esse trabalho seja utilizado para aplicação de políticas públicas sobre os manguezais da Região Metropolitana do Recife, visando a conservação do ecossistema, primordial com prestador de diversos serviços ecossistêmicos, como visto anteriormente.

3 - OBJETIVO

3.1 - Objetivo Geral

Caracterizar o bosque de mangue em parcelas representativas no manguezal do rio Fragoso localizado na região metropolitana do Recife-PE, especificamente na cidade de Paulista no bairro do Janga.

3.2 - Objetivo Específico

- Analisar o desenvolvimento estrutural do bosque sob a influência de perturbações antrópicas, com o objetivo de subsidiar a elaboração de políticas públicas eficazes voltadas à conservação.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 - Área de Estudo

A Bacia do Rio Fragoso percorre diversas regiões entre os municípios de Olinda e Paulista, onde apresenta grande sedimentação e ocupação populacional, entre morros, planícies e vales. Situa-se ao Norte com a bacia rio Paratibe, ao Sul com a bacia rio Beberibe, a Oeste com as bacias dos rios Paratibe e Beberibe e por fim ao Leste com o Oceano Atlântico (Vieira *et al.*, 2003).

A Bacia do Rio Fragoso se encontra inserida na Mesorregião Metropolitana do Recife, mais especificamente na Unidade de Planejamento Hídrico UP14 – GL1, do grupo dos pequenos rios litorâneos, no que se refere às regiões geográficas do Estado de Pernambuco. A Unidade de Planejamento Hídrico UP14, está localizada no litoral norte do Estado de Pernambuco entre 07° 35' 12" e 08° 03' 48" de latitude sul, e 34° 48' 46" e 35°11' 33" de longitude oeste. Limita-se ao norte com a bacia do rio Goiana (UP1), ao sul com a bacia do rio Capibaribe (UP2), ao leste com o oceano Atlântico e, a oeste, com as bacias do rio Goiana e do rio Capibaribe (APAC).

O rio Fragoso tem o comprimento de 8,08 km, considerando os meandros do seu percurso desde a nascente que se localiza no município de Olinda, até a desembocadura no estuário litorâneo em conjunto com o rio Paratibe. A bacia abrange 13 bairros dos municípios de Olinda e do Paulista (Vieira *et al.*, 2003).

Em relação às variáveis climáticas, o rio Fragoso tem precipitação pluviométrica média anual em torno de 2.243 mm, com o período mais chuvoso concentrado nos meses de março a agosto. As temperaturas médias mensais oscilam entre 24,2 e 26,4° C (Vieira *et al.*, 2003).

A área que ocorreu o levantamento do bosque de mangue é caracterizada por um remanescente, gerando diminuta mancha deste ecossistema no tecido urbano. Essa região é rodeada por vegetação exótica e infraestrutura urbana. Para inventariar a área de manguezal, foi utilizado imagem do Google Earth Pro (vers. 7.3.6.10201 - 64-bit), datada de junho de 2024, disponibilizada gratuitamente pela plataforma. Este remanescente possui 18.135 m² de área (Figura 1).

Figura 1. Localização das parcelas no manguezal do Rio Fragoso (Canal do Fragoso), no município de Olinda – PE. Coordenadas: F1 – 07°57,6'45" S / 34°49,9'14" W; F2 – 07°57,6'17" S / 37°49,9'16" W; F3 – 07°57,6'68" S / 34°49,8'92" W.



Fonte: autoria própria.

4.2 - Caracterização Estrutural

4.2.1 Pré-campo

Para que ocorra a caracterização estrutural do bosque de mangue, Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986) recomenda que antes de adentrar em campo, é necessário que seja realizada o levantamento dos mapas para que assim seja indicado os limites do manguezal, assim como reconhecer a acessibilidade e as áreas a serem inventariadas.

Dito isto, para a caracterização do bosque de mangue de forma quantitativa utilizou-se metodologia consagrada de Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986) e Schaeffer-Novelli *et al.* (2015). Neste último, utilizou-se o capítulo 4 quatro do Guia de Protocolos para Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros, que trata de conceitos diversos sobre os manguezais, suas características vegetativas, esclarecendo algumas das variáveis que atuam sobre o mangue, além de conceder um conjunto de técnicas para o efetivo monitoramento dos bosques (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2015). O protocolo pretendeu esclarecer a resposta do

ecossistema em relação aos fatores locais, compreender o funcionamento do mesmo e suas possíveis mudanças climáticas e equalizar os métodos de estudos para fins de comparação com outras pesquisas.

É importante ressaltar que antes de suceder a coleta de dados propriamente dita foi fundamental realizar o reconhecimento da área. Assim, o local escolhido expressou da melhor forma a representatividade do bosque de mangue do rio Frágoso, além de contar com a acessibilidade segura para as coletas de dados (Schaeffer-Novelli, 1995). Dito isto, os pesquisadores utilizaram Equipamentos de Segurança Individual (EPI's) que são fundamentais para a manutenção da integridade física dos participantes, dado a insalubridade do local. Entre alguns EPI's de relevância foram usadas algumas vestimentas como: bota, calça, camisas de manga longa e repelente. Para coleta dos dados foram utilizados: prancheta de campo, (GPS), estacas, trena, corda, bússola, fita métrica graduada em π e telémetro óptico.

4.2.2 Campo e análise de dados

No campo foram delimitadas três parcelas denominadas de F1 (10mx20m), F2 (10mx20m) e F3 (15mx10m) (Figura 1), ambas sucedendo ao princípio da representatividade. Para construção das parcelas marcou-se primeiramente o ponto da localização adquirida por um Sistema de Posicionamento Global (GPS), em seguida em cada ponto inicial da parcela foram colocadas estacas para servir de base, com auxílio de uma bússola houve a possibilidade alinhar as estacas de forma paralela reproduzindo ao final um retângulo quase que perfeito, ressaltado que após colocar as estacas um por vez, nesse momento também deu-se início a medição com a trena. Realizada a etapa anterior com a estaca servindo como âncora foi possível traçar uma corda por toda a parcela delimitando exatamente onde foi feita a coleta dos dados.

Dentro de cada parcela foram identificadas as espécies, e tomadas medidas do diâmetro à altura do peito (DAP), que representa aproximadamente 1,30 m tomando como base o solo. Para essa medição foi utilizada fita métrica graduada em π , que mostra o valor calculado em diâmetro. As medidas serviram para cálculo da área basal por classe diamétrica, $\leq 2,5$ cm, $\geq 2,5$ cm e > 10 cm. Também foi medida

a altura das árvores, utilizando o telémetro óptico (Figura 2). É necessário enfatizar que as árvores medidas foram circundadas com barbante para que houvesse dupla análise.

Figura 2. Mensuração dos indivíduos arbóreos da floresta de mangue do Rio Fragoso (Canal do Fragoso), no município de Olinda – PE.



Fonte: autoria própria.

Com base nos dados adquiridos em campo, realizou-se cálculos estruturais para cada parcela: área basal, densidade de indivíduos e troncos e altura média e altura do dossel (considerando as três maiores árvores). As fórmulas utilizadas para área basal altura média e do dossel e densidade de indivíduos/troncos respectivamente:

Quadro 1 - Variáveis utilizadas na pesquisa..

Nº	Fórmulas	Significado das Variáveis	Descrições
1	$A.B. = 0,00007854 \times (DAP)^2$	A.B.: Área Basal (m ²) DAP: Diâmetro à Altura do Peito (cm)	Cálculo da área basal individual de uma árvore com base no DAP.
2	$AL.M = (\sum \text{alturas}) / n$	AL.M: Altura Média das Árvores N: número de indivíduos.	Média aritmética das alturas de todas as árvores.
3	$AL.D = (\text{altura}_1 + \text{altura}_2 + \text{altura}_3) / 3$	AL.D: Altura Dossel	Média das três maiores árvores.
4	$N.I / H$	N.I: Número de Indivíduos H: Hectare	Densidade de indivíduos por hectare.
5	$N.T / H$	N.T: Número de Troncos H: Hectare	Densidade de troncos por hectare (pode haver mais de um tronco por indivíduo).

Vale salientar que a área total da parcela (em m²) é convertida em um hectare (ha). Esta medida é um ótimo índice do grau de desenvolvimento estrutural do bosque, pois está relacionada ao volume de madeira e biomassa, assim como indicador de estresse (Almeida *et al.*, 2014).

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

As estações de amostragens deste trabalho possuem diferentes posicionamentos, é válido dizer que a grande parte da porção das três estações representativas estão situadas em paralelo ao curso d'água numa região caracterizada fisiograficamente como bacia, considerando a classificação descrita por Lugo e Snerdaker (1974). A região está distante ao canal afluente, aproximadamente 500 metros, apresentando elevação superior em relação a franja em contato com o estuário, que ocupa a encosta da via de drenagem. Enquanto o bosque tipo bacia apresenta nível de solo mais elevado em comparação com a ribeirinha, situando-se numa leve depressão em direção ao curso d'água.

Nas parcelas foram registradas três espécies típicas, integradas por *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*. No âmbito geral, as espécies encontradas nas florestas de mangues na região nordeste do Brasil, abrigam tais espécies (Sampaio, 1996). O bosque de mangue do rio Fragoso caracteriza-se pela dominância de *L. racemosa*, com porcentagem elevada em relação às outras espécies. Entretanto, o valor exposto não define o bosque como monoespecífico, mas sim como bosque misto (Tabela 1).

Tabela 1 - Porcentagem das espécies mangue que dominam o bosque do rio Fragoso, PE.

Espécies	%
<i>Rhizophora mangle</i> . V	19,05%
<i>Laguncularia racemosa</i> . V	64,29%
<i>Avicennia schaueriana</i> . V	16,67%

A área basal é uma métrica eficaz que revela a área ocupada por um tronco em dado diâmetro DAP, medido a 1,3 m do solo, no solo. A área basal é a soma de todos os troncos por unidade de área expressa em m²/ha e fornece uma excelente estimativa da biomassa e do volume da floresta de mangue (Schaeffer-Novelli & Cintrón 1986).

Os valores das áreas basais entre as parcelas variam entre 15 (F2) e 35 (F1) m²/ha. Como a área basal está diretamente ligada a biomassa e volume, claramente esse valor da área basal exposto em F1 apresenta um valor significativo, visualizando a tabela sua quantidade mais que dobra em relação a F2 e F3 (Tabela 3). A classe diamétrica dominante nas parcelas F2 e F3 são de troncos com mais de 10 cm (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição percentual da classe diamétrica.

	F1	F2	F3
C.D	%	%	%
< 2,5	1,91	4,69	3,44
2,5 - 10,0	15,37	33,59	38,99
≥ 10	2,71	61,73	57,57

Em que: C.D - Classe Diamétrica.

Outra variável importante e essencial para a descrição da estrutura do bosque é a altura. Segundo Schaeffer-Novelli e Cintrón (1986) a altura média é uma medida essencial para indicar o desenvolvimento do bosque de mangue, já que a altura está diretamente ligada ao seu crescimento. Além disso, para a complementação da altura média os trabalhos de caracterização de mangue com certa constância utilizam a altura do dossel como sendo a média da altura entre as três árvores mais altas, uma vez que, estão na mesma faixa etária.

Os resultados obtidos mostram que a altura média das três estações apresenta-se em 7,12 m. A estação F1 tem o valor 8,02 de altura média, enquanto a F3 apresenta um valor de 6,5 m. Já no dossel a média é de 10,32 m. Sendo F1 apresentando a maior dossel médio de 13,04 e F3 apresentando o menor média de dossel 7,74 m (Tabela 3)

Tabela 3 - Parâmetros estruturais do bosque de mangue do Rio Fragoso.

Nº de Estação	F1	F2	F3	M
<i>AB. Total (m²/ha)</i>	35,13	15,07	17,07	22,42
<i>AL. Média (m)</i>	8,02 ± 3,52	6,84 ± 2,23	6,5 ± 1,52	7,12 ± 2,42
<i>AL. Dossel (m)</i>	13,04	10,18	7,74	10,32
<i>DS. Indivíduos (n/ha)</i>	1700	1300,00	933,38	1311,13

DS. Troncos (n/ha) 5250 5550,00 5800,29 5533,43

Em que: AB. Total - Área Basal Total; Al. Média - Altura Média de Todas as Árvores; Al. Dossel - Altura Média do Dossel; DS. Indivíduos - Densidade de Indivíduos; DS. Troncos - Densidade de Troncos.

Por fim, a variável imprescindível para mostrar o desenvolvimento do mangue é a densidade, que é inversamente proporcional ao desenvolvimento do bosque de mangue. Um bosque de mangue maduro conta com poucas árvores com diâmetro grandes, apresentando uma baixa densidade, em contrapartida um bosque pouco desenvolvido, possui árvores com diâmetros pequenos. A alta densidade pode sinalizar que o bosque é atingido por ações antropogênicas ou até mesmo representar um bosque em estágios iniciais (Schaeffer-Novelli e Cintrón, 1986). A densidade, portanto, é em função de sua idade e amadurecimento, e é expressa normalmente em termos de indivíduo por hectare ou troncos por hectare (Cidreira, 2014). A média de densidade de indivíduos foi de 1.311,13, enquanto a densidade de troncos foi de 5.533,43. Importante ressaltar que a estação F3 apresentou um maior valor de densidade de troncos com 5.800,29 (Tabela 4). Os valores encontrados da densidade de troncos podem mostrar indícios de crescimento, assim como a possível exposição de nutrientes no bosque, providas do esgoto.

Tabela 4 - Densidade de indivíduos e troncos das espécies vivas e mortas.

F1				
Espécies V/M	N.T	%	N.I	%
<i>Rhizophora mangle. V</i>	10	8,4	9	20,00
<i>Rhizophora mangle. M</i>	4	3,36	4	8,89
<i>Laguncularia racemosa. V</i>	87	73,11	27	60,00
<i>Laguncularia racemosa. M</i>	3	2,52	0	0,00
<i>Avicennia schaueriana. V</i>	14	11,76	4	8,89
<i>Avicennia schaueriana. M</i>	1	0,84	1	2,22
Total	119	100	45	100
F2				
Espécies V/M	N.T	%	N.I	%
<i>Rhizophora mangle. V</i>	9	7,76	7	22,58
<i>Rhizophora mangle. M</i>	1	0,86	1	3,23
<i>Laguncularia racemosa. V</i>	68	58,62	14	45,16
<i>Laguncularia racemosa. M</i>	9	7,76	0	0
<i>Avicennia schaueriana. V</i>	25	21,55	9	29,03

<i>Avicennia schaueriana. M</i>	4	3,45	0	0,00
Total	116	100	31	100

F3

Espécies V/M	N.T	%	N.I	%
<i>Rhizophora mangle. V</i>	0	0,00	0	0,00
<i>Rhizophora mangle. M</i>	0	0,00	0	0,00
<i>Laguncularia racemosa. V</i>	80	90,91	13	86,67
<i>Laguncularia racemosa. M</i>	7	7,95	1	6,67
<i>Avicennia schaueriana. V</i>	1	1,14	1	6,67
<i>Avicennia schaueriana. M</i>	0	0	0	0,00
Total	88	100	15	100

Em que: V - Vivo; M - Morta; N.T - Número de Troncos; N.I - Número de Indivíduo.

A floresta de mangue do rio Frágoso composta por três espécies apresentou *R. mangle* com 19,05%, *L. racemosa* com 64,29% e *A. schaueriana* com 16,67%. O presente estudo revela a dominância de *L. racemosa*, entretanto, não deve ser considerada como monoespecífica, por apresentar uma porcentagem relevante das outras espécies. Assim, o bosque de mangue do rio Frágoso pode ser definido no sentido de distribuição de espécies como misto. Importante esclarecer que de forma geral as espécies tendem a seguir uma zonação bastante popular dentre os trabalhos de mangue, a espécie *R. mangle* apresentam-se na grande maioria na franja do manguezal próximo a fluxo da água em sequência a *L. racemosa* residindo com uma certa distância do afluente recebendo pouca influência da maré, ao final é a *A. schaueriana* que se encontra ainda mais distante do canal da água. Dito isto, no trabalho de Nascimento (2007) na sua pesquisa no rio Ariquindá (estuário do Tamandaré, PE) atestou em uma das suas parcelas transversais que a espécie dominante no bosque de bacia é a *L. racemosa*, assim como encontrado do rio frágoso, reafirmando a zonação comum da espécie. Em Almeida (2014) no bosque de mangue do rio Tabatinga, em Suape, Pernambuco, houve a dominância expressiva de *L. racemosa*, sendo considerado um bosque monoespecífico. Assim como no rio Frágoso, o bosque de mangue de Almeida (2014) também possui estrutura fisiográfica bacia, evidenciando a predisposição da *L. racemosa* para o tipo fisiográfico bacia. Importante ressaltar que nem sempre a zonação das espécies apresentam um padrão.

Quanto à área basal, há uma grande variação nos bosques. Nascimento (2007) descreve a área basal de 19,06 m²/ha no rio Ariquindá, enquanto que Almeida (2014) apresentou para o rio Tabatinga, área basal entre 11,17 a 42,35 m²/ha. Silva *et al.* (2005) rio São Mateus (ES), descreve sua área basal entre 7,21 a 31,1 m²/ha. Já Meireles (2016) no delta do rio Parnaíba (PI) informa que no seu trabalho a área basal apresentou média de 11,253 m²/ha.

Comparando os resultados do presente trabalho, com dos autores citados acima, é possível dizer que o bosque de mangue do rio Frágoso possui um bom desenvolvimento estrutural. Tal fato se confirma, ao verificar a quantidade de árvores com diâmetros acima de 10 cm. Outra variável importante é altura média do bosque, que variou entre 6,5 a 8,2 m. Já a altura média do dossel é 10,32m, também considerado alto para os padrões dos manguezais nordestinos, confirmando se tratar de um bosque maduro. Deus *et al.* (2003) revela que em sua pesquisa no Nordeste, especificamente no estado Piauí, existem árvores que passam dos 12 m de altura. Nascimento (2007) aborda que a altura média varia entre 0,4 a 8,9 nos bosques de bacia dominados por *L. racemosa*.

Apesar da densidade de troncos variar significativamente de manguezal para manguezal, altas densidades de troncos podem representar um bosque que sofreu alguma influência de tensores. Nos manguezais do rio Paraíba do Sul (ES), Bernini e Rezende (2004) encontraram a densidade média de troncos entre 1.920 a 3.400 n/ha.

Bernini e Rezende (2010) no estuário do rio Itabapoana entre (ES-RJ) manguezal que recebe efluentes domésticos apresentou com densidade de troncos entre 200 a 5.714 n/ha. Resultado bastante similar encontrado no rio Frágoso que também sofre com despejo de efluentes domésticos. Longo (2008) às margens do Canal do Jordão na cidade do Recife (PE) possui registros de efluentes, obteve uma densidade de troncos alta de 2.600 a 7.370 n/ha.

Cidreira (2014) relata que sua densidade de troncos variou entre 24.427 a 3.100 n/ha. No rio Paripe, Itamaracá (PE) Medeiros (1996) encontra a densidade média de troncos no valor de 3.487 n/ha.

6 - CONCLUSÃO

É evidente que o bosque de mangue do rio Fragoso sofre com tensores antropológico por consequência da grande urbanização que se propaga cada vez mais ao seu redor, destaca-se nessa região lançamento de efluentes no remanescente. Lugo e Snedaker (1974) esclarecem que a constância dos tensores afeta o desenvolvimento do ecossistema, entretanto, o bosque apresentou-se vigoroso com sinais de vitalidade e com indícios de crescimento, indícios de uma possível fertilização de nutrientes por esgoto. Observando os dados de cada variável em conjunto com ênfase na classe diamétrica é possível afirmar que o mangue esteja incorporando a matéria orgânica proveniente dos efluentes, servindo como um grande filtro biológico, assim sendo essencial para manutenção da qualidade da água do rio Fragoso.

No âmbito geral o trabalho mostrou-se efetivo em cumprir seus objetivos, mostrando as variáveis importantes entre as parcelas. É importante esclarecer que os dados presente neste trabalho evidenciam retrato do bosque remanescente no rio Fragoso e através do resultados será possível estabelecer comparações com outros bosques urbanizados. Assim, entender como os mangues urbanizados estão se comportando sobre a influência de tensores antrópicos, destacando-se crescimento imobiliário e efluentes domésticos.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). Recife: Governo do Estado de Pernambuco, [s.d.]. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/184-bacias-hidrograficas-gl-1/222-gl-1>. Acesso em: 10 jul. 2025.
- ALMEIDA, V. C. *et al.* Caracterização estrutural do manguezal do rio Tabatinga, Suape, Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 42, n. 1, p. 33-47, 2014.
- ALMEIDA, *et al.* Monitoramento fenológico para avaliação de impacto ambiental em manguezais estuarinos no Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, 2021.
- BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Estrutura da vegetação em florestas de mangue do estuário do rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 491-502, 2004.
- BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 49-60, 2010.
- BRANDÃO, I. M.; GUIMARÃES A. S.; TRAVASSOS P. E. P. Ecologia de paisagem: uma análise multi-temporal dos manguezais urbanos do Complexo de Salgadinho, Olinda/PE. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE. p. 4569-4576.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, ano 149, nº 102, p. 1, 2012.
- CHEE, Yung En. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. **Biological conservation**, v. 120, n. 4, p. 549-565, 2004.
- CIDREIRA, V.C.A. Impacto do assoreamento sobre o desenvolvimento estrutural do bosque de mangue do rio Tabatinga, Suape, Pernambuco, Brasil. **Dissertação de Mestrado**-Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco. p.77.2014.
- CINTRÓN, Gilberto; NOVELLI, Yara Schaeffer. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur América. **Ciencia interamericana**, v. 25, n. 1-4, p. 4-15, 1985.
- COPERTINO, Margareth S. *et al.* Seagrass and submerged aquatic vegetation (VAS) habitats off the coast of Brazil: state of knowledge, conservation and main threats. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 53-80, 2016.
- CORREIA, Monica Dorigo; SOVIERZOSKI, Hilda Helena. **Ecossistemas marinhos: recifes, praias e manguezais**. Maceió: Edufal, p.55, 2005.
- COSTANZA, Robert *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

DEUS, M. S. M. *et al.* Estrutura da vegetação lenhosa de três áreas de manguezal do Piauí com diferentes históricos de antropização. **Brasil Florestal**, v. 78, p. 53-60, 2003.

DITTMANN, Sabine *et al.* Effects of extreme salinity stress on a temperate mangrove ecosystem. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 5, p. 859283, 2022.

DONATO, Daniel C. *et al.* Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. **Nature geoscience**, v. 4, n. 5, p. 293-297, 2011.

HARARI, J. Manguezal: Ecossistema entre Terra e o Mar in: Noções de Oceanografia. 1. ed. São Paulo: **Instituto oceanográfico**. p. 926, 2021.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, P. 176, 2018.

KRUG, L. A.; LEÃO, C.; AMARAL, S. **Dinâmica espaço temporal de manguezais no Complexo Estuarino de Paranaguá e relação entre decréscimo de áreas de manguezal e dados sócio-econômicos da região urbana do município de Paranaguá – Paraná**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26, 2007, INPE. pp. 2753-2760.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, p. 319, 1986.

LONGO, A. F. P.; COELHO-JR, C. C.; NASCIMENTO-FILHO, G. A. Caracterização estrutural de bosque de mangue aprisionado na Cidade do Recife (Pernambuco, Brasil). **In: III Simpósio Brasileiro de Oceanografia**. Fortaleza, 2008, Fortaleza. Anais do III Simpósio Brasileiro de Oceanografia. Fortaleza, p. 3, 2008.

LUGO, A. E. Mangrove ecosystems: successional or steady state?. **Biotropica**, p. 65-72, 1980.

MEIRELES, V. Estrutura e apropriação de espécies lenhosas de mangue no Delta do Parnaíba, Nordeste do Brasil. **Dissertação de Doutorado**. p. 91, 2016.

MEDEIROS, T. C. Produtividade e biomassa das espécies arbóreas do manguezal do estuário do rio Paripe, em Vila Velha, Itamaracá - PE. **Dissertação de Mestrado**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. p. 191, 1996.

MENGHINI, R. Ecologia de manguezais: grau de perturbação e processos regenerativos em bosques de mangue da Ilha Baranabé, Baixada Santista, São Paulo, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. p. 98, 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília, DF: **ICMBio**. p. 85, 2018.

MORAES, *et al.* Flora epifítico vascular do manguezal do Rio Una do Prelado, Estação Ecológica Juréia-Itatins, Iguape, SP: dados preliminares. **IF Série Registros**, v. 36, p. 103-108, 2008.

NANNI, *et al.* A importância dos manguezais para o equilíbrio ambiental. **in: II simpósio internacional de ciências integradas Da UNAERP campus Guarujá.** p. 12, 2005.

NASCIMENTO FILHO, G. A. Desenvolvimento estrutural e padrão de zonação dos bosques de mangue do rio Ariquindá, Baía de Tamandaré, Pernambuco. **Dissertação de Mestrado-Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.** Recife. p.82. 2007.

PRIMAVERA, Jurgenne H. Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone. **Ocean & Coastal Management**, v. 49, n. 9-10, p. 531-545, 2006.

SAENGER, P.; HEGERL, E. J.; DAVIE, Jim DS (Ed.). **Global status of mangrove ecosystems.** International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. p.92, 1983.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fitossociologia. Pesquisa Botânica Nordestina: Progresso, perspectivas. Recife, **Sociedade Botânica do Brasil - Seção Regional de Pernambuco.** p. 203-224. 1996.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; CINTRÓN, G. Guia para estudo de áreas de manguezal; estrutura, função e flora. p.150, 1986.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara *et al.* Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204-218, 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: **Caribbean Ecological Research.**p. 53, 1995.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema que ultrapassa suas próprias fronteiras. In: **Congresso Nacional de Botânica**, 53., 2002, Recife, p. 34-37, 2002.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; CINTRÓN, G. Monitoramento do Ecossistema Manguezal: Estrutura e Características Funcionais. 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-SP: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, cap. 4, p. 62-80, 2015.

SILVA, *et al.* Características Estruturais de Bosques de Mangue do Estuário do Rio São Mateus, ES, Brasil. **Acta Botânica Brasilica.** v.19, n.3, p. 465-471, 2005.

SOARES, M. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 503-515, 1999.

SMITH, *et al.* Estrutura florestal. **Ecossistemas de manguezais tropicais** , v. 41, p. 101-136, 1992.

SOUZA, *et al.* Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica. **Educação Ambiental sobre Manguezais. São Vicente: Unesp**, p. 16-56, 2018.

SOUZA, R. Alterações na paisagem urbana: uma análise morfodinâmica da área do entorno do Manguezal Chico Science, Olinda PE. p. 21, 2006.

VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções**. Edusp, 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p. 233, 2002.

VIEIRA, *et al.* Problemas ambientais da bacia do rio Fragoso em Pernambuco. **XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. p. 20, 2003.

VO, Quoc Tuan *et al.* Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. **Ecological indicators**, v. 23, p. 431-446, 2012.