

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SIDNEY VINCENT DE PAUL VIKOU

INDICADORES GEOGRÁFICOS DE QUALIDADE AMBIENTAL PARA  
MONITORAMENTO DE MANGUEZAIS – ÁREA PILOTO - PERÍMETRO URBANO DE  
PARANAGUÁ - PARANÁ - BRASIL

CURITIBA

2024

SIDNEY VINCENT DE PAUL VIKOU

INDICADORES GEOGRÁFICOS DE QUALIDADE AMBIENTAL PARA  
MONITORAMENTO DE MANGUEZAIS – ÁREA PILOTO - PERÍMETRO URBANO DE  
PARANAGUÁ - PARANÁ - BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sony Cortese Caneparo  
Coorientador: Prof. Dr. Everton Passos

CURITIBA

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Vikou, Sidney Vincent de Paul  
Indicadores geográficos de qualidade ambiental para  
monitoramento de manguezal: área piloto de Paranaguá, litoral do  
Paraná – Brasil / Sidney Vincent de Paul Vikou. – Curitiba, 2024.  
1 recurso on-line: PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná Setor de  
Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia.  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sony Cortese Caneparo  
Coorientador: Prof. Dr. Everton Passos

1. Ecossistemas – Paraná. 2. Ecologia dos manguezais –  
Paranaguá (PR). 3. Ecologia costeira. 4. Ordenamento Territorial -  
Paraná. I. Caneparo, Sony Cortese. II. Passos, Everton.  
III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação  
em Geografia. IV. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO GEOGRAFIA -  
40001016035P1

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação GEOGRAFIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **SIDNEY VINCENT DE PAUL VIKOU** intitulada: **INDICADORES GEOGRÁFICOS DE QUALIDADE AMBIENTAL PARA MONITORAMENTO DE MANGUEZAIS - ÁREA PILOTO - PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ - PARANÁ - BRASIL.**, sob orientação da Profa. Dra. SONY CORTESE CANEPARO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 13 de Dezembro de 2023.

Assinatura Eletrônica  
31/01/2024 15:57:52.0  
SONY CORTESE CANEPARO  
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica  
21/12/2023 09:29:21.0  
LETICIA AYUMI DUARTE  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ -  
CURITIBA)

Assinatura Eletrônica  
19/12/2023 18:51:04.0  
EDUARDO VEDOR DE PAULA  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica  
31/01/2024 15:57:05.0  
ALZIR FELIPPE BUFFARA ANTUNES  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica  
19/12/2023 13:53:19.0  
CINTHIA MARIA DE SENA ABRAHÃO  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida, saúde, graça, oportunidades e suporte espiritual ao longo da minha caminhada, especificamente nos momentos de angústia.

À minha família pelo apoio, apesar da distância e pelos anos que não nós encontramos e por sempre acreditar em mim;

Aos meus orientadores Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sony Cortese Caneparo e Prof. Dr. Everton Passos pela paciência, carinho e dedicação no que diz respeito à orientação da pesquisa, pelas contribuições e ajuda imensurável na parte de processamento e modelagem. Imensamente grato pelo tempo dedicado ao longo de todo o processo desta pesquisa;

À banca pelas contribuições em melhorar o trabalho apresentado.

Ao Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (LAGEAMB) pela disponibilidade da plataforma Geonode em parceria com a Prefeitura Municipal de Paranaguá, por todas as oportunidades e experiências em participação de projetos, especialmente aos Professores Eduardo Vedor de Paula e Liliani Marília Tiepolo. À Ariane Maria Basílio Pigosso e toda a equipe da Supervisão Ocupacional;

A todos os amigos que contribuíram para este trabalho, especificamente a Daiane Pilatti e Otácilio Paz

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela outorga de bolsa de estudo durante o período de vigência da pesquisa;

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia da UFPR, seu corpo docente e funcionários;

Por fim, à minha companheira Doralice e a minha filha Elisa pela paciência e compreensão no decorrer da pesquisa.

Dedico este trabalho à minha  
companheira, filha, mãe e meus irmãos. Ao  
meu pai in memoriam.

## RESUMO

Os manguezais são localizados nas regiões costeiras e constitui um ecossistema de transição entre os ambientes terrestre e marinho. Destaca-se pelos importantes serviços ecossistêmicos que desempenha. Contudo, apesar da relevância ecológica e estratégica, ainda sofre pressões antrópicas e vem perdendo em extensão e, sobretudo, em qualidade ambiental. Como área teste piloto, foi escolhido o município de Paranaguá em seu recorte urbano que, por sua vez, mescla diferentes usos que têm causado pressões significativas sobre os manguezais. Neste sentido, a presente pesquisa tem como objetivo propor um escopo metodológico de construção de indicadores para monitoramento da qualidade ambiental no entorno de ecossistemas sensíveis, tal como o Manguezal. Em termos metodológicos, a pesquisa recorreu a observações de campo, levantamentos bibliográficos e uso de Sistema de Informações Geográficas, por meio, de mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal, Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) para saúde dos manguezais e, por fim, modelagem de apoio à decisão pela Combinação Linear Ponderada. As variáveis utilizadas foram: Uso da terra e cobertura vegetal, Renda média por domicílio, Domicílios com coleta de esgoto, Domicílios com lixo coletado e Domicílios particulares permanentes, classes de Zoneamento Ecológico-Econômico, Áreas de Preservação Permanentes, Zoneamento Urbano do Plano Diretor e NDVI. Essas variáveis passaram por um processo de sistematização para estruturar os indicadores utilizados na presente pesquisa. Os resultados apontaram um aumento nas áreas edificadas no período de análise, materializado principalmente pela supressão e conversão de áreas de cobertura vegetal em áreas com uso antrópico. Em termos de espacialização da qualidade ambiental, observou-se que a área central do perímetro urbano abrange, principalmente as classes que variam de média a muito baixa qualidade ambiental, sendo que estas áreas apresentam os maiores níveis de antropização. As áreas com alta e muito alta qualidade ambiental foram as com permanência da cobertura vegetal. O NDVI apontou para alterações em manchas de manguezais localizadas em áreas próximas à malha urbana. Como conclusão, foi comprovada que a escolha metodológica da pesquisa possibilitou a integração entre diferentes categorias de indicadores para que fosse possível alcançar um produto conciso que é o mapa de qualidade ambiental da área de estudo. Os produtos desta pesquisa podem dar subsídios a instrumentos de ordenamento territorial do município ou projetos específicos de proteção aos manguezais, destacando a necessidade da construção de um olhar holístico para a proteção deste ecossistema que leve em consideração as atividades antrópicas desenvolvidas no entorno.

**Palavras-chave:** Manguezal; Ecossistemas costeiros, Combinação Linear Ponderada; Ordenamento Territorial.

## ABSTRACT

Mangroves are a transitional ecosystem between the terrestrial and marine environments and are located in coastal regions. It is an important ecosystem that plays an important ecological and strategic role. However, still suffering from anthropogenic pressures and is losing its extension and environmental quality. The goal of this research is to propose a methodological framework for constructing indicators to monitor environmental quality around sensitive ecosystems, such as mangroves. The study area was the mangroves located on the urban perimeter of the municipality of Paranaguá. The methodology used field observations, bibliographic surveys, use of Geographic Information Systems to map land use and vegetation cover, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for mangrove health and decision support modelling using Weighted Linear Combination. The variables used were: Land use and vegetation cover, average income per household, households with sewage collection, households with garbage collection and permanent private households, Ecological-Economic Zoning classes, Permanent Preservation Areas, Urban Zoning of the Master Plan and the NDVI. These variables were structured to provide the basis for the indicators used in this research. The results showed an increase in built-up areas during the analysis period, marked by the suppression and conversion of areas of vegetation cover into areas with anthropic use. About the environmental quality, it was observed that the central area of the urban perimeter mainly covers classes ranging from medium to very low environmental quality, and that these areas have the highest levels of anthropization. The areas with high and very high environmental quality were those with permanent vegetation cover. The NDVI showed changes in mangrove patches located in areas close to the urban area. In conclusion, the methodological choice of the research made it possible to integrate different categories of indicators in order to achieve a concise product, which is the environmental quality map of the study area. The products of this research can be used to support the municipality's land-use planning instruments or specific mangrove protection projects, highlighting the need to build a holistic approach to protecting this ecosystem that considers the anthropogenic activities carried out in its surroundings.

**Keywords:** Mangroves; Coastal ecosystems; Weighted Linear Combination; Land-use planning.

## RESUMÉ

Les mangroves sont un écosystème de transition entre les environnements terrestres et marins et sont situées dans les régions côtières. C'est un écosystème important qui joue un rôle écologique et stratégique majeur. Cependant, il subit encore des pressions humaines et perd en extension et surtout en qualité environnementale. L'objectif de cette recherche est de proposer un cadre méthodologique pour la construction d'indicateurs de suivi de la qualité environnementale autour des écosystèmes sensibles, tels que les mangroves. La zone d'étude représente les mangroves situées dans le périmètre urbain de la municipalité de Paranaguá. La méthodologie utilisée a eu recours aux observations sur le terrain, études bibliographiques et de systèmes d'information géographique pour cartographier l'utilisation des sols et la couverture végétale, Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI) pour la santé des mangroves et la modélisation de l'aide à la décision à l'aide de la combinaison linéaire pondérée. Les variables utilisées sont : utilisation des sols et la couverture végétale, revenu moyen par domicile, domiciles disposant d'un système de collecte des eaux usées, domiciles disposant de déchets collectés et les domiciles permanents, classes de zonage écologique et économique, zones de préservation permanente, zonage urbain du plan directeur et Indice de Végétation par Différence Normalisée. Ces variables ont été structurées de manière à fournir la base des indicateurs utilisés dans cette recherche. Les résultats montrent une augmentation des zones construites au cours de la période analysée, marquée par la suppression et la conversion de zones de couverture végétale en zones à usage anthropique. En ce qui concerne la qualité de l'environnement, on observe que la zone centrale du périmètre urbain comprend principalement les classes de qualité environnementale moyenne à très faible, ces zones présentent les niveaux d'anthropisation les plus élevés. Les zones de qualité environnementale élevée et très élevée sont celles qui présentent une couverture végétale permanente. Le NDVI a montré des changements dans les parcelles de mangrove situées dans les zones proches de la zone urbaine. En conclusion, le choix méthodologique de la recherche a permis d'intégrer différentes catégories d'indicateurs afin d'obtenir un produit concis, à savoir la carte de la qualité environnementale de la zone d'étude. Les produits de cette recherche peuvent être utilisés pour améliorer les instruments d'aménagement du territoire de la municipalité ou des projets spécifiques de protection de la mangrove, en soulignant la nécessité de construire une approche holistique de la protection de cet écosystème qui tienne compte des activités anthropogéniques menées dans son environnement.

Mots-clés : Mangroves ; écosystèmes côtiers ; combinaison linéaire pondérée ; aménagement du territoire

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - CARACTERÍSTICAS DAS DIFERENTES FEIÇÕES DO MANGUEZAL .....	26
QUADRO 02 - TIPOS DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS FORNECIDOS PELOS MANGUEZAIS.....	29
QUADRO 03 - PROPOSTAS DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO ESPECÍFICOS AOS MANGUEZAIS.....	78
QUADRO 04 - ESCALA DE VALORES AHP PARA COMPARAÇÃO PAREADA.....	83
QUADRO 05 - NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS E EMPREGOS NO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ SEGUNDO AS ATIVIDADES ECONÔMICAS EM 2021 .....	112
QUADRO 06 - SÍNTESE DA ORGANIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS EM INDICADORES TEMÁTICOS .....	133
QUADRO 07 - SÍNTESE DA ORGANIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS EM INDICADORES TEMÁTICOS .....	139
QUADRO 08 - DADOS COLETADOS E FONTES CONSULTADAS .....	140
QUADRO 09 - ESCALAS DE MAPA VERSUS FAIXA DE RESOLUÇÃO ESPACIAL.....	143
QUADRO 10 - ESCALA DE VALORES AHP PARA COMPARAÇÃO PAREADA .....	153
QUADRO 11 - ESCALA DE COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS .....	153
QUADRO 12 - DETERMINAÇÃO DOS PESOS DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA QUALIDADE AMBIENTAL .....	154

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - DISTRIBUIÇÃO DOS MANGUEZAIS À NÍVEL MUNDIAL.....	31
FIGURA 02 - MAPA DE MANGUEZAIS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO BRASIL .....	33
FIGURA 03 - TIPOS DE CURVA DE PERTINÊNCIA.....	82
FIGURA 04 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ, LITORAL DO PARANÁ, BRASIL.....	89
FIGURA 05 - MAPA DA LOCALIZAÇÃO DOS BAIRROS DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ.....	90
FIGURA 06 - MAPA DE USO DO SOLO DE PARANAGUÁ, 2019 .....	126
FIGURA 07 - FLUXOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DA PESQUISA .....	134
FIGURA 08 - USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ (1985, 2000, 2010, 2020).....	160
FIGURA 09 – MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 1985 .....	161
FIGURA 10 - MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 2000 .....	162
FIGURA 11 - MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 2010.....	163
FIGURA 12 - MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 2020.....	164
FIGURA 13 - OCORRÊNCIA DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA - MANGUEZAL (1985, 2000, 2010, 2020) - COMPARAÇÃO DAS ÁREAS EM HECTARES.....	171
FIGURA 14 - OCORRÊNCIA DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA - MANGUEZAL (1985, 2000, 2010, 2020) .....	172
FIGURA 15 - MAPEAMENTO DA DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA OCORRÊNCIA FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA (MANGUEZAL) ENTRE OS ANOS 1985, 2000, 2010 E 2020.....	176
FIGURA 16 - PADRONIZAÇÃO FUZZY DOS PLANOS DE INFORMAÇÃO (PI'S): 1 - FUZZY DOMICÍLIOS COM ESGOTO COLETADO; 2- FUZZY DOMICÍLIOS COM LIXO COLETADO .....	179



FIGURA 17 - MAPA-SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 2020 .....	183
FIGURA 18 - MAPA DO ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 2022 .....	189
FIGURA 19 - MAPA DAS CLASSES DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE) NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ.....	194
FIGURA 20 - MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP)NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ .....	197
FIGURA 21 - MAPA SÍNTESE ENTRE A QUALIDADE AMBIENTAL E O ZONEAMENTO DO PERÍMETRO URBANO DE URBANO DE PARANAGUÁ.....	199
FIGURA 22 - MAPA DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO (COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA) E ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE) NO PERÍMETRO URBANO DE URBANO DE PARANAGUÁ .....	202
FIGURA 23 - MAPA DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO (COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA) E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) NO PERÍMETRO URBANO DE URBANO DE PARANAGUÁ .....	205
FIGURA 24 - MAPA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) APLICADO AO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ .....	207
FIGURA 25 - MAPA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) APLICADO AOS MANGUEZAIS DENTRO DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ .....	207
FIGURA 26 - CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS RETRATANDO A OCUPAÇÃO RESIDENCIAL PRECÁRIA NOS MANGUEZAIS .....	211
FIGURA 27 - CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS RETRATANDO A OCUPAÇÃO RESIDENCIAL EM ÁREAS CONTÍGUAS AOS MANGUEZAIS. ACESSO AO MANGUEZAL PELO FUNDO DA CASA .....	21
FIGURA 28 - CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS RETRATANDO O DESPEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ÁREAS CONTÍGUAS AOS MANGUEZAIS .....	212
FIGURA 29 - CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS RETRATANDO O DESPEJO DE ESGOTO EM ÁREAS CONTÍGUAS AOS MANGUEZAIS .....	213

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA E PERFIL POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ, PR ENTRE 1980 E 2022 .....	115
TABELA 02 - POPULAÇÃO CENSITÁRIA – TOTAL DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ E DA REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA PARANAGUÁ EM 2010 .....	116
TABELA 03 - CLASSES DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL .....	125
TABELA 04 - USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ (1985, 2000, 2010, 2020) .....	160
TABELA 05 - DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA OCORRÊNCIA FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA (MANGUEZAL) ENTRE OS ANOS 1985, 2000, 2010 E 2020 .....	175
TABELA 06 - DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE QUALIDADE AMBIENTAL NO ENTORNO DOS MANGUEZAIS COM BASE NA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA.....	182

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	- Processo Analítico Hierárquico (Analytical Hierarchy Process)
AMC	- Análise Multicritério
APP	- Áreas de Proteção Permanente
CCS-U	- Corredor de Comércio e Serviço
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IAPAR	- Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná
IAT	- Instituto Água e Terra - Paraná
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
NDVI	- Índice de Vegetação da Diferença Normalizada
PDDI	- Plano de Desenvolvimento Integrado
PDS	- Plano para o Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná
PI	- Plano de Informação
DEZ	- Zona de Desenvolvimento Econômico
ZCQU	- Zona de Consolidação e Qualificação Urbana
ZCEU	- Zona de Consolidação e Expansão Urbana
ZQUT	- Zona de Qualificação Urbana e Turística
ZARU	- Zona de Adensamento e Requalificação Urbana
ZEE	- Zoneamento Ecológico Econômico
ZEIS	- Zona Especial de Interesse Social
ZIPT	- Zona de Interesse Patrimonial e Turístico
ZPSR	- Zona de Proteção do Santuário do Rocío
ZII	- Zona de Interesse Institucional
ZCA	- Zona de Controle Ambiental
ZRO	- Zona de Restrição à Ocupação
ZFV	- Zona de Fundo de Vale
ZPO	- Zona do Porto Organizado
ZRP	- Zona Retro Portuária
ZEP	- Zona de Expansão Portuária
ZT	- Zona de Transição
ZOD	- Zona de Ocupação Dirigida

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>25</b>
2.1	ECOSSISTEMA MANGUEZAL .....	25
2.1.1	ASPECTOS CONCEITUAIS E IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA .....	25
2.1.2	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DOS MANGUEZAIS.....	29
2.1.3	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA .....	32
2.1.4	ASPECTOS BIÓTICOS.....	36
2.1.5	ASPECTOS ABIÓTICOS.....	39
2.1.6	AMEAÇAS .....	41
2.1.7	ESTRATÉGIAS DE PROTEÇÃO DO MANGUEZAL NA ESFERA INTERNACIONAL.....	44
2.1.8	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÇÃO AO MANGUEZAL .....	45
2.1.9	LEGISLAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AO MANGUEZAL .....	50
2.1.10	RESTAURAÇÃO DE MANGUEZAIS.....	51
2.2	QUALIDADE AMBIENTAL E INDICADORES DE AVALIAÇÃO .....	55
2.2.1	ABORDAGEM CONCEITUAL DA QUALIDADE AMBIENTAL .....	55
2.2.2	INSTRUMENTOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL.....	67
2.3	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL .....	73
2.3.1	SENSORIAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA DE MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DO MANGUEZAL .....	74
2.3.2	ANÁLISE MULTICRITÉRIO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM MANGUEZAIS.....	79
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>86</b>
3.1	SITUAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ E DO SEU PERÍMETRO URBANO .....	86
3.1.1	ASPECTOS FÍSICOS .....	90
3.1.1.1	GEOLOGIA .....	90
3.1.1.2	GEOMORFOLOGIA .....	92
3.1.1.3	CLIMA .....	94
3.1.1.4	HIDROGRAFIA .....	95
3.1.1.5	SOLOS .....	95

3.1.1.6	VEGETAÇÃO.....	97
3.2.	DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL: ASPECTOS HISTÓRICOS E ECONÔMICOS.....	98
3.2.1	CICLOS ECONÔMICOS DO PORTO DE DOM PEDRO II .....	105
3.2.2	SETORES E ATIVIDADES PRODUTIVAS DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ .....	111
3.2.3	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS .....	113
3.2.4	LEGISLAÇÃO MUNICIPAL E PROTEÇÃO AOS MANGUEZAIS.....	117
3.2.5	PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO E INFRAESTRUTURA URBANA DE PARANAGUÁ.....	121
<b>4</b>	<b>MATERIAIS, MÉTODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>130</b>
4.1	MATERIAL CARTOGRÁFICO E SOFTWARES .....	130
4.2	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	132
4.2.1	ETAPA 1: APROFUNDAMENTO TEÓRICO/CONCEITUAL .....	134
4.2.2	ETAPA 2: SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E CONSTRUÇÃO DE INDICADORES TEMÁTICOS .....	135
4.2.3	COLETA DE DADOS ESPACIAIS.....	137
4.2.4	ETAPA 4: TRATAMENTO DOS DADOS CARTOGRÁFICOS PARA GERAÇÃO DOS PLANOS E INFORMAÇÕES/MAPAS DE USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL.....	139
4.2.5	ETAPA 5: GERAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS .....	143
4.2.6	ESPACIALIZAÇÃO DE VARIÁVEIS DOS SETORES CENSITÁRIOS DO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010).....	145
4.2.7	ETAPA 6: APLICAÇÃO DE ROTINAS DE APOIO À DECISÃO ANÁLISE MULTICRITÉRIO (COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA).....	148
4.2.8	ETAPA 7: OBTENÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI).....	153
4.2.9	ETAPA 8: PLANOS DE INFORMAÇÕES RESULTANTES- MANIPULAÇÕES, CRUZAMENTOS E ANÁLISES .....	155
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>157</b>
5.1	MAPEAMENTOS DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL DE 1985, 2000, 2010 E 2020.....	158

5.2	MAPEAMENTO DO AVANÇO DA ANTROPIZAÇÃO NAS FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA – MANGUEZAL (1985, 2000, 2010, 2020).....	170
5.3	DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DE FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA (MANGUEZAL) ENTRE OS ANOS 1985, 2000, 2010 E 2020.....	173
5.4	ANÁLISE MULTICRITÉRIO - COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA.....	177
5.5	MAPEAMENTO DE USO DA TERRA E INSTRUMENTOS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL.....	186
5.6	ANÁLISE MULTICRITÉRIO (COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA) E INSTRUMENTOS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL: ESTA ETAPA VISA APRESENTAR OS RESULTADOS REFERENTES AO CRUZAMENTO ENTRE O MAPEAMENTO DA QUALIDADE AMBIENTAL E PLANO DIRETOR, ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO (ZEE), ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE (APPS).....	197
5.7	ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) E MAPEAMENTOS DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL, PLANO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO (PDDI), ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE) E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APPS).....	205
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>215</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>221</b>
	<b>APÊNDICE A – CONJUNTO DE VARIÁVEIS LEVANTADAS COM BASE NO REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>239</b>
	<b>APÊNDICE B – AGUPAMENTO DAS VARIÁVEIS EM FREQUENCIA DE USO COM BASE NO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁCO .....</b>	<b>243</b>
	<b>APÊNDICE C – AUTORES LEVANTADOS COM BASE NO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO .....</b>	<b>244</b>
	<b>APÊNDICE D – SÍNTESE DA ORGANIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA DE LIBAULT (1971).....</b>	<b>246</b>
	<b>ANEXO A – CLASSES DE ZONEAMENTO DO PLANO DIRETOR DE PARANAGUÁ DE 2022.....</b>	<b>247</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os manguezais são as únicas florestas situadas na confluência da terra e do mar nas regiões tropicais e subtropicais do planeta e sujeitas à influência das marés. Encontram-se em áreas estuarinas, baías e enseadas que fornecem as condições adequadas ao seu estabelecimento. São compostos por árvores ou arbustos que se desenvolvem em áreas abrigadas e com baixa energia das ondas (LUGO, SNEDAKER, 1974; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; DUKE et al., 1998; ALONGI, 2002).

Desempenham vários serviços ecossistêmicos como a proteção da linha de costa; aprisionamento de sedimentos carregados pelos rios; controle de inundação; concentração de nutrientes; renovação da biomassa costeira e geração de bens tangíveis (CUNHA-LIGNON et al., 2011; PEREIRA FILHO, ALVES, 1999; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2005; SOUZA *et al.*, 2018).

O manguezal se destaca por ser um dos ecossistemas mais produtivos do planeta e sua importância para a manutenção de bens e serviços é considerável. Adicionalmente, os manguezais possuem um papel importante na fixação de carbono. Conforme apresentado por Spalding *et al.* (2021), a capacidade dos manguezais de converter dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em carbono orgânico apresenta taxas mais altas que quase qualquer outro habitat na Terra. Esse “carbono azul” é armazenado tanto na biomassa quanto nos solos, onde pode permanecer por séculos contribuindo assim com a redução da vulnerabilidade da zona costeira às mudanças climáticas (ICMBio, 2018; SPALDING *et al.*, 2021).

No Brasil, no que diz respeito à distribuição geográfica, a zona costeira brasileira abrange 17 estados litorâneos e cobre um total de 7.408 km de contato com as águas do Oceano Atlântico, junto com Fernando de Noronha, que possui o único manguezal oceânico do Atlântico Sul. O único estado que não possui cobertura vegetal típica de manguezal é o Rio Grande do Sul. Os manguezais se estendem desde a foz do rio Oiapoque, no Estado do Amapá (4° 30' latitude Norte), até o Estado de Santa Catarina (município de Laguna, na latitude 28° 30' S).

A proteção dos manguezais por muito tempo foi menosprezada por se tratar de um ecossistema ao qual uma parte da população associa uma imagem pejorativa tal como lugar de desordem, sujeira ou local suspeito. A essa imagem que paira no imaginário popular da parcela da população que não obtém seu sustento direito dos manguezais, ainda se acrescenta o fato de representar áreas de interesse econômico. A pressão enfrentada pelos manguezais no que diz respeito a sua proteção vem se agravando tendo como principais fatores responsáveis, entre



outros: a expansão dos portos em razão do aumento das exportações e importações, urbanização de áreas costeiras, por meio da criação de loteamentos luxuosos (disponibilidade de marinas aos proprietários), instalação de pessoas carentes nos locais menos atrativos (BRANDÃO, 2011; MATSUMI e FREITAS, 2018).

A zona costeira além de abrigar uma multiplicidade de ecossistemas, é também o palco de grande dinamismo urbanístico, econômico, portuário, turístico, entre outros. A sua ocupação se desencadeou em função do modelo de produção que tinha como foco o mercado externo e viabilizado por meio da instalação dos portos. Em outras palavras, a configuração da zona costeira brasileira observada atualmente decorre de um conjunto de ações implementadas, durante o período colonial e caracterizado pelas exportações de matérias primas através dos portos marítimos. Isso se justifica pelo fato que a movimentação das matérias primas pela via portuária teve também como efeito secundário a implantação nas proximidades dos portos dos primeiros núcleos urbanos (CANEPARO, 1999; STROHAECKER, 2008).

A urbanização rápida e contínua da zona costeira pode comprometer a capacidade dos manguezais em oferecer serviços ecossistêmicos por meio da redução direta do habitat e da consequente degradação. Adicionalmente, a pressão sobre este ecossistema não apenas reduz a quantidade de todos os serviços derivados dos manguezais, mas também aumenta a vulnerabilidade das comunidades costeiras a eventos físicos extremos. A destruição dos manguezais também ameaça a existência dos demais ecossistemas costeiros, devido ao impacto aos vários processos funcionais existentes nesse ambiente (SANTOS, FURLAN, 2021; LEE et al., 2014).

No Brasil, o manguezal enfrenta uma série de ameaças para sua conservação, sendo que as estimativas apontam para uma perda de 25% dos manguezais em todo o território nacional desde o início do século XX (FERNANDES et al., 2018; FERREIRA; LACERDA, 2016; ICMBio, 2018; MAGRIS; BARRETO, 2010; OTTONI et al., 2021; PAULA et al., 2019; UNEP, 2006)

Além dos efeitos sobre os manguezais, pode-se dizer que a desordenada expansão urbana acaba gerando conflitos que impactam negativamente sobre um aspecto de suma importância que é a qualidade ambiental urbana. Essa, por sua vez, é degradada por ações antrópicas como a poluição atmosférica e das águas, produção de resíduos, alterações do microclima, destruição do solo, entre outros. Esse quadro de degradação acaba influenciando a qualidade ambiental e, de forma análoga, causa uma diminuição na qualidade de vida da população urbana. Assim, observa-se que a qualidade ambiental urbana é dependente de

processos socioambientais. Adicionalmente, a qualidade ambiental urbana diz respeito aos aspectos ambientais urbanos (natural e cultural) e resulta da ação antrópica que, por sua vez, influencia sua qualidade de vida (BORJA, 1997; BARGOS, 2010).

Nesta perspectiva, Bargas (2010) salienta que existe uma indissociabilidade entre os problemas urbanos e do meio ambiente. A urbanização é uma das principais causas da perda de áreas úmidas costeiras por exercer influência significativa sobre a estrutura e a função das zonas úmidas costeiras, principalmente por meio da modificação dos regimes hidrológicos e de sedimentação e da dinâmica de nutrientes e poluentes químicos. A urbanização, por meio do aumento da quantidade de áreas impermeáveis na bacia hidrográfica, resulta em uma alteração no regime hidrológico pela concentração do escoamento da chuva. A qualidade do escoamento também é modificada nas áreas urbanas, pois as cargas de sedimentos, nutrientes e poluentes aumentam nas áreas urbanas (LEE et al., 2006).

Para Morato (2008, p. 40), a qualidade do ambiente urbano tornou-se um dos aspectos mais importantes para determinar a qualidade de vida dos moradores. Do ponto de vista social, a crescente consciência de que os problemas ambientais podem afetar a saúde da população, associada ao crescimento da urbanização, cria a necessidade de avaliar a qualidade ambiental das áreas urbanas.

Em geral, locais das cidades onde a qualidade do meio ambiente é baixa são coincidentemente associados a áreas que concentram uma população de baixo poder aquisitivo, associada à falta de equipamentos públicos ou infraestrutura insuficiente, casas com assentamentos irregulares ou ilegais. No entanto, podem ser encontrados lugares em todo o espaço urbano que, apesar de apresentarem outros elementos, geralmente ainda afetam o declínio da qualidade ambiental (LIMA, 2018).

O contexto anteriormente apresentado marcado por um importante processo de urbanização e seus respectivos desdobramentos nos aspectos sociais, econômicos e, sobretudo, ambientais como é o caso da antropização do manguezal é observado no município de Paranaguá no litoral do Estado do Paraná. Ao se tratar de atividades econômicas exercidas nas zonas costeiras e especificamente no litoral do Paraná, observa-se que a economia do litoral paranaense é fundamentalmente uma economia de serviços portuários e turísticos.

No litoral do Paraná, os fatores geradores de significativos efeitos negativos sobre os manguezais englobam o desmatamento para fins de expansão urbana, de atividades industrial, portuária, entre outros; a exploração de madeira; especulação imobiliária; potenciais riscos da

aquicultura; contaminação por petróleo e seus derivados, fertilizantes, defensivos agrícolas ou metais pesados; dragagens; aterros para construção de vias de acesso (LANA, 2004).

Para os manguezais da baía de Paranaguá, a urbanização e a extração excessiva de recursos animais endêmicos representam dois tipos de pressão que podem afetar o ecossistema como um todo, a curto ou médio prazo, e piorar as condições de vida das comunidades locais. Nesse sentido, uma série de fatores representa importantes ameaça aos manguezais. Esses fatores incluem as atividades portuárias e industriais, a atratividade turística da região e a pressão fundiária sobre as terras das bacias hidrográficas. O mangue é, portanto, cobiçado como uma área adequada pra fins urbanos, ou visto como uma fonte inesgotável de recursos animais. Esses usos são incompatíveis com a legislação que protege o ecossistema (MARTIN e ZANONI, 1994).

Caneparo (1999) ressalta que a urbanização e a industrialização vigentes em Paranaguá transformaram as áreas de manguezais em locais de depósitos de resíduos sólidos e líquidos, óleos e outros perigosos poluentes químicos. Obras de canalização e drenagem que alteram o fluxo das águas, podem produzir efeitos diretos e indiretos como a alteração no nível da salinidade, assim como a poluição por óleo proveniente dos navios que ficam atracados no porto.

Nesse sentido, conforme apresentado por Tonetti (2011), migrantes de diferentes municípios do Estado se deslocaram para Paranaguá atraídos pelo crescimento das atividades portuárias. Contudo, as perspectivas e disponibilidade de emprego e renda são escassas devido ao crescente processo de implantação de novas tecnologias empreendidas pelo porto nas últimas décadas. Como desdobramento, a demanda de mão de obra tornou-se cada vez menor e cada vez mais especializada.

Para Varella e Souza (2021), considerando as últimas duas décadas, os limitados espaços físicos da cidade passaram a sofrer pressões vindos de dois vetores diferentes. O primeiro diz respeito a busca por novas áreas de moradia, haja vista o aumento de fluxos migratórios. Por sua vez, o segundo trata da reclassificação e apropriação de grandes áreas para expansão da atividade portuária. Além destes, acrescenta-se os aspectos físicos da área e as políticas preservacionistas de um município litorânea localizado na Mata Atlântica, delimitado por baías, mangues, florestas e densa malha hídrica. Esta conjuntura cria uma certa dificuldade e exige cautelas dos planejadores oficiais para harmonizar o direito à moradia e a proteção ambiental.

Em Paranaguá, os desdobramentos causados pelo aumento da pressão por áreas urbanas sobre a forma de uso da terra e cobertura vegetal se materializam pela supressão de fragmentos de vegetação arbórea em avançado estágio de desenvolvimento. As áreas mais impactadas se localizam próximas às manchas urbanas consolidadas, especificamente em áreas onde há terrenos com oferta de infraestrutura urbana próxima e de menor complexidade do relevo (áreas mais planas). Os manguezais e as matas ciliares dos rios que cruzam o perímetro urbano estão com alto grau de degradação ambiental devido ao descarte de resíduos sólidos diversos e lançamento de esgotos domésticos clandestinos, além de ocupações irregulares para fins habitacionais (PMSB, 2021).

Frente ao conjunto importante de pressões antrópicas (urbanização, atividades portuárias, industriais, aquicultura, entre outros) que enfrenta, o manguezal se tornou objeto de vários estudos internacionais e nacionais (ALONGI, 2002; BIGARELLA, 1946; DUKE et al., 1998; LUGO; SNEDAKER, 1974; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000).

Nesse sentido, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possuem como uma das suas principais características a capacidade de trabalhar, por meio do geoprocessamento, com a localização espacial das informações (espacialização) e se tornam uma importante ferramenta de análise espacial que atua na criação e desenvolvimento de modelos, que por sua vez, são utilizados para prever o rumo de eventos geográficos dinâmicos. Possuem ferramentas importantes que têm o potencial de auxiliar na avaliação da qualidade ambiental dos manguezais. Dentro da ampla gama de ferramentas disponíveis associadas ou integradas no geoprocessamento destacam-se: sensoriamento remoto por meio da aplicação do NDVI e Análise multicritério.

O uso do sensoriamento remoto como ferramenta de suporte para os estudos dos manguezais, bem como, da análise multicritério, por meio da Combinação Linear Ponderada vem apresentando destaque (BALOLOY et al., 2020; DAHDOUH-GUEBAS, 2002; DINIZ et al., 2019; GIRI et al., 2010; LASSALLE et al., 2023; MAGRIS; BARRETO, 2010; PAZ et al., 2021; REIS-NETO et al., 2019; SANTOS; BITENCOURT, 2016; THOMAS et al., 2018; XIMENES et al., 2023; YANCHO et al., 2020; THOMPSON E FRIESS, 2019; SANTOS et al., 2016; NGUYEN et al., 2022; VAGHELA et al., 2018).

Partindo dos elementos de contextualização supracitados foi definido como problema de pesquisa: Quais indicadores geográficos de qualidade ambiental podem ser identificados para avaliar os efeitos da pressão antrópica sobre as áreas contíguas aos manguezais localizadas

no perímetro urbano de Paranaguá? A presente pesquisa partiu da hipótese que os Indicadores geográficos de qualidade ambiental permitem avaliar o estado de conservação no entorno de ecossistemas sensíveis, tal como os manguezais que frequentemente estão sob a pressão antrópica. Nesse contexto, os bosques de manguezais localizadas na porção urbana do município de Paranaguá estão sujeitas à fragilização decorrente de atividades humanas desenvolvidas ao longo do tempo no seu entorno e, desta forma, servem como área piloto para testar a hipótese.

Para tanto, a presente pesquisa tem como objetivo propor um escopo metodológico de construção de indicadores geográficos para monitoramento da qualidade ambiental no entorno de ecossistemas sensíveis, tal como o Manguezal. Os objetivos específicos estabelecidos foram:

- Destacar a importância estratégica da proteção do ecossistema manguezal;
- Identificar as condicionantes de qualidade ambiental urbana;
- Elencar indicadores geográficos de qualidade ambiental para o ecossistema manguezal;
- Compreender a dinâmica espaço-temporal dos manguezais urbanos de Paranaguá e os fatores determinantes desencadeadores das mudanças;
- Testar o modelo de indicadores geográficos de qualidade ambiental proposto para a área de estudo que possam auxiliar na proteção do entorno e dos manguezais.

A estrutura da tese será organizada em cinco capítulos que tratarão de tópicos específicos. O primeiro capítulo tratará do referencial teórico que embasou a presente pesquisa e será organizado em três subcapítulos. Em um primeiro momento, tratar-se-á do manguezal nos seus aspectos conceituais, características, serviços ecossistêmicos, ameaças e legislação de proteção. Em um segundo momento, o mesmo será realizado para o conceito de qualidade ambiental e os indicadores utilizados para sua avaliação. Por fim, o último subcapítulo será voltado especificamente aos métodos utilizados na presente pesquisa. Trata-se de uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para fins de análise espacial e auxílio no processo planejamento e gestão territorial.

O segundo capítulo será direcionado a realizar a caracterização da área de estudo, no presente caso, o perímetro urbano de Paranaguá. Para tanto, a descrição da área de estudo será dividida em tópicos temáticos, sendo estes: aspectos físicos (geologia, geomorfologia, clima, solos, hidrografia e a vegetação), bem como, o processo histórico de ocupação. Adicionalmente, serão abordados os aspectos socioeconômicos, setores produtivos, evolução demográfica do município como um todo e em particular a correlacionada com as dinâmicas espaciais urbanas,

de ocupação e uso da terra, os instrumentos de ordenamento territorial e os problemas ambientais vigentes.

No terceiro capítulo, far-se-á a apresentação dos materiais utilizados na pesquisa e, por fim, os métodos e os procedimentos metodológicos adotados. A presente pesquisa foi estruturada com base na proposta de Libault (1971) e que estrutura os quatro níveis da pesquisa geográfica. Esta proposta é embasada no tratamento quantitativo da informação com aplicação em dados numéricos, que podem ser representados de forma cartográfica (mapas-síntese) e abrange quatro níveis: compilatório; correlatório; semântico e normativo. Os procedimentos foram sustentados no uso dos Sistemas de Informações Geográficas e sensoriamento remoto, especificamente no que diz respeito à obtenção de índices espectrais como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e à aplicação da Combinação Linear Ponderada.

No quarto capítulo, os resultados e as discussões serão apresentados, sendo organizado em apresentar os mapeamentos de usos da terra e cobertura vegetal de 1985, 2000, 2010 e 2020; mapeamento específico à antropização dos manguezais; dinâmica espaço temporal; análise multicritério (Combinação Linear Ponderada); instrumentos de ordenamento territorial e Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). Por fim, no quinto capítulo, será abordado o conjunto de conclusões e considerações finais, assim como, recomendações.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o referencial teórico que embasou o desenvolvimento da pesquisa. Partindo da hipótese e objetivos gerais que nortearam o desencadeamento da pesquisa, este capítulo será dividido em três subcapítulos.

O primeiro abordará o ecossistema manguezal nos mais diversos aspectos, ao buscar retratar o estado da arte no quesito da sua proteção. Trata-se de um ecossistema de transição entre os ambientes terrestre e marinho de suma relevância para a vida de várias espécies e que desempenha inúmeros serviços ecossistêmicos. Aspectos conceituais, distribuição geográfica, fatores bióticos e abióticos intrínsecos ao ecossistema, legislação específica, entre outros serão apresentados. O capítulo trará a luz sobre a importância estratégica da proteção desse ecossistema de grande relevância tanto para as populações que ali residem como as espécies animais que encontram no manguezal um berçário.

No segundo subcapítulo, será abordado o conceito de qualidade ambiental. A qualidade ambiental é um conceito multidisciplinar cuja conceituação varia de acordo com a área de conhecimento. Neste sentido, o capítulo buscará trazer as diferentes abordagens conceituais, os mecanismos de avaliação por meio de indicadores. Adicionalmente, será apresentada, de forma sucinta, a relação existente entre os conceitos de qualidade ambiental e qualidade de vida.

Por fim, o último subcapítulo tratará do referencial teórico voltado especificamente aos métodos utilizados na presente pesquisa. Trata-se de uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para fins de análise espacial e auxílio no processo planejamento e gestão territorial. Para tanto, serão abordados aspectos metodológicos referentes ao uso do sensoriamento remoto (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) e análise multicritério (Combinação Linear Ponderada).

### 2.1 ECOSSISTEMA MANGUEZAL

#### 2.1.1 ASPECTOS CONCEITUAIS E IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA

De acordo com Schaefer-Novelli (2018), o mangue designa um grupo floristicamente diverso de árvores tropicais de famílias botânicas distintas que compartilham características fisiológicas similares que, ao longo do tempo, desenvolveram adaptações especiais para



sobreviver em ambientes abrigados, banhados por águas salobras ou salgadas, com pouca disponibilidade de oxigênio e substrato inconsolidado. O termo “manguezal” ou “mangal” é usado para tratar de comunidades florestais ou o ecossistema manguezal, caracterizado pela interação entre os fatores bióticos e abióticos (SCHAEFER-NOVELLI, 2018).

Segundo Lugo e Snedaker (1974), o termo "mangrove" refere-se a dois conceitos. De um lado, o termo manguezal refere-se a comunidades de plantas localizadas em margens tropicais abrigadas. Por outro lado, descreve um grupo ecológico de espécies halófitas pertencentes a cerca de 12 (doze) gêneros em 8 (oito) famílias diferentes, sendo essas:

- *Avicenniaceae* (*Avicennia* sp.);
- *Chenopodiaceae* (*Suaeda monoica*)
- *Combretaceae* (*Laguncularia* sp., *Lumnitzera* sp.);
- *Meliaceae* (*Conocarpus* sp., *Xylocarpus* sp.);
- *Myrsinaceae* (*Aegiceras* sp.);
- *Plumbaginaceae* (*Aegialtis* sp.);
- *Rhizophoraceae* (*Rhizophora* sp., *Bruguiera* sp., *Ceriops* sp.);
- *Sonneratiaceae* (*Sonneratia* sp.).

O Manual técnico da vegetação brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012, p.137) define manguezal como:

comunidade microfanerófitica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas, com a seguinte sequência: *Rhizophora mangle* L., *Avicennia* sp., cujas espécies variam conforme a latitude, e *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn., que cresce nos locais mais altos, só atingidos pela preamar (IBGE, 2012, p.137).

O artigo 3º da Lei Federal nº 12.651/2012 define manguezal como:

XIII - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência fluviomarinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e de Santa Catarina (BRASIL, 2012).

De acordo com Bigarella (2001, p.72), o termo manguezal (com as traduções *mangrove swamp* em inglês, *Mangrove Sumpf* em alemão) diz respeito tanto ao aspecto geográfico como geológico da formação em si entendido como uma "associação vegetal

caracterizada por certo número de halófilas, que são designadas indistintamente por mangue, vicejando sobre bancos de lodo nas águas tranquilas dos rios e baías."


Para Miththapala (2008), o mangue é uma planta lenhosa ou comunidade vegetal que vive entre o mar e a terra, em áreas predominantemente inundadas pelas marés. Os manguezais constituem um dos ecossistemas mais exclusivos do mundo por se desenvolverem em áreas onde nenhuma outra árvore pode sobreviver fazendo com que tanto a flora quanto a fauna desse ecossistema tenham desenvolvido adaptações muito específicas.



As florestas de mangue são ecossistemas influenciados pelas marés e formados por um notável grupo de árvores com adaptações para viver em condições alagadas, salgadas e instáveis. Eles estão distribuídos globalmente pelos trópicos e subtropicais, com algumas ocorrências em zonas temperadas quentes. Em algumas pequenas nações insulares e países áridos, eles podem ser o tipo de floresta dominante (SPALDING et al., 2021).

As condições ambientais em que se localizam influenciam seu desenvolvimento. A título ilustrativo, em regiões áridas ou com alto teor de sal (Mar Vermelho), os manguezais podem ser franjas estreitas de árvores e arbustos raquíticos de três metros ou menos. Por outro lado, em condições mais favoráveis como dentro de estuários tropicais, as florestas de mangue são caracterizadas por florestas densas e copas de 30 metros ou mais (UNEP, 2014).

Segundo Schaefer-Novelli (2018), conforme organizado no quadro 1, o manguezal é formado por um continuum de feições que se desenvolve ao longo da faixa do entremarés. Tratam-se de três feições que tem como características:

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS DAS DIFERENTES FEIÇÕES DO MANGUEZAL

FEIÇÃO	CARACTERÍSTICAS	ILUSTRAÇÃO
Lavado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contato direto com o estuário ou com as águas costeiras;</li> <li>• Banco de lama exposto somente por ocasião das marés baixas;</li> <li>• Abriga comunidades de microalgas bentônicas, responsáveis por grande parte da síntese de fitomassa.</li> <li>• Pode ser colonizado por gramíneas.</li> </ul>	

Bosque de mangue	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresenta faixa de lama bem escura que se sobressai durante a baixamar, destacando as raízes das árvores;</li> <li>• Colonizado por espécies típicas de mangue:</li> </ul>	
Apicum (Salgado ou planície hipersalina)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porção mais interna marcada pela presença de superfície areno-lamosa (mistura de areia e lodo);</li> <li>• Atingida unicamente pelas marés de sizígia ou marés de lua (lua nova ou cheia).</li> <li>• Abriga o conjunto de nutrientes utilizado pelo manguezal para sintetizar matéria orgânica vegetal e animal.</li> <li>• Serve de zona de amortecimento.</li> <li>• Inundado por água doce e por água salgada, criando novas áreas propícias à colonização de árvores de mangue em caso do aumento do nível do mar.</li> </ul>	

FONTE: Adaptado de Schaefer-Novelli (2018). Organizado pelo autor (2023).

Para Alongi (2002) ressalta que considerando a escala global, os manguezais são limitados pela temperatura, porém, em escalas locais e regionais, as variações de precipitação, marés, ondas e fluxo de rios determinam muito sua extensão e biomassa. No mesmo âmbito, segundo Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983), existe um conjunto específico de condições que favorecem o desenvolvimento dos manguezais, sendo:

- Temperaturas quentes: áreas com média de temperatura nos períodos mais frios de 20° C e com a amplitude térmica anual inferior a 5°C;
- Substratos aluviais: formados por silte e argila rica em matéria orgânica;
- Áreas abrigadas: áreas com maiores energias das ondas acarretam processos erosivos e consequentemente dificultam o depósito de sementes;
- Presença de água salgada: áreas com índices de salinidade que variam entre 5 e 30‰;
- Amplitude de maré: condições como as flutuações intermarés e a inclinação do terreno costeiro favorecem a penetração do sal em longas distâncias para o interior.

Além de representar um ambiente de transição entre o mar e a terra, o manguezal abriga uma vegetação que se desenvolve em condições extremas (influência das marés, salinidade, solo lodoso, entre outros). Destaca-se também por ser o berçário para várias espécies e um aliado para a proteção da zona costeira, ainda mais no contexto das mudanças climáticas. Nesse sentido, este ecossistema desempenha uma série de serviços ecossistêmicos que serão apresentados no próximo tópico.

Por fim, vale ressaltar que é comum observar que em algumas publicações, as palavras “mangue” e “manguezal” são utilizadas como sinônimos. Nesse sentido, com o intuito de esclarecer conceitualmente a diferença entre ambos, Caneparo (1999) apresenta a seguinte distinção: o mangue se refere a um grupo de árvores que pertencem a várias espécies e famílias diferentes que possuem como características comuns adaptações morfológicas e fisiológicas permitindo-lhes em áreas alagadas sob influência marinha. Por outro lado, o manguezal trata de um ecossistema costeiro tropical dominado pela floresta de mangue às quais associam-se outros componentes vegetais e animais, sendo que todos são adaptados para viver em solo periodicamente inundado pelas marés, com variabilidade de salinidade.

### 2.1.2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DOS MANGUEZAIS

Os serviços ecossistêmicos representam os benefícios que as pessoas recebem dos ecossistemas e que incluem: (1) serviços de produção ou abastecimento (alimento, água, pescados, fibras, entre outros); (2) serviços de regulação (controle de enchentes, secas, degradação dos solos e doenças); (3) serviços de suporte (ciclagem de nutrientes, formação dos solos) e, por fim (4) serviços culturais (recreação, valores espirituais e religiosos, turismo e outros benefícios não materiais) (MMA, 2003; UNEP, 2006; PEIXOTO, 2011; ALMEDA e COELHO JUNIOR, 2018).

Os manguezais desempenham um conjunto diversificado de serviços ecossistêmicos benéficos que contribuem significativamente para o bem-estar humano. Estes abrangem, conforme apresentado no quadro 2, os serviços de abastecimento (lenha, alimentos e madeira); serviços de regulação e apoio (regulação dos processos ecossistêmicos e climáticos, manutenção de ecossistemas costeiros saudáveis), serviços culturais (benefícios não materiais, práticas espirituais ou religiosas, vínculos com o patrimônio cultural e fins recreativos) (BERNARD, 1975; PEREIRA FILHO e ALVES, 1999; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2005; UNEP, 2014; CUNHA-LIGNON et al., 2011; SOUZA et al., 2018).

QUADRO 2 - TIPOS DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS FORNECIDOS PELOS MANGUEZAIS

<b>Abastecimento /Produção</b>	<b>Regulação e suporte</b>	<b>Cultural</b>
Madeira e materiais de construção	Regulação climática	Ecoturismo
Pesca	Proteção costeira	Patrimônio e cultura
Biodiversidade	Manutenção da qualidade da água	Enriquecimento espiritual
Medicamentos	Ciclagem de nutrientes	Valor religioso e cerimônia cultural
Alimentos	Ciclo de água	Recreação
Lenha	Estabilização do solo e controle da erosão	Estética
Fibra	Fornecimento de habitats de berçário	Educação
Taninos	Apoio a recifes de coral, leitos de ervas marinhas, lamaçais e bancos de areia	Pesquisa científica

FONTE: Adaptado de UNEP (2014). Organizado pelo autor (2023).

Bernard (1975) apresentou um levantamento a partir de uma revisão de 1175 referências relacionadas a diferentes usos dos manguezais. Dentro as categorias de usos elencadas, destacam-se: alimentar, medicinal, agrícola, piscicultura, horticultura, entre outros. Trata-se de um ecossistema que fornece produtos e serviços importantes como proteção da linha de costa, pesca, mel, medicina tradicional, papel e têxteis, turismo e recreação, habitats, berçário e ciclo de nutrientes (LUGO e SNEDAKER, 1974; NAGELKERKEN et al., 2008; KUENZER et al., 2011).

Os manguezais protegem contra a erosão costeira e podem proporcionar defesas naturais contra eventos climáticos extremos, como furacões ou tsunamis. O sistema de raízes, os pneumatóforos e os troncos dos manguezais absorvem a energia das correntes e das ondas e constituem, desta forma, um quebra-mar natural. O sistema radicular dos manguezais retém sedimentos terrígenos, que são filtrados e estabilizados. Assim, este ecossistema participa da redução da turbidez nas águas costeiras, evitando que os recifes sejam cobertos por sedimentos e definhem (JADOT, 2016).

Adicionalmente, os manguezais auxiliam no aprisionamento de poluentes químicos e orgânicos (herbicidas, metais pesados etc.). No entanto, é importante fazer uma ressalva. Esse serviço desempenhado e referente à qualidade das águas costeiras pode constituir uma pressão

ao funcionamento dos manguezais, caso ultrapassar determinado limite. Por outro lado, se o manguezal pode reter essas substâncias, ele também pode se tornar uma fonte desses poluentes em determinadas situações (remobilização de sedimentos durante um furacão ou a destruição do mangue) (JADOT, 2016).

Os manguezais atuam como uma barreira natural contra a dinâmica oceânica ao longo da costa pela sua capacidade de proteger a linha costeira e as áreas internas contra riscos naturais (furacões, ciclones, tsunamis). Auxiliam em conter a força das ondas e ajudar a evitar processos de erosão costeira. Sustentam as cadeias alimentares aquáticas e formam habitats para a fauna marinha (caranguejos juvenis, camarões, peixes de alto-mar, peixes de recife e larvas). Têm a capacidade de manter a qualidade da água atuando como filtros biológicos, separando sedimentos e nutrientes em áreas costeiras poluídas (LUGO e SNEDAKER, 1974; ALONGI, 2008; NAGELKERKEN et al., 2008; KUENZER et al., 2011).

As florestas de mangue desempenham um papel importante na remoção de carbono quando não sofrem pressões. Neste sentido, de acordo com Spalding et al., (2021), a capacidade dos manguezais de converter dióxido de carbono em carbono orgânico apresenta taxas mais altas do que quase qualquer outro habitat na Terra. Esse “carbono azul” é armazenado tanto nas plantas vivas quanto em seus solos, onde pode permanecer fixo por séculos. A destruição de ecossistemas de mangue libera esse carbono de volta à atmosfera, agravando as mudanças climáticas.

Para Valiela, Bowen e York (2001), os manguezais auxiliam na interceptação de nutrientes, retenção de poluentes e matéria suspensa antes que contaminantes atinjam águas mais profundas, exportação de materiais para sustentar a cadeia alimentar de espécies que dependem da costa, além de uma série de benefícios extrativistas. Nesta lógica, as perdas de floresta de mangue se traduzem por significativos impactos sobre os usos de subsistência, funções ecológicas, capacidade econômica e de conservação.

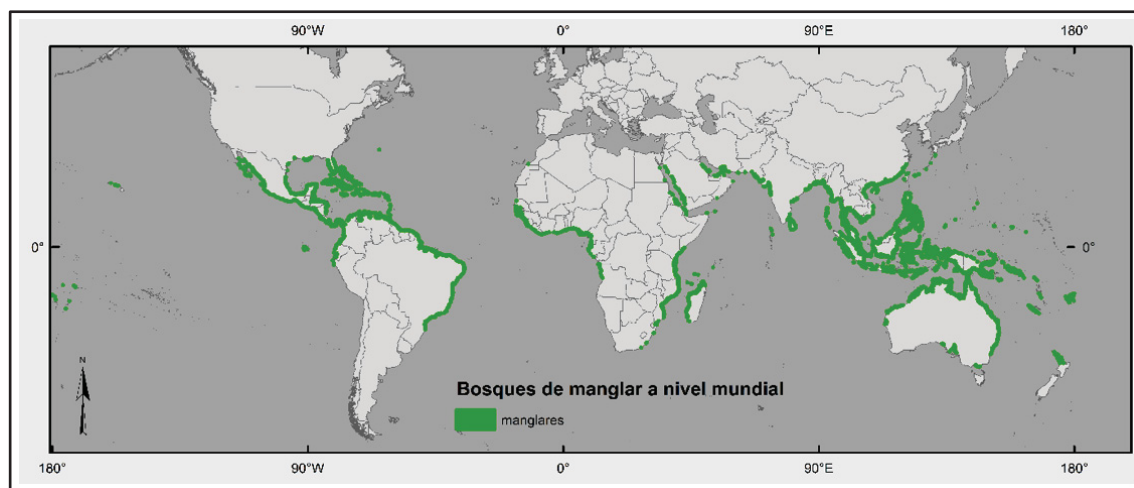
Os manguezais auxiliam também na retenção de metais pesados. Ao contrário dos poluentes orgânicos, os metais pesados não podem ser degradados biológica ou quimicamente e, portanto, só podem se acumular localmente ou ser transportados por longas distâncias. Os manguezais são capazes de reter metais pesados (Cu, Zn, Cd, Ni e Cr) acumulando-os em seus tecidos ou sequestrando-os no lodo. Como esses compostos não são degradados, seus efeitos são rapidamente cumulativos contribuindo assim à degradação dos manguezais (JADOT, 2016).

### 2.1.3 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Os manguezais são encontrados na confluência entre a terra e o mar nas regiões subtropicais e tropicais. Seus limites latitudinais são relacionados com as grandes correntes oceânicas e a isoterma de 20°C de água do mar no inverno, destacando a importância das temperaturas quentes para sua existência. São originários das regiões indo-malaias que abrigam a maioria das espécies de manguezais no mundo, sendo a Indonésia o primeiro país a cobrir a mais extensa área de manguezais. Os propágulos e sementes produzidos pelas plantas têm uma característica única que propicia que flutuem na água. Devido a esta característica, as espécies de manguê conseguiram espalhar-se pela dispersão da água para a América Central e do Sul através da Índia, África Oriental há cerca de 23-66 milhões de anos (NABEELAH BIBI et al., 2019).

Em nível global, os manguezais são localizados nas regiões tropicais e subtropicais (Figura 1), aproximadamente entre as latitudes 30° N e 30° S, sendo encontrados em 123 países (GIRI et al., 2010; UNEP, 2014).

FIGURA 1- DISTRIBUIÇÃO DOS MANGUEZAIS EM NÍVEL MUNDIAL



FONTE: GIRI et al., (2010).

Em termos quantitativos, 79% dos manguezais estão concentrados em 19 países, dos quais a Indonésia, Austrália e Brasil representam quase 40%; e os 21% restantes são encontrados em 119 países. Cobrem 4% da superfície terrestre e abrigam um terço da população mundial. As áreas com cobertura vegetal de manguezal somaram 136.000 km<sup>2</sup> de manguezais em todo o mundo em 2016. O Sudeste Asiático é a região com as áreas mais extensas de manguezais, com destaque para a Indonésia que abrange quase 20%. Esta é uma região com



extensas costas e condições predominantemente úmidas em que os manguezais prosperam (CARVAJAL-OSES et al., 2019; SPALDING et al., 2021).

No que diz respeito a distribuição geográfica na América, segundo Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983) as espécies presentes estão distribuídas nos gêneros: *Rhizophora*, *Avicennia*, *Laguncularia*, *Conocarpus* e *Pelliciera*. Na costa do Atlântico na América, destacam-se as famílias e gêneros:

- *Rhizophoraceae* - *Rhizophora*
- *Avicenniaceae* - *Avicennia*
- *Combretaceae* - *Laguncularia* e *Conocarpus*

No que diz respeito à distribuição geográfica no Brasil (conforme apresentado na Figura 2), a zona costeira brasileira inclui 17 estados litorâneos e cobre um total de 7.408 km de contato com as águas do Oceano Atlântico, junto com Fernando de Noronha, que possui o único manguezal oceânico do Atlântico Sul. O único estado que não possui cobertura vegetal típica de manguezal é o Rio Grande do Sul. Os manguezais se estendem desde a foz do rio Oiapoque, no Estado do Amapá (4° 30' latitude Norte), até o Estado de Santa Catarina (município de Laguna, na latitude 28° 30' S). Em termos de extensão, os manguezais abrangem cerca de 1.225.444 ha em quase todo o litoral brasileiro. Os Estados que se destacam em abrangência são: Maranhão (505 mil ha), Pará (aproximadamente 390 mil ha) e Amapá (226 mil ha) (ICMBio, 2018).

FIGURA 2 - MAPA DE MANGUEZAIS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO BRASIL



FONTE: ICMBIO (2018).

Ainda no âmbito da distribuição geográfica, SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, (1990) subdividiram a costa brasileira em oito segmentos com base em aspectos fisiográficos e climáticos uniformes para poder descrever a ocorrência mangue, distribuição de espécies e atributos estruturais característicos de cada segmento. São esses segmentos:

- Segmento I: Cabo Orange (04°03'N) a Cabo Norte (01°40'N);
- Segmento II: Cabo Norte (01°40'N) a Ponta Curuçá (00°36'S);
- Segmento III: Ponta Curuçá (00°36'S) a Ponta Mangues Secos (02°15'S);

- Segmento IV: Ponta Mangues Secos (02°15'S) a Cabo Calcanhar (05°08'S);
- Segmento V: Cabo Calcanhar (05°08'S) a Recôncavo Baiano (13°00'S);
- Segmento VI: Recôncavo Baiano (13°00'S) a Cabo Frio (23°00'S);
- Segmento VII: Cabo Frio (23°00'S) a Torres (29°20'S). Os manguezais do município de Paranaguá estão localizados neste segmento;
- Segmento VIII: Torres (29°20'S) a Chui (33°35'S).

No Estado do Paraná, os primeiros trabalhos sobre manguezais foram realizados por Bigarella (1946) e Maack (1967), os quais abordaram os manguezais genericamente sobre o âmbito da geografia física e mais especificamente sob o aspecto geomorfológico. No que diz respeito à distribuição geográfica no litoral do Paraná, de acordo com Bigarella (2001), os manguezais são localizados nas baías de Paranaguá e Guaratuba, adentrando nos rios que nelas deságuam e nos rios que deságuam no oceano. São constituídos de ilhas rasas e planas que são inundadas na preamar e emersas na baixa-mar.

Os manguezais do Paraná, devido à latitude e sobretudo às temperaturas mais amenas, podem ser considerados subtropicais. Em Superagui, os manguezais se desenvolvem ao longo do Canal de Ararapira e na Baía de Pinheiros, formando matas ciliares e marginais. A Baía de Pinheiros encontra a Ilha das Peças ao sul, que é margeada por extensos manguezais e está ligada ao complexo lagunar Cananéia-Iguape pelo Canal do Varadouro. Por sua vez, a Baía de Paranaguá é constituída por pequenas baías, enseadas e ilhas, entre as quais está a Ilha do Mel. Ao Sul desta baía, desenvolve-se uma extensa planície costeira com vários rios que correm paralelamente à linha de costa e deságuam nas águas calmas da baía. Destaque para o rio Guaraguaçu, em cujas margens se localiza a Estação Ecológica de Guaraguaçu, que protege manguezais e restingas. Nas baías de Guaratuba ou Antonina, os manguezais se desenvolvem, nas bordas de canais de maré e nas bordas de morros e serras locais que trazem para a baía sedimentos terrígenos (VALE e SCHAEFFER-NOVELLI, 2018).

Nas baías, o manguezal desenvolve-se de uma forma mais abundante em lugares abrigados e nas barras dos rios, sendo ausente em áreas que possuem uma correnteza mais forte. Seu desenvolvimento ainda é influenciado pelas condições físicas do meio, sendo, por um lado, como regiões lodosas favoráveis e, por outro lado, áreas com maior teor de areia e baixo teor de sal, desfavoráveis. Nos rios, o manguezal tem seu maior desenvolvimento atrelado às barras nas baías com preferência às margens convexas, onde a sedimentação é maior. A flora do manguezal se desenvolve nos bancos areno-argilosos de sedimentação intermediária, sendo inicialmente ocupada por uma gramínea o “praturá” cujas hastes armazenam uma pequena

quantidade de lodo que dá sustento para a ocupação e desenvolvimento de mangue. (BIGARELLA, 2001).

De acordo com Martin e Zaroni (1994), os manguezais da Baía de Paranaguá, como todos os do sul do Brasil (de Cabo Frio ao estado de Santa Catarina), pertencem ao domínio morfoestrutural da Serra do Mar tendo poucas espécies (*Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa*). No entanto, a influência de um clima com estações contrastantes (estação seca e fria, estação quente e chuvosa) cria diferenciações no comportamento reprodutivo das espécies; a *Avicennia schaueriana*, portanto, mostra maior tolerância às restrições sazonais do que as outras duas espécies.

Por fim, vale salientar que os manguezais localizados no litoral do Paraná fazem parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (1991), Sítio do Patrimônio Mundial Natural (1999) ambos com reconhecimento pela UNESCO, Mosaico de Unidades de Conservação (UC) do Lagamar (litoral sul de São Paulo ao litoral sul do Paraná) (SARUBO e CUNHA-LIGNON, 2021).

#### 2.1.4 ASPECTOS BIÓTICOS

A vegetação do manguezal é composta por árvores ou arbustos cujo desenvolvimento é favorecido por condições específicas que possibilitam a deposição de partículas finas, permitindo o estabelecimento de raízes e crescimento. Adicionalmente, essa vegetação ainda é classificada em duas categorias. As espécies que são exclusivamente restritas aos habitats sujeitos a dinâmicas das marés nas áreas tropicais, são classificadas como espécies "verdadeiros manguezais" (*true mangrove*). Para as que não são exclusivas desses habitats atribuem-se a denominação de "associadas aos manguezais" (*mangrove associates*) (DUKE, 1992; ALONGI, 2002; POLIDORO et al., 2010).

Em comparação às florestas tropicais, os bosques de mangues apresentam uma certa simplicidade na sua estrutura arquitetônica e menos ricos em espécies que outras florestas tropicais (ALONGI, 2002; RICKLEFS e LATHAM, 1993). Para tanto, a diversidade de plantas não é medida em termos de número de espécies, mas pela capacidade adaptativa de cada espécie (DUKE, BALL e ELLISON, 1998).

O mangue, devido a sua singularidade, apresenta uma série de adaptações que permitem lidar com as condições ambientais em que está inserido e que inclui: raízes aéreas, embriões vivíparos, dispersão de propágulos pelas marés, taxas rápidas de produção de copas,

ausência frequente de sub-bosque e anéis de crescimento, mecanismos de retenção de nutrientes, capacidade de lidar com a salinidade e de manter o equilíbrio hídrico e de carbono; excrecência de folhagem para remover o excesso de sal da seiva, entre outros (DUKE, BALL e ELLISON, 1998; ALONGI, 2002).

Jadot (2016) ainda acrescenta que as adaptações são de ordem morfológicas, fisiológicas e reprodutivas. As adaptações morfológicas incluem: raízes de palafitas no gênero *Rhizophora*, que garantem maior estabilidade em ambiente lamacento e com substrato muito instável. Também, observa-se no gênero *Avicennia*, o desenvolvimento de raízes secundárias verticais que emergem do substrato para facilitar a respiração.

Por sua vez, nas adaptações fisiológicas, pode-se notar que a base do tronco e as raízes têm pequenas fendas em sua casca que permitem a coleta de ar e, conseqüente facilitam a respiração das raízes, haja vista que solo é permanentemente encharcado. Além disso, os manguezais são resistentes a altos níveis de sal. As glândulas de sal na base das folhas permitem a secreção de sal e as membranas das raízes são adaptadas para evitar que o sal penetre nas raízes (JADOT, 2016).

Entre as diferentes tipologias de mangues existentes, três são os mais dominantes: os mangues vermelho, preto e branco. A diferença entre esses diz respeito às folhas, raízes e frutos (propágulos) e nível de maré em que sobrevivem. Por exemplo, os mangues vermelhos crescem na maré baixa, os mangues pretos são encontrados principalmente na maré média alta, enquanto os mangues brancos crescem em um nível de maré mais alto (NABEELAH BIBI et al., 2019).

No Brasil, o gênero *Rhizophora* (família *Rhizophoraceae*) abrange três espécies: *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa* e *Rhizophora harrisonii*, sendo a mais frequente a *Rhizophora mangle* L., (mangue-vermelho, mangueiro ou mangue-sapateiro), como já foi mencionado, ocorrem em locais de maré baixa atingem de 10 a 20 metros de altura. Possui como características: folhas em formato de lança, opostas e brilhantes pela maior presença de ceras em sua superfície; tronco de 20 a 50 cm de diâmetro, casca de coloração acinzentada com textura lisa ou levemente rugosa (SOUZA et al., 2018).

O gênero *Laguncularia* (família *Combretaceae*) compreende uma única espécie arbórea no Brasil – *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (mangue-branco, verdadeiro ou manso). Como característica, essa espécie atinge raramente mais de 10 metros de altura e ocorre, principalmente, na faixa de interface entre o manguezal e a terra firme, estando associada às formações arenosas, nas margens de rios e ilhotas e crescem em um nível de maré mais alto. Diferenciam-se por apresentarem folhas opostas, de textura similar ao couro, além

de glândulas para exclusão do excesso do sal nas folhas, o que lhes garante ampla tolerância à salinidade. O tronco chega a medir por volta de 30 cm de diâmetro, apresentando casca fibrosa e coloração cinza clara (SOUZA et al., 2018).

Por fim, o gênero *Avicennia* (família *Avicenniaceae*) compreende as espécies *A. schaueriana* e *A. germinans*, sendo a primeira de maior expressividade. *Avicennia schaueriana*, Stapf & Leechman é conhecida popularmente como mangue-preto, siriúba, sereíba ou canoé, chegando a apresentar até 20 metros de altura (mangues pretos são encontrados principalmente na maré média alta). Apresenta folhas com formato similar às de *L. racemosa*, apresentando glândulas de exclusão de sal por toda a superfície foliar. As folhas apresentam ápice arredondado, porém seu pecíolo é verde e sua superfície abaxial é esbranquiçada (SOUZA et al., 2018).

Não há uma regra que norteia a distribuição dessas espécies de mangue. Em termos específicos, a ação antrópica influenciou a distribuição espacial da *Rhizophora*. A mesma é ou foi predominante na região do rio Itiberê até o rio Guaraguaçu, nas baías de Antonina e Laranjeiras; no rio Fundo e regiões adjacentes na baía de Guaratuba. A *Avicennia* é encontrada na ilha da Sepultura e no rio Fundo, na baía de Guaratuba. A *Laguncularia* é a espécie de mangue mais abundante pelo número de indivíduos (BIGARELLA, 2001).

No que se refere a fauna, a posição dos manguezais na interface entre terra e mar atrai uma combinação de espécies terrestres, de água doce, estuarinas e marinhas das áreas circunvizinhas. Essa fauna utiliza diferentes partes dos manguezais como habitat (dossel, galhos, raízes, entre outros) (UNEP, 2014).

Segundo Jardot (2016), a fauna consiste, entre outros: micrófagos imersos nas raízes: moluscos (ostras, mariscos, mexilhões), crustáceos (caranguejos, camarões); Peixes também usam esse ecossistema como refúgio ou local de desova (berçário); Caranguejos que formam tocas na lama, permitindo que a água da superfície se infiltre; Aves que usam como local de alimentação, entre outros.

No litoral do Paraná, junto com as espécies vegetais típicas de mangue do Paraná (*R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana*), observa-se a presença de vegetação associada a este tipo de ecossistema. É o exemplo do algodoeiro-da-praia (*Hibiscus tiliaceus*) e os bancos de marismas formados por *Spartina sp.* e *Salicornia portulacoides*, samambaia-do-mangue (*Acrostichum aureum*) e marmeleiro-de-praia (*Dalbergia ecastophylla*), indicando a transição para florestas de planície, destacam-se o araticum-do-brejo (*Annona glabra*), a capororoca (*Myrsine parviflora*) (FONSECA et al., 2022).



A fauna abrange a ocorrência de espécies como caranguejo-maria-mulata (*Goniopsis cruentata*) e a ostra-do-mangue (*Crassostrea rhizophora*), escrivães (*Eucinostomus argenteus* e *E. melanopterus*), o roncador (*Bairdiella ronchus*), linguado (*Citharichthys arenaceus*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), *Egretta caerulea*, *Ceryle torquata* e *Chloroceryle amazona*, mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), boto-cinza (*Sotalia guianensis*), mero (*Epinephelus itajara*), entre outros (FONSECA et al., 2022).

### 2.1.5 ASPECTOS ABIÓTICOS

O processo de formação dos manguezais está ligado a um amplo leque de fatores naturais que incluem tipos de solos litorâneos e, sobretudo, dinâmica das águas que age sobre cada ambiente costeiro. A estes, acrescenta-se a variação do nível médio do mar, a deposição de sedimentos, a dinâmica das marés, a quantidade (aporte) de água doce, bem como a temperatura do ar e da água (SEMADS, 2001; ICMBio, 2018).

As características físicas dos solos dos manguezais decorrem de processos hidrossedimentares que determinam a granulometria (e, portanto, a porosidade), bem como a frequência de submersão (e, portanto, a salinidade). A evolução pedogenética desses substratos inicia logo após a colonização por vegetação de mangue ou herbácea. O desenvolvimento de sistemas radiculares, ao estabilizar os sedimentos, incentiva a sedimentação e contribui para um rápido aumento dos depósitos. As condições favoráveis a esse acúmulo de sedimentos são encontradas em áreas protegidas de fortes correntes costeiras e da ação das ondas. Elas correspondem a deltas e estuários, bem como a costas protegidas por praias de barreira ou arquipélagos (GUIRAL, 2000).

Os solos dos manguezais são de aluvião com seus sedimentos transportados e depositados pelos rios e pelo mar. São compostos de areia, lodo e argila em diferentes combinações e a lama na verdade se refere à mistura de lodo e argila, ambos ricos em matéria orgânica (HOSSAIN e NURUDDIN, 2016).

Os solos dos manguezais atuam como sumidouros de carbono a longo prazo. São reservatórios de carbono em interação com a atmosfera, armazenando cerca de três vezes a biomassa que compõe a vegetação dos manguezais. Estima-se que os manguezais evitam mais de US \$65 bilhões em danos à propriedade e reduzem o risco de inundação para cerca de 15 milhões de pessoas anualmente. Diante da aceleração das mudanças climáticas, os manguezais são particularmente importantes contribuintes para a adaptação baseada em ecossistemas, com

uma grande capacidade de proteger vidas e meios de subsistência (SANDERMAN *et al.*, 2018; SPALDING *et al.*, 2021).

É importante ressaltar que pode ter variabilidade significativa nos estoques de carbono do solo em diferentes florestas de mangue e também dentro da mesma floresta de mangue. A compreensão da distribuição do carbono do solo em florestas de mangue será muito importante na priorização da proteção e dos esforços de restauração para a mitigação do clima (SANDERMAN *et al.*, 2018).

Os subsolos, por sua vez, são tipicamente alagados com pouca aeração a medida que a profundidade aumenta, além de conter muita matéria orgânica. O solo cinza escuro ou preto encontrado na floresta de mangue produz um forte odor devido à presença de sulfeto de hidrogênio resultante das bactérias anaeróbicas redutoras de enxofre (HOSSAIN e NURUDDIN, 2016).

O fornecimento de nutrientes nos sedimentos e na água durante a inundação das marés e esporadicamente nas águas das enchentes associadas a ciclones e furacões fornece fontes significativas de nutrientes para os manguezais. O alto nível de alocação de carbono às raízes em muitas florestas em conjunto com a queda das folhas e as baixas taxas de decomposição impostas pelos solos anóxicos resulta em ecossistemas de manguezais ricos em matéria orgânica (NABEELAH BIBI *et al.*, 2019).

Apesar das baixas taxas de decomposição, a decomposição do material vegetativo dos manguezais é também uma importante fonte de nutrientes. Fatores topográficos como a elevação determinam a frequência e a duração da inundação por maré, que subsequentemente afeta a salinidade, o estado de oxidação e a disponibilidade de nutrientes no solo, resultando em padrões complexos de demanda e oferta de nutrientes que contribuem para a estrutura variável das florestas de manguezais (NABEELAH BIBI *et al.*, 2019).

Segundo Alongi (2012), os manguezais alocam proporcionalmente mais carbono abaixo do solo e têm proporções mais altas de massa de carbono abaixo e acima do solo do que as árvores terrestres. A maior parte do carbono dos manguezais é armazenada como grandes reservatórios no solo e nas raízes mortas. As florestas de mangue são altamente produtivas, com taxas de produção de carbono equivalentes às das florestas tropicais úmidas. Se os estoques de carbono dos manguezais forem perturbados, as emissões de gases resultantes poderão ser muito altas. Neste sentido, os manguezais são ecossistemas primordiais para o reflorestamento e a restauração.



Apesar dos serviços ecossistêmicos desempenhados, da importância da sua fauna e flora, do imprescindível papel de sequestro de carbono que realiza seus solos, entre outros, os manguezais sofrem as mais diversas pressões tanto de origem natural como antrópica.

#### 2.1.6 AMEAÇAS

De acordo com Alongi (2012), os manguezais são naturalmente perturbados por tsunamis, inundações, ciclones, raios, pragas e doenças, e se tornam mais suscetíveis quando são introduzidos fatores de estresse humano, como poluentes. No entanto, geralmente apresentam considerável resiliência a perturbações, passando por mudanças perpétuas de acordo com a evolução dos ambientes em que se localizam.

Apesar dos benefícios dos serviços ecossistêmicos, os manguezais são altamente ameaçados tanto pela expansão urbana quanto por diversos usos do solo. Os principais motores de perda são a conversão para a aquicultura (especialmente a criação de camarões), a agricultura e a expansão urbana, mas as perdas devido a eventos climáticos extremos também estão se tornando mais comuns (SANDERMAN *et al.*, 2018).

Adicionalmente, conforme apresentado por Walters *et al.* (2008), fatores que ainda influenciam e representam uma ameaça aos manguezais abrangem: desvios hidrológicos causados por meio da construção de infraestruturas ao longo da costa ou a montante dos manguezais deltaicos (represas); políticas públicas relacionadas a recursos naturais costeiros, uso e ocupação da terra; mercados para o comércio de produtos de mangue e produtos cultivados em antigas terras de mangue; mudanças no nível do mar, chuvas e tempestades associadas às mudanças climáticas.

Para Cuevas-Díaz *et al.* (2020), os manguezais têm sido impactados diretamente (corte irregular de árvores, mudanças no uso da terra, entre outros) e indiretamente, por atividades produtivas (turismo, petróleo e industrial), bem como pelo crescimento populacional. Essas ações causaram uma diminuição em sua extensão, como a perda de recursos naturais e suas funções ecológicas.

Nessa mesma lógica, Spalding *et al.* (2021) ressaltam que os impactos antrópicos respondem por mais de 60% da perda de manguezais com atividades tais como conversão em terras agrícolas, aquicultura e urbanização. Causas humanas naturais ou indiretas compõem o restante, incluindo erosão, elevação do nível do mar e tempestades, muitas das quais estão sendo exacerbadas pelas mudanças climáticas.

Vários fatores podem alterar as condições ecológicas dos manguezais. Dentro dos fatores de ordem natural, pode-se citar a topografia, hidrografia, clima, salinidade, dinâmica das ondas e fatores biológicos, entre outros. Contudo, há uma parte de alterações desencadeadas pelas atividades antrópicas que abrangem desde fatores demográficos (o aumento da população na zona costeira) até fatores econômicos (expansão urbana, industrial e portuária). Neste sentido, como pressões de ordem antrópicas sobre o manguezal, destaca-se o desmatamento, o inadequado gerenciamento da bacia hidrográfica, a construção de aterros, o lançamento de esgotos domésticos e industriais, a proliferação de lixo urbano, a pesca predatória, os impactos de petróleo e seus derivados, entre outros (SEMADS, 2001; KRUG, LEÃO e AMARAL, 2007).

Segundo Alongi (2002), o desmatamento das florestas de mangue representa uma das formas mais antigas de exploração comercial. Os principais impactos e ameaças antrópicas sobre os manguezais englobam a aquicultura que podem resultar em:

- Perda imediata de manguezais para a construção de tanques;
- Alteração dos fluxos naturais das marés e do lençol freático;
- Aumento das taxas de sedimentação e turbidez nas águas naturais;
- Liberação de resíduos tóxicos;
- Introdução de excesso de nutrientes;
- Alteração das cadeias alimentares naturais, entre outros.

Outra ameaça aos manguezais diz respeito às mudanças climáticas que, por sua vez, influenciam na capacidade dos manguezais em prestar serviços ecossistêmicos. Os manguezais respondem e se ajustam ao aumento do nível do mar por meio da produção de raízes, que pode ser influenciada pela disponibilidade de nutrientes. Embora os manguezais geralmente consigam acompanhar o aumento previsto da inundação, o aumento do nível do mar pode reduzir significativamente a área mundial de manguezais e afetar a estrutura do povoamento de manguezais e, potencialmente, sua função (ALONGI, 2008; LEE *et al.*, 2014).

O aumento relativo do nível do mar pode ser a maior ameaça aos manguezais, posto que este terá impacto sobre os manguezais que estão sofrendo uma redução na disponibilidade de sedimentos e onde há uma área limitada para a migração em direção à terra. Para tanto, será preciso desenvolver medidas de adaptação que possam compensar as perdas previstas de manguezais e melhorar a resistência e a resiliência às mudanças climáticas (GILMAN *et al.*, 2008).

Segundo Alongi (2008), os impactos previstos das mudanças climáticas nos ecossistemas de manguezal podem ser classificados em:

- Aumento do nível do mar;
- Aumento do CO<sub>2</sub> atmosférico;
- Aumento da temperatura do ar e da água;
- Mudança nos padrões de precipitação/tempestade no que diz respeito à frequência e intensidade
- Mudanças na composição e no crescimento das espécies de mangue devido a alterações no conteúdo de água do solo e na salinidade.
- Aumento da produção primária devido ao aumento da taxa de precipitação/evaporação.
- Mudanças na biodiversidade da fauna.

Assim, percebe-se que os problemas enfrentados pelos manguezais são duplos: o aumento das populações costeiras exerce maior pressão sobre o ecossistema, enquanto a mudança climática global, especialmente o aumento do nível do mar, exercerá cada vez mais pressão sobre os manguezais (WALTERS *et al.*, 2008)

Em termos quantitativos, estima-se uma perda de 35% da cobertura original de manguezais do mundo, sendo que em alguns países a perda chega até 80% (UNEP, 2006). Os mapeamentos realizados pelo *Global Mangrove Watch* (GMW) apontam para uma perda líquida de cerca de 4,3% de manguezais no período de 1996 a 2016. No geral, a área total de mangue foi estimada em 141.957 km<sup>2</sup> em 1996, diminuindo para 135.882 km<sup>2</sup> em 2016 (perda de 6.075 km<sup>2</sup> em extensão, seja 4,3%). Apesar deste quadro, observou-se também áreas com crescimento e expansão de manguezais; bem como, colonização de novos sedimentos ou áreas interioranas, inclusive como resultado da elevação do nível do mar (SPALDING *et al.*, 2021).

No Brasil, o manguezal enfrenta uma série de ameaças para sua conservação (FERNANDES *et al.*, 2018; FERREIRA; LACERDA, 2016; MAGRIS; BARRETO, 2010; OTTONI *et al.*, 2021; PAULA *et al.*, 2019). Segundo Ferreira e Lacerda (2016), no contexto brasileiro, as conversões para fins de aquicultura, desenvolvimento industrial e urbano, entre outros, destruíram mais de 50.000 ha (cerca de 4% da área total de mangue no país) nas últimas três décadas. Os esforços de restauração objetivaram reverter o quadro, porém, recuperaram apenas 5% da área total degradada.

A situação de degradação do manguezal torna-se ainda preocupante ao considerar as regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, “[...] que apresentam um grande nível de fragmentação e onde estimativas recentes sugerem que cerca de 40% do que foi um dia uma extensão contínua de manguezais, foi suprimido” (ICMBio, 2018, p. 5).

No caso específico do município de Paranaguá, uma mescla de uso antrópico englobando urbanização, atividades industriais e portuárias, fluxo de turistas, pressão fundiária, políticas municipais e a chegada de uma população rural excluída, constituíram fortes motores de pressões sobre os manguezais da porção sul da baía de Paranaguá. O manguezal nas áreas urbanas tornou-se em espaço urbanizável ou como fornecedor de recursos animais (CANEPARO, 2000; CANEPARO; BRANDALIZE, 2008; PAZ *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2015).

O resultado propiciado pelo conjunto de ações antrópicas ameaça a sobrevivência dos manguezais, destacando assim a necessidade da tomada de decisões em prol da proteção e conscientização da importância desse ecossistema, assim como, as perdas futuras caso este não vier a desempenhar seus papéis ecológicos (SEMADS, 2001). Para reverter o quadro de ameaças enfrentadas pelos manguezais, várias estratégias foram desenvolvidas, entre elas, a legislação ambiental tanto no âmbito internacional como nacional e mecanismos de restauração dos manguezais.

#### 2.1.7 ESTRATÉGIAS DE PROTEÇÃO DO MANGUEZAL NA ESFERA INTERNACIONAL

Para auxiliar na proteção do manguezal, várias iniciativas no âmbito internacional foram empreendidas e se tornaram acordos e convenções. Esses tratados e instrumentos incluem a Convenção RAMSAR (Ramsar - Irã, 1971), a Convenção para a Prevenção da Poluição Marinha (Londres - Reino Unido, 1972), a Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (Washington - EUA, 1973), o Acordo Internacional de Madeiras Tropicais (Genebra - Suíça, 1994), a Convenção para a Proteção e Desenvolvimento do Meio Ambiente Marinho da Região do Grande Caribe (Cartagena, Colômbia, 1983) e a Convenção sobre Diversidade Biológica (Rio de Janeiro - Brasil, 1992).

Entretanto, estes tratados e instrumentos não conferem necessariamente proteção legal ao ecossistema, e nenhum deles trata da conservação, preservação ou manejo de espécies particulares de mangue. Da mesma forma, a tendência de declínio global da área de manguezais indica que a exploração contínua sem interrupção (POLIDORO *et al.*, 2010).

Os esforços para proteger os manguezais aumentaram globalmente e, atualmente, cerca de 42% de todos os manguezais restantes existem em áreas protegidas designadas.

Embora isso represente um bom progresso, eles são variados na distribuição e, dentro dessas áreas, a degradação e a perda ainda ocorrem devido a causas naturais, bem como falhas de implementação ou gestão (SPALDING *et al.*, 2021).

Uma das formas de assegurar a proteção dos manguezais passa pelo envolvimento das comunidades que moram nesses ecossistemas. Para Spalding *et al.* (2021), a linha de frente da proteção, manejo e uso sustentável dos manguezais envolve as pessoas – comunidades, grupos indígenas, usuários tradicionais e governos locais. Em todo o mundo, existem inúmeros exemplos de colaborações que ajudaram comunidades costeiras e manguezais a prosperarem juntos. Isso se deve ao fato que o conhecimento das comunidades sobre os manguezais é considerável, sua dependência deles é grande e, portanto, seus papéis potenciais na proteção e administração de “seus” manguezais são imensamente importantes. O uso excessivo e a degradação podem ser problemas comuns, mas abordagens participativas valiosas estão apoiando esforços novos e eficazes para envolver e capacitar as comunidades (SPALDING *et al.*, 2021).

No contexto brasileiro, além dos tratados e acordos internacionais, a proteção ao ecossistema se traduziu pela criação de Unidades de Conservação. O país possui 120 unidades de conservação com manguezais no interior (sendo 55 federais, 46 estaduais e 19 municipais, sendo 83% de uso sustentável e 17% de proteção integral). Essas unidades de conservação cobrem uma área de 1.211.444 hectares (ICMBio, 2018).

Por exemplo, o Brasil tem algumas unidades de conservação nas quais as florestas de mangue desempenham um papel importante na criação de empregos e renda, através do turismo, artesanato, extração de caranguejos e pesca tradicional/comercial. O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM) e o Delta do Rio Parnaíba (DRP) são exemplos de áreas que se beneficiam economicamente dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos ecossistemas de mangue (OTTONI *et al.*, 2021).

#### 2.1.8 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÇÃO AO MANGUEZAL

Como o Brasil, vários dos países que possuem áreas de manguezal realizaram um esforço para garantir sua proteção. Neste sentido, a do ecossistema de manguezal se tornou uma preocupação mundial. A legislação que assegura a proteção deste ecossistema resulta tanto de leis nacionais como de leis do âmbito do direito internacional do meio ambiente (convenções,

acordos, tratados, entre outros). Neste sentido, Caneparo (1999) salienta que do ponto de vista jurídico, os manguezais são propriedades do Estado, o que representa uma vantagem de suma importância para a criação de um sistema legal de gestão e proteção eficazes. Com base no direito florestal brasileiro, os manguezais não podem ser desmatados ou danificados, o que lhes garante uma proteção legal.

Segundo Maciel (2001), em 1553, a população pobre fazia o uso do mangue para sobrevivência, por meio do corte para usar como lenha. Como resultados, as áreas desprovidas desta vegetação, aos poucos, são ocupadas pela população de baixa poder aquisitivo com casas precárias construídas com paus de mangue. A madeira servia para construção naval e da casca era extraído o tanino para pintar as redes de pesca, assim como, para curtir couro em curtumes.

Em uma perspectiva histórica, o pioneirismo na proteção dos manguezais se origina nas normas editadas pela Coroa Portuguesa no século XVI que objetivavam ordenar o uso e a exploração de áreas úmidas nas colônias. Trata-se do Regimento de 24 de julho de 1704 que com base na importância econômica das madeiras do mangue, assim como, o tanino, instituiu o manguezal como bem da coroa e, por consequente, não possibilitando doação e sim, pequenas áreas poderiam ser objeto de concessão real. No entanto, em 1760, o Alvará de 10 de julho que determinava a proteção dos manguezais, passou a permitir a queima de madeiras do mangue apenas depois o processo de retirada do tanino (ROSÁRIO e ABUCHAHLA, 2018).

Nesta mesma lógica, conforme exposto por Santos e Furlan (2021) a finalidade dos regimentos, definidos durante o Brasil Colônia, não tinham um cunho de conservação ambiental e sim o resguardo de um recurso natural abundante nos mangues, o tanino. Trata-se de uma substância química, utilizada para curtir couro, sendo um dos principais itens vendidos para outros países nesse período. Neste sentido, o principal objetivo desses regimentos era garantir a disponibilidade de um recurso econômico utilizado pela Coroa.

Durante o período do Império, houve uma nova legislação sobre o manguezal referente aos terrenos de marinha que, por sua vez, conforme estipulado no decreto nº 4.105, de 1868 em seu artigo 1º, referiam-se a uma área de 33 metros, contados a partir do litoral em direção ao continente, tendo como referência a linha da preamar média de 1831 (FERREIRA, 1989). Essas áreas até o presente continuam sendo de propriedade da União, sendo que os manguezais abrangidos pelos terrenos da marinha em toda sua extensão, tornam-se de domínio do Governo Federal (ROSÁRIO e ABUCHAHLA, 2018).

O Decreto Federal nº 14.596, de 31 de dezembro de 1920, instituiu o regime jurídico dos mangues, regulou o arrendamento dos terrenos de mangue de propriedade da União. Assim,

no Artigo 1º, parágrafo 1º, na faixa de 33 metros ao longo da costa e das margens dos rios atingidos pelas marés, era proibido qualquer tipo de exploração dos mangues. Já nos parágrafos 2º e 5º, foi instaurado um sistema de arrendamento a particulares para exploração da vegetação (prazo máximo de nove anos), sendo que a área era dividida em lotes de cinco hectares, para serem alternadamente arrendados. No parágrafo 4º, foi instituído que o corte do mangue não podia ultrapassar a altura máxima de um metro acima, pelo menos do plano do nível da preamar máxima. Nos parágrafos 7º e 8º, a área de exploração e altura máxima do corte seriam demarcadas em marco permanente, sujeitando-se o infrator às multas e a rescisão do contrato (RUFINO, 1981, CANEPARO, 1999).

O primeiro Código Florestal do Brasil (Decreto Federal nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934) também buscou assegurar a proteção aos manguezais por meio de seus artigos 4 (florestas protetoras) e 23. O Código de Águas (Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934) apresentou normatização no que diz respeito tanto aos terrenos de marinha como terrenos reservados como bens dominicais (patrimônio da União) (ROSÁRIO e ABUCHAHLA, 2018).

Em 1934, houve a iniciativa pioneira e concreta de preservação para o manguezal da baía de Guanabara, por meio da criação de uma unidade de conservação feita pelo Dr. W. Freise no 1º Congresso Nacional da pesca. O Brasil se mostrou vanguardista em relação à importância dos manguezais cujo reconhecimento mundial se destacou a partir de 1970, com os estudos de Heald e Odum (MACIEL, 2001).

Em 1946, por meio do Decreto-lei Federal nº 9.760, de 5 de setembro de 1946, incluía entre os bens móveis da união, os terrenos de marinha e seus acrescidos. Na década de 1960, a Lei Federal nº 4.771/1965 que instituiu o Código Florestal apresentava uma proteção a todas as formas de vegetação do território nacional, além de estabelecer no artigo 2º a categoria de Áreas de Preservação Permanente (APP) que englobava o manguezal.

A Lei Federal nº 5.197/1967 de proteção à fauna também deu amparo legal à proteção do manguezal haja vista que se trata de um ambiente importante berçário de diferentes formas de vida. A Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) ao estabelecer, objetivos, diretrizes e instrumentos para proteção ambiental, tem como desdobramento a proteção aos ecossistemas brasileiros incluindo os manguezais.

Caneparo (1999) destaca que vários artigos da Constituição Federal dispõem de modo direto e indireto sobre o ecossistema manguezal. No Título III (organização do Estado), no Artigo 20º, nos incisos IV e VII, estabelece que são bens da União: as ilhas fluviais e lacustres



das zonas limítrofes com outros países; as praias marítimas; as ilhas oceânicas e as costeiras; os terrenos de marinha e seus acrescidos.

No Artigo 24º, trata da competência da União, dos Estados e do Distrito Federal de legislar: sobre florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição; proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagístico; e responsabilidade por danos ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (BRASIL, 1988).

Em seu artigo 225, parágrafo 4º, a Mata Atlântica foi designada como “patrimônio nacional” e, posto que o manguezal é um ecossistema associado à Mata Atlântica, este também deve ser considerado um patrimônio nacional.

Adicionalmente, no Título VIII, o Capítulo VI dispõe sobre o Meio Ambiente, no Artigo 255º, no parágrafo 1º, estabelece a responsabilidade ao Poder Público de garantir a efetividade do direito ao meio ambiente, sendo que no parágrafo 3º, estipula que: as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparo aos danos causados. No parágrafo 4º, inciso VII, prevê que a utilização da floresta Amazônica brasileira, da Mata Atlântica, da Serra do Mar, do Pantanal Mato-Grossense e da Zona Costeira são patrimônios nacionais, far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (BRASIL, 1988).

Em 1988, a Lei nº 7.661, de 16 de maio instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro com o intuito de dar cumprimento aos fins da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), no que diz respeito à proteção da Zona Costeira. Nesta lógica, o poder público buscou desenvolver ferramentas capazes de garantir o uso racional dos recursos costeiros, para contribuir em melhorar a qualidade de vida de sua população, bem como, a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural. O artigo 3º previa o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira, assim como, a conservação e proteção, de determinados bens, entre os quais os manguezais (BRASIL, 1996; CANEPARO, 1999).

Os manguezais sob o aspecto do direito internacional pertencem à categoria de áreas úmidas. Na convenção de Ramsar (Irã, 1971), vários países signatários assumiram o compromisso de proteger suas zonas úmidas (incluído o manguezal), especialmente como habitat de aves aquáticas. Em 1992, o Brasil ratificou a convenção através do Decreto Legislativo nº 33, de 16 de junho, passando a incluir no ordenamento jurídico nacional por meio



do Decreto Federal nº 1.905, de 16 de maio de 1996 (RUFINO, 1981; CANEPARO, 1999; ROSÁRIO e ABUCHAHLA, 2018).

A Lei Federal nº 9.605 de 1998 em seu artigo 50 estabeleceu punição para os infratores quem destruïrem ou danificarem florestas nativas ou plantadas, bem como vegetação fixadora de dunas e protetora de mangues, objeto de especial preservação. A Lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428/2006) reafirma o manguezal como um dos ecossistemas associados à Floresta Atlântica e, portanto, assegura sua proteção (ROSÁRIO e ABUCHAHLA, 2018; SANTOS e FURLAN, 2021).

A Lei Federal nº 9.985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) também garante proteção ao manguezal por meio de criação de Unidades de Conservação. No contexto nacional, o país possui 120 unidades de conservação com manguezais no interior (sendo 55 federais, 46 estaduais e 19 municipais, sendo 83% de uso sustentável e 17% de proteção integral). Essas unidades de conservação cobrem uma área de 1.211.444 hectares (ICMBio, 2018).

É importante ressaltar conforme apresentado por Caneparo (1999) a existência de dispositivos legais que permitiram em ocasião bem específicas o aterro de mangues. Tratava-se de decretos que sujeitavam os aterros a prévio aforamento, desde que não constituíssem obstáculo à navegação e ao livre funcionamento dos portos: Decreto nº 6.616, Artigos: 167 e 171; Decreto nº 16.197, Artigos: 70, 207 e 220; Decreto nº 17.096, Artigos: 213 e 220 de 1940. Abrangeram áreas tais como da cidade do Rio de Janeiro (Manguinhos e mangues vizinhos à Cidade Nova), ou das cidades do Nordeste (Recife, Olinda, Jaboatão e Salvador). Também houve regulamentos das Capitanias dos Portos (Decreto nº 16.197, de 1923; Decreto nº 17.096, de 1925 e Decreto nº 6.617, de 1907), os quais previam a realização de aterros sobre áreas de marinha, todavia não se referiam diretamente ao aterro de mangues.

Além da legislação, várias Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) auxiliaram na proteção dos manguezais, dentre os quais, podemos citar:

- Resolução CONAMA 04/1985: definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas.
- Resolução CONAMA 01/1986: critérios básicos e diretrizes gerais para o EIA-RIMA.
- Resolução CONAMA 09/1987: regulamentação de Audiências Públicas.
- Resolução 01/1990: Comissão Interministerial para Recursos do Mar que define a zona costeira.

- Resolução 13/1990: normas referentes ao entorno das Unidades de Conservação, visando à proteção dos ecossistemas vigentes (SCHAEFFER-NOVELLI, 1994; MACIEL, 2001)

Atualmente, a legislação vigente que trata do ecossistema manguezal é a Lei Federal nº 12.651/2012, que posteriormente sofreu alterações por meio da Lei nº 12.727/2012 e que tratam da proteção de vegetação nativa. Para Albuquerque et al., (2015), esta lei apresenta uma limitação na forma em que se propus a proteger os manguezais; isto porque considera o manguezal como uma feição separada dos salgados e apicuns garantindo apenas à vegetação de mangue o status de Área de Preservação Permanente e as demais feições, aplica-se um “uso ecologicamente sustentável” com base na Lei Federal nº 12.727/2012 (BRASIL, 2012).

### 2.1.9 LEGISLAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AO MANGUEZAL

Em termos conceituais e legais, o Manguezal é definido no Macrozoneamento da Região Litoral Paranaense (1989) como:

[...] áreas sujeitas ao fluxo e refluxo das marés, localizados nas áreas protegidas das baías. Apresentam uma vegetação altamente especializada que na região é constituída por apenas três espécies: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. O mangue, por suas características físicas, químicas e biológicas, é um ecossistema de vital importância para o equilíbrio ecológico e para a produtividade das baías e águas costeiras (PARANÁ, 1989).

Em 1980, o artigo 1º do Decreto Estadual nº 2963, de 19 de setembro designava como de interesse e proteção especial as áreas localizadas nos territórios dos municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes e Paranaguá. Este decreto esclarecia que as áreas em questão eram especificamente constituídas por manguezais (PARANÁ, 1980). No mesmo ano, a Lei nº 7389/1980 (Lei do Uso Solo do Litoral), no seu artigo 2º, proibia a construção de edificações nas pontas e pontais do litoral, estuários dos rios, áreas de mangues e numa faixa de 200 metros em torno das áreas lagunares e restingas (PARANÁ, 1980).

O Decreto Estadual nº 2722/1984, que regulamentava a lei nº 7389/1980, trazia No Título I (proteção do patrimônio paisagístico e cultural), Capítulo I (áreas e locais de proteção), no Artigo 2º que as áreas e locais de maior restrição referiam-se as áreas de mangue e terrenos em cotas originais inferiores ao nível máximo do preamar e, as ilhas fluviais costeiras e as do interior das baías de Antonina, Guaratuba, Laranjeiras, Paranaguá e Pinheiros. Adicionalmente, era estipulado no Capítulo II, no Artigo 6º que o uso dessas áreas era mediante avaliação dos

órgãos estaduais competentes, no que diz respeito à instalação de atividades de cunho portuário, científico, destinadas à segurança de navegação e dos banhistas e equipamentos públicos (PARANÁ, 1996).

O Decreto Estadual nº 5040/1989, aprovou o regulamento que definiu o Macrozoneamento da Região Litoral Paranaense; os manguezais permaneceram como áreas e locais de maior restrição. Em 1982, o Paraná presencia a criação da primeira unidade de conservação de proteção ao manguezal, por meio do Decreto nº 1.230/1992. Trata-se da Estação Ecológica do Guaraguaçu, no município de Paranaguá, que objetivava assegurar a proteção máxima para a área, permitindo a recuperação de ecossistemas originais, bem como a evolução natural das espécies da flora e da fauna (PARANÁ, 1996).

O Decreto nº 387, de 2 de março de 1999, no Artigo 1º, prevê que fica instituído o Sistema de Manutenção, Recuperação e Proteção da Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente, integrado ao Programa de Conservação da Biodiversidade (Rede da Biodiversidade), Sistema Estadual de Reposição Florestal Obrigatória (Serflor), Programa Estadual de Desenvolvimento Florestal (Prodeflor) e Programa Florestas Municipais. Este decreto, no item “d”, explicita que são áreas de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação (incluídos os manguezais). No Artigo 5º, estabelece as áreas prioritárias para a manutenção da conservação ambiental no Estado do Paraná, dentre as quais está o corredor litorâneo e o corredor Guaraguaçu - Baía de Paranaguá (PARANÁ, 1999).

Conforme apresentado por Caneparo (1999), a Constituição do Estado do Paraná, promulgada em 5 de outubro de 1989 e ainda vigente, traz vários dispositivos referentes à proteção dos manguezais. No Título I (Organização do Estado e municípios), especificamente no artigo 12 do Capítulo I, foi abordada a questão da proteção do meio ambiente e combate à poluição nas suas mais diversas formas, assim como, da preservação de florestas, fauna e flora. O Artigo 13º trata da competência do Estado e União em poder legislar sobre um conjunto de temáticas que abrangem: florestas, caça, pesca, fauna conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção ao meio ambiente e controle de poluição (PARANÁ, 1989).

#### 2.1.10 RESTAURAÇÃO DE MANGUEZAIS

As perdas de manguezais trarão impactos drásticos sobre o bem-estar humano, depreciação das condições de saúde e dos meios de subsistência. Isto inclui impactos negativos como a redução de rendimentos, aumento da pobreza e diminuição da segurança alimentar além da desigualdade e do decréscimo da qualidade de vida das populações costeiras. Neste sentido,

é de suma importância que os governos sejam cientes da relação entre a degradação dos manguezais e a persistência da pobreza na zona costeira. Para tanto, desenvolver ações visando a restauração ecológica dos manguezais representariam importante estratégia de gestão e enfrentamento da fome e da extrema pobreza (VAN BOCHOVE *et al.*, 2014; ALMEIDA e COELHO JÚNIOR, 2018).

De acordo com o UNEP-WCMC (2006), a maioria das espécies de mangue produz propágulos que podem ser coletados e plantados. Os projetos de restauração geralmente envolvem o plantio direto de propágulos (especialmente para *Rhizophora spp.*) na área de recuperação, embora as mudas e os brotos possam ser cultivados antecipadamente em viveiros. A técnica a ser usada dependerá da espécie envolvida, da necessidade de tratamento do solo (reduzir a acidez) ou de retrabalho físico (para criar um tamanho de grão adequado), da estação do ano, do estágio de desenvolvimento dos propágulos e dos recursos disponíveis. O replantio geralmente é mais bem-sucedido em áreas relativamente protegidas, mas também é realizado em áreas mais expostas, onde o objetivo principal é o controle da erosão do solo.

Segundo Menghini *et al.*, (2018), no Brasil, os projetos de restauração ecológica de manguezais envolvem poucas tentativas isoladas que não ultrapassam meio hectare e com taxas elevadas de mortalidade. A principal causa que justifica a falta de êxito dessas tentativas reside no fato dos projetos priorizarem o plantio isolado de espécies vegetais típicas de mangue, desconsiderando por completo os motivos que levaram à degradação do manguezal, os fatores que impediram a regeneração natural e princípios básicos de ecologia.

O principal fator impeditivo do sucesso dessas iniciativas foi a negligência quanto aos conceitos básicos de ecologia, especificamente a importância da restituição das condições hidrológicas bastaria para que manguezais alterados se regenerassem naturalmente, alcançando desenvolvimento estrutural e funcional similar aos bosques não impactados. Outro fator limitante e que representa um obstáculo para a efetiva restauração de manguezais reside no fato de não remover os tensores ambientais, ou seja, os fatores ou situações que desviam energias subsidiárias (canalizações de cursos d'água que reduzam ou eliminem aportes de água doce e barramento) (LUGO e SNEDAKER, 1974; MENGHINI *et al.*, 2018).

Torna-se importante que projetos de recuperação priorizem técnicas de restauração que vão muito além de simples plantio de espécies vegetais típicas. Neste sentido, conforme apresentado por Menghini *et al.*, (2018) com base na proposta metodológica de Lewis (2005, 2009), um projeto de restauração ecológica de manguezais deve fundamentar-se sobre os seguintes passos:

1. Entender a ecologia das espécies vegetais típicas que ocorrem no local objeto de restauração;
2. Compreender o padrão hidrológico local (regime de marés, vazão do rio ou curso d'água, precipitação, evapotranspiração);
3. Investigar as alterações ambientais que levaram à degradação do manguezal e que continuam impedindo que a vegetação se regenere naturalmente através da sucessão secundária;
4. Selecionar áreas passíveis de restauração ecológica considerando, além dos recursos financeiros, materiais e humanos, um programa de monitoramento de médio a longo prazo que permita mensurar se os objetivos e metas propostos estão sendo alcançados.
5. Elaborar projetos de restauração específicos, priorizando inicialmente a restauração hidrológica da área e aproveitando o recrutamento natural de propágulos;
6. Apenas utilizar o plantio de propágulos ou plântulas.

Menghini *et al.*, (2018) ainda ressaltam a necessidade de implementação de um programa de monitoramento que considere escalas espacial e temporal, incluindo controles próximos e dentro do local objeto de restauração a fim de avaliar a regeneração natural na área do projeto. No mesmo sentido, para auxiliar neste processo de restauração, a UNEP (2014) elencou um conjunto de ferramentas de gestão que podem ser utilizadas para garantir o futuro e a proteção dos manguezais. Assim, estas ferramentas abrangem:

- Criação de áreas protegidas: Um sistema de áreas protegidas eficaz precisa proteger uma variedade de habitats e espécies de mangue, abranger diferentes tipos de comunidades e garantir a conectividade entre os ecossistemas costeiros. As florestas de mangue com abundância de árvores devem ser protegidas como fontes de sementes e propágulos para colonizar novas áreas e repovoar áreas danificadas. Por fim, as áreas protegidas e os manguezais que elas contêm devem fazer parte de regimes de planejamento mais amplos, com gerenciamento e controle de atividades humanas, além de seus limites;
- Uso sustentável dos manguezais: A redução da conversão e da degradação dos manguezais em áreas onde as pessoas são altamente dependentes dos manguezais para sua renda requer o uso sustentável desse recurso e, muitas vezes, o desenvolvimento de meios alternativos de subsistência (por meio de investimentos, criação de incentivos e fornecimento de treinamento). Os manguezais em diferentes áreas apresentarão diferentes oportunidades, como silvicultura e aquicultura, produção de mel, atividades artesanais, colheita de ostras, pesca ou ecoturismo;

- Opções de restauração: Além do plantio, o conhecimento dos processos físicos e ecológicos está sendo incorporado para aumentar o sucesso da restauração. Essa abordagem muda a ênfase do plantio de mudas para a preparação física prévia do local. Por exemplo, a hidrologia e a topografia de um local podem ser restauradas para permitir que espécies selecionadas de mangue se estabeleçam e cresçam;
- Envolvimento dos beneficiários dos manguezais: Envolvimento das comunidades locais e dos povos indígenas, bem como dos setores econômicos relevantes (aquicultura, pesca, silvicultura, agricultura, indústria, transporte, turismo) que se beneficiam dos manguezais é fundamental para o sucesso dos projetos de conservação e restauração de manguezais. Como as pessoas dependem dos manguezais de diferentes maneiras e têm diferentes direitos de acesso, é importante que todos os grupos de interesse, inclusive as mulheres e os grupos marginalizados, sejam incluídos no planejamento da gestão;
- Políticas nacionais e acordos ambientais multilaterais relacionados aos manguezais e incentivos econômicos.

A restauração dos manguezais é de suma importância e desenvolvida na perspectiva de poder garantir a permanência deste ecossistema em áreas onde foram total ou parcialmente degradadas. A restauração se fundamenta em uma das principais características dos manguezais que é a resiliência. Em muitos casos, correções pontuais como a remoção do agente ou fator que causa que a degradação já contribui para que o próprio ecossistema consiga se restabelecer.

Todas as ações desenvolvidas no quesito da proteção dos manguezais também podem contar com um aliado estratégico tanto nas ações de controle, avaliação, monitoramento, planejamento de campo, biomassa, entre outros. Trata-se do sensoriamento remoto que pode auxiliar tanto no mapeamento, na quantificação de perdas ou ganhos de áreas de manguezais, como com o imenso leque de índices espectrais que são de extrema importância para avaliar a qualidade ambiental dos manguezais.

Neste sentido, com base na conjuntura anteriormente apresentada, pode-se concluir que o manguezal é um ambiente de transição entre o mar e a terra e que desempenha vários importantes papéis ecossistêmicos e atua como um aliado estratégico quando se trata de efeitos de mudanças climáticas. Portanto, destaca-se como um importante elemento a se considerar quando se tratar de meio ambiente e, especificamente quando se trata da qualidade do meio ambiente e seus desdobramentos sobre a qualidade de vida. O próximo tópico do levantamento bibliográfico apresentará o conceito de qualidade ambiental, seus indicadores e sua relação com a qualidade de vida.

## 2.2 QUALIDADE AMBIENTAL E INDICADORES DE AVALIAÇÃO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar dois conceitos de suma relevância para o desenvolvimento da tese que são a qualidade ambiental e qualidade de vida. Tratar-se-á conceituar e abordar a relação entre ambos e seus desdobramentos para o bem-estar das populações e saúde do meio ambiente. Sem querer restringir os conceitos apenas para sua conotação urbana, o presente estudo parte da premissa de que atualmente o perfil da população mundial incluída, a brasileira (mesma observação para a área de estudo, o município de Paranaguá) é predominantemente urbana. Para tanto, os problemas urbanos acabam ganhando destaque devido aos desdobramentos que geram.

### 2.2.1 ABORDAGEM CONCEITUAL DA QUALIDADE AMBIENTAL

Historicamente, a preocupação acerca da qualidade ambiental emergiu a partir das décadas de 1960 e 1970 tendo seus princípios formulados por McMillan (Escola de Chicago) desde 1897; por Tansley em 1935 ao abordar o conceito de Ecossistema, pela Hipótese de Gaia, desenvolvida por Lovelock na década de 1970, e pelas redes de interação discutidas por Fritjof Capra, nas décadas mais recentes. Essas correntes tinham como princípio comum a interdependência e interatividade entre os componentes vitais, o que aproximou os fatores humanos dos não-humanos, unindo as relações Homem-Natureza (GUIMARÃES e DACANAL, 2006).

Conforme apresentado por Souza (1984), o interesse de pesquisadores, administradores públicos e analistas pela qualidade do meio ambiente começou com o movimento dos indicadores sociais (1960) e passou a aparecer nos debates de políticas públicas a partir da década de 1970, quando a humanidade se tornou ciente dos problemas relacionados ao meio ambiente. Com a intensificação da conscientização governamental sobre os problemas ambientais, a discussão dos problemas sociais se expandiu para incluir essa nova dimensão de "qualidade ambiental".

A qualidade ambiental surge no debate político, especificamente na formulação e avaliação de políticas públicas, envolvendo, de forma complementar, as seguintes dimensões (SOUZA, 1984).:



- Assegurar as condições básicas de qualidade ambiental torna-se uma obrigação da atual geração com as gerações futuras. Nesse contexto, o objetivo não é garantir ou reproduzir o padrão atual de qualidade de vida para o futuro, pois nosso atual padrão reflete valores e ideias que não necessariamente são compartilhados por nossos sucessores. Trata-se de assegurar condições elementares, básicas e vitais para as futuras gerações no quesito de ar, água, fontes de nutrição;

- A utilização de indicadores de qualidade ambiental deve refletir um esforço de compreensão e reconstrução teórica da realidade. Estes indicadores procuram determinar as condições ambientais, sociais, culturais, econômicas e políticas que favorecem o desenvolvimento do potencial humano, bem como aquelas que prejudicam a qualidade de sua vida. Portanto, estão de certa forma avaliando a realidade, socialmente definida;

- A preocupação com a construção de um sistema de indicadores de qualidade ambiental implica na avaliação de políticas públicas ou mesmo em uma nova dimensão do planejamento governamental.

Do ponto de vista conceitual, a qualidade ambiental é um conceito multidisciplinar que apresenta diversas definições que variam conforme autores, áreas de conhecimento, perspectivas, bem como, forma de avaliação por meio da construção de indicadores (APÊNDICE A). Conforme Lima (2013), a qualidade ambiental aborda uma variedade de aspectos como a complexidade dos elementos culturais, sociais, econômicos, políticos, ambientais e, frequentemente implica em choques conceituais e nos métodos de análises, associando muitas áreas do conhecimento.

Ao tecer considerações sobre essa complexidade conceitual, Oliveira (1983, p.5-6) afirma: “Como definir a qualidade ambiental? Esta é uma expressão de uso corrente e de difícil definição. Todos reconhecem que deve haver um mínimo de boa qualidade em um meio ambiente para o ser humano sobreviver. Mas o que é boa qualidade ambiental?”. A boa qualidade ambiental que tanto se almeja teria que ter um padrão ou um intervalo no qual oscilariam valores mínimos e máximos relativos e ainda, teriam que ter critérios para determinar esses parâmetros de qualidade ambiental. O autor ainda acrescenta que:

Uma das dificuldades para responder de maneira satisfatória a essas perguntas é que a qualidade do meio ambiente determina as várias formas e atividades de vida ou, ainda, que a vida determina o meio ambiente. O que ocorre é uma interação profunda e contínua entre ambos, devendo sempre haver um equilíbrio entre a vida e o meio ambiente. É evidente que esse equilíbrio e essa interação variam de escala, em tempo e lugar: há equilíbrios e interações frágeis e intensas, duradouras e efêmeras, presentes e passadas (OLIVEIRA, 1983, p.5-6).



Nessa perspectiva de complexidade de definição, Sanchez (2013) ressalta que a qualidade ambiental é um conceito controverso e difícil de definir; o que se desdobra na falta de um consenso acerca de uma definição única. As contribuições trazidas por Silva (2017) destacam ainda o caráter complexo que há ao tentar estipular um padrão homogêneo de qualidade para toda a sociedade haja vista a diversidade de valores e interesses nos âmbitos sociocultural, econômico e político-administrativo. Além disso, existe uma dificuldade em encontrar estudos que tratem de definir os conceitos de qualidade ambiental, qualidade ambiental urbana ou mesmo qualidade de vida urbana em comparação aos que abordam a qualidade de vida. O termo qualidade ambiental é geralmente encontrado em trabalhos específicos já associado a um objeto, tais como qualidade de ambiental de águas de determinado rio ou represa, porém sem a devida exploração do conceito em si.

Apesar de toda a complexidade que reside em definir conceitual e consensualmente a qualidade ambiental, vários autores das mais diferentes áreas de conhecimento e com as mais diversas abordagens conseguiram trazer contribuições e formular definições sobre o conceito.

Mattos e Perez Filho (2007) definem a qualidade ambiental como o conjunto de condições que retratam o estado atual e norteiam a tendência evolutiva de uma dada organização espacial, sendo resultante da interação de subsistemas de ordem "socioeconômico (antrópico-sociedade) e físico-natural (geossistema-natureza)". Essa definição traz a luz sobre o aspecto temporal que reverte a qualidade ambiental, assim como a interação sociedade - natureza. A qualidade ambiental nessa perspectiva pode ser vista como o resultado do diagnóstico do estado vigente do meio ambiente da área em estudo e apontar para as tendências futuras, seja, a interação Homem - natureza cria um padrão atual de qualidade ambiental que pode ainda sofrer futuras alterações.

A qualidade ambiental seria regida pelos processos de interação entre os elementos que constituem esse ecossistema. Em outras palavras, o bom funcionamento do ecossistema seria influenciado pela resultante da sadia interação entre os fatores ambientais; o que se desdobraria em boa qualidade ambiental.

No estudo realizado por Morato (2008), a qualidade ambiental é definida como um meio sadio, com instalações sanitárias apropriadas e disposição de vegetação, sendo que a interação entre a presença e ausência desses elementos é o que rege a qualidade ambiental. Essa definição traz dois aspectos importantes a se considerar: a instalação de uma infraestrutura adequada e a proteção à vegetação. Tratam-se de elementos importantes, pois o estilo de vida altamente urbano que caracteriza as cidades atuais traz uma alta carga de alteração da natureza.

Assim, não é raro observar a falta de infraestruturas adequadas de saneamento básico, dos padrões mínimos nos quesitos de qualidade de ar ou da água entre outros e, adicionalmente, uma supressão predatória da vegetação para fins de expansão urbana.

Nessa mesma lógica, Gomes e Soares (2004) ressaltam que por uma cidade apresentar adequada qualidade ambiental é importante a combinação de um conjunto de fatores importantes que inclui uma composição paisagística que privilegie, entre outros, a vegetação. A vegetação nessa perspectiva se torna um aliado de grande relevância para a qualidade ambiental.

Das definições anteriormente apresentadas, Guimarães e Dacanal (2006, p. 20) trazem uma abordagem da qualidade ambiental que engloba a percepção que o indivíduo tem sobre seu ambiente. Parte-se do pressuposto que o modo como a cognição, percepção, interpretação e a representação do meio ambiente é realizado é influenciado por diversas variáveis que englobam aspectos individuais, socioeconômica, culturas fazendo com que o fenômeno observado se diferencia dos demais e é qualificado com base em um determinado olhar em um dado momento. Assim, a qualidade ambiental, conforme apresentado pelas autoras, deve ser entendida como:

Um processo permanente de qualificação e valoração, no qual o Homem avalia o meio ambiente partindo de padrões e de valores construídos e aprovados de maneira individual ou coletiva, que influenciam direta e/ou indiretamente os novos padrões e a busca de satisfatores e indicadores relacionados, por sua vez, à mensuração dos níveis de qualidade de vida a partir dos nossos referenciais egocentrados e exocentrados (GUIMARÃES e DACANAL 2006, p. 20).

O enfoque trazido por essa definição destaca um aspecto importante que é a noção ou como a qualidade ambiental é considerada por parte do indivíduo que vive naquele meio. Isso diz respeito à subjetividade ou percepção que se tem dos padrões ambientais que regem essa determinada área. Nesta lógica, Gomes e Soares (2004) trazem contribuições que corroboram com as autoras ao afirmar que é impossível discutir a qualidade de um ambiente específico sem desconsiderando os valores sociais inerentes àquela população.

Assim, por exemplo, o conforto térmico gerado por uma rua arborizada pode ser visto por alguns como algo positivo ou por outros como "árvores que trazem sujeiras" (ao se referir às folhas que caem). O mesmo pode ser observado quando se trata da vegetação de restinga nas cidades litorâneas ou pela instalação de parques municipais (nesse caso específico quando o parque não possui um plano de manejo e se torna uma área abandonada).

Farinon, Gomes Miron e Mazetto de Oliveira (2020) definem a qualidade ambiental como uma mescla de atributos de ordem natural e artificial que contribuem para que o ambiente

se torne confortável, habitável, funcional e sustentável, supridor das necessidades fisiológicas e psicológicas da população; isso trará como resultado um ambiente urbano propício tanto ao desenvolvimento de atividades como à qualidade de vida.

Para Luengo (1998, p 01), a qualidade ambiental é entendida como as condições ótimas que incidem sobre o comportamento do espaço habitável no quesito de conforto “associado ao conforto ecológico, biológico, econômico produtivo, sociocultural, tipológico, tecnológico e estético em suas dimensões espaciais”. Neste sentido, a qualidade ambiental urbana representa o produto da interação das variáveis supracitadas para a criação de um habitat saudável e confortável, que consiga “satisfazer os requisitos básicos de sustentabilidade da vida humana individual e da interação social dentro do ambiente urbano”. Adicionalmente, o autor explica que a qualidade ambiental se fundamenta em três pilares básicos: satisfação da população, participação nos processos decisórios nas decisões e conciliação entre os interesses individuais e coletivos.

Rodrigues (1997) traz uma abordagem que considera a importância de se analisar as condições iniciais da área em estudo ao realizar estudos sobre a avaliação da qualidade ambiental. A autora destaca que há necessidade de se realizar esforço para identificar as condições ambientais pretéritas que caracterizam a situação de predomínio de processos naturais originais. Desta forma, são obtidos os parâmetros representativos da direção dos processos antecedentes às grandes rupturas (RODRIGUES, 1997, p. 142).

Farinon *et al.* (2020) destacam a abordagem temporal do conceito. Assim, além da influência que desempenha as vivências do sujeito sobre o entendimento do que é qualidade, há o fator tempo que faz que com haja mudança no que é entendido como qualidade no presente pode vir a divergir da concepção do que é entendimento no futuro.

Existe, por um lado, uma relação entre o meio ambiente os problemas de cunho urbano que enfrentamos hodiernamente. Isto porque um modelo de desenvolvimento urbano que desconsidera a componente ambiental gera conflitos que impactam negativamente sobre a qualidade ambiental urbana. Por outro lado, a percepção da qualidade ambiental urbana se diferencia entre indivíduos e grupos de indivíduos em função de aspectos socioculturais. As demandas inerentes a cada grupo social são bem específicas no que diz respeito ao meio ambiente urbano devido a suas concepções de vida, desejos e necessidades que resultam de uma construção cultural (BORJA, 1997; BARGOS, 2010).

Silva (2017) define qualidade ambiental urbana como sistema formado pelo meio físico (biótico e abiótico) e construído (funções e serviços urbanos) dentro de um processo de

planejamento e gestão de modo a preservar, conservar e oferecer oportunidades de vida a todo tipo de espécies e meios. Essa definição extrapola a abordagem meramente antropocêntrica conforme a qual a qualidade ambiental refere-se apenas a satisfazer os padrões de vida humano. Ela considera o conceito em uma abrangência maior ao incorporar as demais espécies e meios na busca da qualidade.

Em uma perspectiva amparada pela legislação brasileira, Tonetti (2011) ressalta que a qualidade do ambiente recebe ênfase na Lei Federal nº 6.938, de 1981, que em seu artigo 2º cita que a Política Nacional de Meio Ambiente objetiva “[...] a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, [...]”. Para tanto, a execução desta política deve atender os princípios da manutenção do equilíbrio ecológico, da racionalização do uso do solo, do subsolo, da água, do ar, o planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais, a proteção dos ecossistemas com a preservação das áreas representativas, controle e zoneamento das atividades potencialmente ou efetivamente poluidoras, entre outros princípios

O autor referido anteriormente ainda destaca que o Estatuto da Cidade por meio da Lei Federal nº 10.257/ 2001 que trata da execução da política urbana estabelece ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental; sendo que dentro dos instrumentos propostos a nível municipal se destacam o plano diretor, a disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo, o zoneamento ambiental e o plano plurianual. Assim, pode-se considerar o imprescindível papel desempenhado pelo Estado, através, das ações previstas no plano diretor para a busca e alcance da qualidade ambiental.

Conforme Dias, Gomes e Alkmim (2011), as múltiplas definições de qualidade ambiental têm como ponto comum a proteção aos aspectos naturais: (fauna, flora, recursos hídricos, solos, entre outros) além de considerar os anseios da sociedade e as alterações por ela geradas sobre o ambiente.

Dentro do conjunto de propostas e abordagens conceituais para se tratar da qualidade ambiental, alguns autores discutem a relação entre este conceito e outro de suma relevância quando se trata da dinâmica urbana: a qualidade de vida. Neste sentido, observa-se que as bibliografias que tratam da qualidade ambiental, especificamente da qualidade ambiental urbana, costumam apresentar a relação existente entre este conceito e o de qualidade de vida. O uso dos conceitos de qualidade ambiental e qualidade de vida é feito às vezes como se fossem sinônimos, contudo, não é o caso. Antes de abordar as especificidades inerentes a cada um dos

conceitos e diferenciá-los, tentar-se-á, em um primeiro momento, definir de forma sucinta a qualidade de vida.

A qualidade de vida é um termo polissêmico que abrange uma multiplicidade de áreas de conhecimento (biológico, social, político, econômico, médico, entre outros) e, devido à abrangência e multidisciplinaridade, não há consenso ou definição única, porém, um conjunto muito diversificado de abordagens. Neste sentido, observa-se que o conceito de qualidade de vida passou por várias mudanças conceituais e seu significado ainda sofre alteração de acordo com a área de conhecimento (MINAYO, HARTZ e BUSS, 2000; ALMEIDA e GUTIERREZ, 2010; ALMEIDA, GUTIERREZ e MARQUES, 2012).

O termo surgiu, inicialmente, na área médica na década de 1930. Nos anos que sucederam a segunda guerra mundial, passou a ser utilizado como referência aos recursos materiais, ou seja, padrão de vida. Entre as décadas de 1950 a meados de 1970, surgiu o uso de critérios objetivos e universais para mensurar a qualidade de vida. No final da década de 1970 e durante a década de 1980, houve o surgimento de estudos que deram destaques para os aspectos subjetivos, qualitativos e apreciativos, que se baseiam na percepção dos sujeitos e dos grupos em relação a sua qualidade de vida (DAY e JANKEY, 1996; SEIDL; ZANNON, 2004; GUIMARÃES, 2005).

Gomes e Queiroz (2017), após realizar revisão bibliográfica, os autores destacaram alguns fatores que explicam a dificuldade em definir o conceito: falta na definição ou padronização de um conceito único; conceito é utilizado em várias áreas da ciência; diferentes terminologias são empregadas como sinônimo ou associadas a qualidade de vida; a abordagem da qualidade de vida pode ser feita de forma objetiva e/ou subjetiva; inúmeras pesquisas abordam a qualidade de vida atrelada a uma temática específica.

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 1998, p. 11) define como “a percepção do indivíduo de sua inserção na vida, no contexto da cultura e sistemas de valores nos quais ele vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações”. Essa definição envolve um conjunto de dimensões abarcando seis níveis de domínios: Físico; Psicológico; Nível de Interdependência; Relações Sociais; Meio Ambiente; Aspectos Espirituais/Religião/Crenças Pessoais (GUIMARÃES, 2005).

Nesta perspectiva, para Minayo, Hartz e Buss (2000), a qualidade de vida tem uma relação com os padrões de vida que a sociedade define e os mecanismos que ela desenvolve para alcançar de forma consciente ou não. Adicionalmente, engloba ainda o rol de políticas

públicas e sociais que embasam o desenvolvimento humano, as alterações nas condições e estilos de vida, cabendo parcela importante de formulação e responsabilidades ao setor saúde.

Segundo Troppmair (1995), há um conjunto parâmetros físicos, químicos, biológicos e sociais que permitem o desenvolvimento harmonioso, pleno e digno da vida e, desta forma regem a sadia ou boa qualidade de vida. Nesta ótica, de um lado a saúde humana é influenciada por parâmetros de ordem físico, químico e biológico e, por outro lado, os parâmetros sociais são representados pelas pressões antrópicas e seus desdobramentos (positivos ou negativos) sobre o comportamento humano (VERONA e TROPPIAIR, 2004).

A qualidade de vida aparece também na legislação nacional. Neste intuito, pensar a qualidade de vida em uma lógica de direito fundamental para a população nos remete em embasar sobre a legislação, sendo a principal a Constituição Federal de 1988. Dentro dos vários artigos que a compõem, o artigo 225 (Do Meio Ambiente) se destaca ao apresentar como requisito para a qualidade de vida que se haja " meio ambiente ecologicamente equilibrado ". Segundo o texto da Constituição: "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Uma dimensão importante a considerar é a relação qualidade de vida – cidades. A qualidade de vida se desenvolve em estreitas relações com os padrões de vida sociais ou com o perfil da sociedade. Nesta lógica, tratar a qualidade de vida na sua interface com o ambiente urbano (qualidade de vida urbana), deve-se ao fato de a cidade ter se tornado o principal ambiente dos seres humanos na atualidade, além de representar um lugar decisivo que sedia as principais transformações sobre a natureza. Nesta perspectiva, os estudos sobre a qualidade de vida têm se focado na realidade urbana devido ao crescente aumento da população mundial com perfil cada vez mais urbano, tornou-se legítimo que existisse uma linha de pesquisa autônoma sobre qualidade de vida urbana (SANTOS e MARTINS; 2007; ESTÊVEZ e NUCCI, 2015).

Verona e Troppmair (2004) salientam a relação existente entre a organização da cidade e a qualidade de vida. Para os autores, a organização espacial da cidade influencia a qualidade de vida da população. Isso se deve ao fato que o sistema econômico atuante na cidade acaba configurando o conjunto de diferentes usos da terra, e, por conseguinte, acaba reagindo à organização espacial da cidade (o espaço urbano).

A partir do escopo teórico, abordagens e definições supracitadas, pode-se concordar com Minayo, Hartz e Buss (2000, p.4) que:

O patamar material mínimo e universal para se falar em qualidade de vida diz respeito à satisfação das necessidades mais elementares da vida humana: alimentação, acesso a água potável, habitação, trabalho, educação, saúde e lazer; elementos materiais que têm como referência noções relativas de conforto, bem-estar e realização individual e coletiva (MINAYO, HARTZ E BUSS, 2000, p.4).

Do conjunto das observações anteriormente apresentadas, a presente pesquisa se alinha e entende a definição de qualidade de vida a proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 1998, p. 11), a qualidade de vida é definida como “a percepção do indivíduo de sua inserção na vida, no contexto da cultura e sistemas de valores nos quais ele vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações”.

Voltando para a discussão inicial que diz respeito a relação entre qualidade de vida e qualidade ambiental, conforme apresentado por Guimarães (2005, pp 19-20), a qualidade ambiental por incorporar o "meio ambiente" acaba sendo um conceito mais abrangente, posto que este último pode ser considerado como "substrato e mediador de todas as formas de vida". Neste sentido, a qualidade ambiental representa um conceito mais profundo que engloba em si a totalidade do conceito de meio ambiente, bem como, o conjunto das suas dimensões, incluindo "os processos e condições que propiciam a plenitude da Vida". Assim, sem a adequada qualidade ambiental não será possível aceder às diferentes condições de qualidade de vida (GUIMARÃES, 2005, pp 19-20).

Tanto a qualidade de vida como ambiental são afetadas pelas formas como o ambiente é utilizado. Neste sentido, as pressões geradas pelos processos de concentração populacional, aliados aos fenômenos de urbanização e industrialização se mesclam para aumentar significativamente as alterações do meio ambiente e, desta forma, compromete a qualidade de vida. As zonas urbanizadas devido as suas características intrínsecas e aos processos que ali se desenvolvem são lugares que alteram substancialmente as condições físicas, químicas e biológicas (MONTEIRO, 1987; NUCCI, 2008)

Com base no artigo 225 da Constituição Federal de 1988, Troppmair (1992) formulou a conceituação sobre os conceitos de qualidade de vida e qualidade ambiental que, de acordo com o autor, partindo das propriedades que possui, o meio ambiente gera uma determinada qualidade ambiental que pode ser favorável ou maléfica. Nesta lógica, a sadia qualidade de vida pode ser compreendida como o conjunto dos parâmetros de natureza físico, químico, biológico, psíquico e social que dão sustento ao desenvolvimento equilibrado, pleno e digno da vida.

Martinelli (2004) considera a qualidade de vida um conceito mais abrangente que incorpora variável ambiental, para indicar a qualidade do ambiente humano. Neste sentido, a



autora entende que a qualidade ambiental é um dos elementos que influenciam a qualidade de vida. A qualidade de vida, por sua vez, é caracterizada como o conceito que engloba um leque de variáveis (incluindo as variáveis referentes a qualidade ambiental), sendo, portanto, mais amplo.

Ao discutir a relação qualidade ambiental - qualidade de vida, Silva (2017) aponta que na ausência de qualidade ambiental tornam-se desnecessárias as aferições que permitam perceber o conjunto de dimensões da qualidade de vida. Adicionalmente, o autor ainda contrapõe que desfrutar de qualidade ambiental em ambientes desprovidos de padrões razoáveis de qualidade de vida individual e coletiva (dificuldades de acesso a infraestruturas, falta de inclusão, participação, entre outros) pode gerar como impacto o comprometimento desse ambiente e os recursos ali disponíveis.

Para diferenciar os dois conceitos, Luengo (1998) ressalta que o conceito de qualidade ambiental reverte uma característica, uma conotação espacial evidente. Assim, para o autor a qualidade ambiental trata do conhecimento e análise dos aspectos que compõem o habitat físico dos seres humanos (onde realizam atividades básicas: viver, trabalhar, alimentar, descansar, entre outros). O propósito almejado é identificar os diferentes aspectos e condições que favorecem ou prejudicam essas atividades e a determinação de suas variáveis e indicadores.

Machado (1997) destaca a relação intrínseca entre os dois conceitos, haja vista que vida e meio ambiente são inseparáveis e existe uma interação e um equilíbrio entre ambos que variam de escala em tempo e lugar. Por sua vez, para diferenciar a qualidade ambiental e de vida, Verona e Troppmair (2004) salientam que a qualidade ambiental diz respeito às características do ambiente em si, a infraestrutura do espaço urbano, aos objetos quantitativos e, qualidade de vida está ligada ao indivíduo em si, as condições de bem-estar, alegrias e satisfações.

Rossato (2006) explica que a relação existente entre qualidade ambiental e de vida podem ser detectadas por meio da interação entre fatores ambientais (urbanização, densidade demográfica, composição paisagística, poluição e saneamento) e fatores socioeconômicos relacionados a qualidade de vida (renda, expectativa de vida e educação).

Guimarães e Dacanal (2006) salientam adicionalmente considerando tanto qualidade de vida como ambiental que a percepção e a interpretação dos dois conceitos são resultantes dos valores presentes na sociedade e as problemáticas enfrentadas nos âmbitos socioeconômico, cultural, físico e biológico da cidade. Esses, por sua vez, influenciam o cotidiano urbano, o que acaba afetando a qualidade de vida da população.



Segundo Farinon *et al.*, (2020), haja vista a relação existente entre os conceitos de qualidade de vida e qualidade ambiental, torna-se importante " considerar a fusão entre ambos para monitorar, tanto as condições urbanas quanto as respostas comportamentais subjetivas da população". A qualidade ambiental representa um aspecto importante para a qualidade de vida urbana frente ao atual processo de urbanização das cidades e degradação ambiental. Neste sentido, a qualidade ambiental constitui um pilar significativo para mensurar a qualidade de vida (FARINON *et al.*, 2020).

Em Silva (2017), a emergência do paradigma ambiental e da sustentabilidade contribuíram para uma melhor compreensão dos termos qualidade de vida e qualidade ambiental urbana. Bem antes do surgimento da problemática ambiental, a qualidade de vida e a qualidade do meio natural já eram inquietações das sociedades primitivas, seja na busca para uma área segura para implantação de moradias e acesso aos recursos naturais (água) como pelo arranjo do próprio grupo na área ocupada nos quesitos de proteção, alimentação, fuga, poder, entre outros.

Para Rogerro e Luchiari (2014, p. 2-3), a qualidade ambiental e vida urbana são consideradas como parte integrante do conceito "desenvolvimento sustentável que também não é sinônimo de sustentabilidade ou de desenvolvimento, mas sim uma composição desses dois conceitos".

Conforme apresentado por Minaki e Amorim (2007), realizar estudos sobre a qualidade ambiental urbana é um importante subsídio ao planejamento, posto que esses estudos dão informações que contribuem para a qualidade de vida da população. Neste sentido, o conceito de qualidade ambiental é parte integrante do conceito de qualidade de vida. Deste modo, a qualidade de vida é entendida como o retrato da existência ou não de condições saudáveis de habitação, nos quesitos humanos, sociais, ecológico-ambientais, econômicos, que são levantados conjuntamente em local específico.

Buccheri-Filho e Tonetti (2011) ao considerar os dois conceitos afirmam que o conceito de qualidade ambiental urbana é parte integrante do conceito de qualidade de vida; sendo que a qualidade ambiental urbana é retrata as condições benéficas do ambiente urbano que dão subsídio ou suprem as nossas necessidades fisiológicas e psicológicas.

A forma como se usa o ambiente para fins do ordenamento dos usos humanos deve levar em consideração os limites dados a este ambiente para que seja possível fazer um usufruto da melhor forma. Esta postura desenha um caminho cuidadoso e respeitoso a seguir para se alcançar um desenvolvimento que tenha como compromisso reduzir os impactos negativos

sobre o meio ambiente. Neste sentido, a qualidade ambiental urbana deve se tornar um fim desejado nas cidades, ao construir estruturas urbanas que gerem cada vez menos impactos negativos ao meio natural. Isto gerará como desdobramento efeitos positivos tanto na qualidade ambiental como na qualidade de vida das pessoas que vivem nos centros urbanos (VALASKI, 2008; TONETTI, 2011).

Partindo das diferentes concepções anteriormente apresentadas, o autor da presente pesquisa entende que os conceitos de qualidade de vida e qualidade ambiental apresentam uma relação mútua em que cada um dos conceitos exerce uma influência sobre o outro. Adicionalmente, entende-se que o meio ambiente representa o sustentáculo sobre o qual se desenvolve a vida e, portanto, a sadia qualidade ambiental é de suma importância para o usufruto de uma sadia qualidade de vida. Em outras palavras, entende-se que a qualidade ambiental é o pilar, o sustentáculo sobre o qual se desenvolve a qualidade de vida e que sem um meio ambiente saudável não se pode falar em qualidade de vida.

Conforme apresentado por Lima (2018), o ser humano necessita de muitos fatores para manter uma qualidade de vida satisfatória, dentre os quais se destacam as relações sociais, o acesso aos serviços públicos e de saúde, entre outros. Também precisa de um ambiente ecologicamente equilibrado que afeta todos os outros níveis de percepção de melhoria da saúde e das condições de vida.

Considerando o conjunto do referencial teórico apresentado neste capítulo (manguezal e qualidade ambiental), entende-se que, embora o uso dos manguezais seja secular, a ocupação urbana desordenada e não planejada em áreas adjacentes aos manguezais pode potencialmente comprometer a qualidade ambiental dos mesmos. Assim, torna-se importante garantir ações necessárias de proteção, devido à ampla gama de serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais e pelo importante papel que têm para a manutenção da qualidade ambiental e qualidade de vida das populações que reside na área de estudo.

Dentro dos serviços ecossistêmicos, os manguezais protegem a linha de costa, ao sequestrar sedimentos carregados pelos rios que drenam sua bacia hidrográfica, assim como, é o berçário de várias espécies de pesca, favorecendo a economia local.

## 2.2.2 INSTRUMENTOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL

Segundo Santos (2004), os indicadores são parâmetros ou funções derivadas deles e que têm como propósito retratar um estado ou uma resposta dos fenômenos que ocorrem em um determinado meio. Possuem como principal característica a capacidade de quantificar e simplificar a informação. São de extrema relevância para os processos decisórios e para a sociedade haja vista que auxiliam na criação de cenários que fazem o diagnóstico do meio, bem como no monitoramento dos resultados de decisões tomadas. Neste sentido, seu uso pode permitir a avaliação e projeção de tendências ao longo do tempo, a mediação o diálogo entre os governos e as demandas populacionais, o prognóstico de cenários futuros e a orientação de ações preventivas.

Conforme Martínez (2009), os indicadores são estatísticas selecionadas por sua capacidade de retratar um fenômeno relevante e são frutos de processamento ou tratamento de séries estatísticas (agregação, proporção, taxas de crescimento, entre outros) com o propósito de destacar o estado, a evolução e as tendências do fenômeno em estudo. Nesta lógica, por apresentar esta característica de retratar um dado fenômeno, os indicadores são intencionais desde sua concepção e necessitam um processo cuidadoso de elaboração em que vários critérios são calibrados (disponibilidade e qualidade das informações, a relevância do indicador, a contribuição do indicador para o Sistema de Indicadores, entre outros). Em outras palavras, um indicador é uma observação empírica ou estimativa estatística que sistematiza aspectos de um ou mais fenômenos que são relevantes para um ou mais propósitos analíticos e de monitoramento ao longo do tempo.

Os indicadores servem essencialmente para informar sobre a evolução de determinados processos dinâmicos ou avanços em direção a determinados objetivos ou metas e, nesse intuito, revelar ou antecipar- tendências ou fenômenos que não seriam imediatas ou facilmente detectáveis por meio de dados isolados. Constitui a representação simplificada da complexidade da realidade, com capacidade de facilitar a compreensão de fenômenos, eventos e percepções a ela relacionados, bem como, de sintetizar e comunicar dados brutos e de adaptar informações a linguagem e aos interesses de um público composto por diferentes atores sociais (PNIA, 2012).

Winograd (1995) define os indicadores como informações que fazem parte de um processo específico de gestão e que podem ser comparados com os objetivos desse processo. São informações às quais é atribuído um significado ou importância maior do que seu valor

observado ou real. Em geral, os indicadores desempenham as funções de simplificar, quantificar, analisar e comunicar, e, assim, permitem compreender fenômenos complexos, tornando-os quantificáveis de forma que possam ser analisados em um determinado contexto e comunicados aos diferentes níveis da sociedade. Neste sentido, o uso de indicadores pode auxiliar no processo de gestão devido a capacidade de sintetizar e analisar grande volume de informações técnicas e orientar nos processos decisórios.

A seleção dos indicadores obedece a três critérios básicos que são:

- 1) Confiabilidade dos dados;
- 2) Relação com os problemas e prioridades e
- 3) Utilidade para o usuário.

Os indicadores se configuram como ferramentas que subsidiam o planejamento devido a sua capacidade de auxiliar para que políticas públicas sejam direcionadas para objetivos específicos. Inicialmente, os indicadores eram mais voltados aos aspectos econômicos e com foco em medir o grau de desenvolvimento das nações a partir de seu desempenho econômico. Os indicadores têm como papel subsidiar o processo decisório nas diferentes esferas da sociedade e no planejamento para que se alcance melhoras na qualidade ambiental e, por consequente, atingir a sustentabilidade. (MATTOS, 2005; SILVA, 2017).

De acordo com Smeets e Weterings (1999), a comunicação é a principal função dos indicadores. Para tanto, devem permitir ou promover a troca de informações sobre a questão que abordam. Do mesmo modo, os indicadores de cunho ambiental fornecem informações sobre fenômenos que são considerados críticos para a avaliação da qualidade ambiental. Além disso, a comunicação exige também simplicidade e, neste sentido, os indicadores buscam simplificar uma realidade complexa; ao concentrar-se em determinados aspectos considerados relevantes e sobre os quais existem dados disponíveis. Porém, o seu significado vai além do que se obtém diretamente a partir das propriedades observadas.

No que diz respeito à definição de políticas, os indicadores são utilizados para três objetivos principais:

1. Fornecer informações sobre os problemas ambientais, de modo a permitir que os decisores políticos avaliem a sua gravidade;
2. Apoiar o desenvolvimento de políticas e a definição de prioridades, identificando os principais fatores que causam pressão sobre o ambiente
3. Monitorar os efeitos das respostas políticas (SMEETS E WETERINGS, 1999).

De acordo com o PNIA (2012), o surgimento desta tendência que objetiva tratar as questões ambientais de forma integrada com as políticas setoriais, foi adotado com determinação pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) desde 1993, quando a organização estabeleceu um conjunto de indicadores ambientais estruturado em 14 temáticas básicas e adotou o marco ordenador ou estrutura de classificação PER (Pressão-Estado Resposta). Neste sentido, ao se tratar da avaliação de qualidade ambiental, o modelo pressão-estado-respostas (PER) proposto pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) se tornou um dos mais reconhecidos internacionalmente.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) foi criada em 1961, com o objetivo de coordenar as políticas econômicas dos países-membros e fornecer um fórum para discutir questões econômicas e sociais comuns. Com o tempo, a organização expandiu seu escopo de trabalho para incluir questões relacionadas ao comércio, emprego, meio ambiente, educação e outras áreas.

Em 1998, a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE) criou o programa de indicadores ambientais com os objetivos de:

1. Acompanhar os progressos realizados na área de meio ambiente;
2. Zelar para que seja considerada a variável ambiental na elaboração e execução de políticas setoriais;
3. Promover a integração da variável ambiental nas políticas econômicas.

Parte-se do pressuposto que não existe apenas um único conjunto universal de indicadores, porém um conjunto muito diversificado com seus respectivos objetivos específicos: estes podem ser utilizados nos mais variados âmbitos (internacional e nacional) com o intuito de informar sobre o estado do meio ambiente, examinar os desempenhos ambientais e relatar os progressos alcançados em matéria de desenvolvimento sustentável. Os indicadores propostos pela OCDE têm como finalidade auxiliar na tomada de decisões dos governos, contudo, podem também ser adaptados e servir para a elaboração de indicadores em nível infranacional ou na escala de um ecossistema. Têm como funções a redução do número de medidas e de parâmetros necessários para analisar uma situação com “exatidão” e a simplificação do processo de comunicação dos resultados das medidas aos usuários (OCDE, 2002).

Ao se tratar especificamente do modelo PER, este baseia-se na ideia de que:

As atividades humanas causam pressões sobre o meio ambiente e afetam a sua qualidade e a quantidade de recursos naturais (“estado”); como resposta, a sociedade propõe políticas ambientais, econômicas e setoriais, tomando consciência das mudanças ocorridas e a elas adaptando o seu comportamento (“respostas da sociedade”). Este modelo tem como vantagem evidenciar auxiliar os tomadores de decisão e o público a perceber a interdependência entre as questões ambientais e as demais temáticas (sem, todavia, esquecer que existem relações mais complexas nos ecossistemas e nas interações meio ambiente-economia e meio ambiente-sociedade) (OCDE, 2002, p. 193).

No entanto, ao longo do tempo, este modelo passou por uma série de modificações e aprimoramentos como Modelo Pressão - Estado - Impacto – Resposta (PEIR), Modelo força-motriz-estado-resposta (FER), Modelo forças motoras, pressão, estado, impacto e resposta (DPSIR), Modelo *Driving Forces Pressures-Chemical State-Ecological State-Response* (DPCER) e Modelo *Driver-Pressure-State-Welfare Response* (DPSWR), entre outros.

Como se pode observar, o uso de indicadores ou modelos para avaliar a qualidade ambiental é uma prática muito difundida e a forma de construção e seleção das variáveis que compõem estes indicadores variam de acordo com os autores e áreas de conhecimento (APÊNDICE A). Assim, segundo Sanchez (2013), a qualidade ambiental pode ser medida por indicadores como é realizado ao se tratar da qualidade de vida. Parâmetros biológicos, físicos, químicos, arquitetônicos, paisagísticos, sociais, culturais e econômicos, entre outros podem ser utilizados para construir modelos de indicadores para se realizar a avaliação da qualidade ambiental urbana (Anexo 1).

Segundo Bargos (2010), os estudos sobre a qualidade ambiental pressupõem uma análise cuidadosa de caráter quanti-qualitativo. Conforme apresentado por Rogerro e Luchiari (2012), ao objetivar avaliar a qualidade ambiental, o pesquisador deve se direcionar a variáveis específicas ao ambiente (a qualidade do ar, a qualidade das águas, a quantidade de áreas verdes, entre outros).

Dias, Gomes e Alkmim (2011) ressaltam que não há uma associação rígida (imutável) entre um conjunto de indicadores e a qualidade ambiental urbana. A definição ou escolha de indicadores "surge como resposta à dinâmica das pressões e do sistema socioeconômico e cultural sobre o ambiente natural".

Os indicadores ambientais têm como função apresentar o retrato da qualidade ambiental e dos recursos naturais e ajudar no processo de avaliação das condições e tendências ambientais para que se alcance desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, eles têm que possuir como características: capacidade de síntese, informações confiáveis e comparáveis; estabelecer o elo dos problemas com as políticas ambientais, ser de fácil compreensão e acessibilidade para a população (RUFINO, 2002).

Sachs (1974) ressalta que a avaliação da qualidade do ambiente será feita por meio de “indicadores objetivos aprendida no plano de sua percepção pelos diferentes atores sociais”. Nesse sentido, surge a necessidade de criar um leque de indicadores que englobam os aspectos físicos e químicos da qualidade da água e do ar, levantamento psico-sociológicos, análise da disponibilidade e acesso a equipamentos de infraestruturas de habitação e serviços sociais incluindo o uso de recursos estatísticos assim como o tempo dos diferentes atores envolvidos.

Para Mattos e Perez filho (2007), o uso de indicadores para avaliar a qualidade ambiental se configura como uma estratégia útil de subsídio para os processos de tomada de decisões para fins de sustentabilidade. Neste sentido, os indicadores de qualidade ambiental “podem se configurar em um procedimento metodológico que liga as ideias de complexidade, estabilidade, resiliência e sustentabilidade, “traduzindo” os atributos do sistema e as interações entre seus componentes em informações sintéticas e inteligíveis”.

Embora não se pode descartar alguns indicadores em detrimento de outros, há um consenso que a vegetação constitui um fator primordial para qualidade ambiental haja vista que sua ausência acarreta como consequência alteração no microclima, conforto térmico, ilha de calor, entre outros (BARGOS, 2010; LIMA, 2013).

A cobertura vegetal é um elemento de suma importância no espaço urbano e na busca pela qualidade ambiental e, conforme apresentado por Luchiari (2001), a porção de área destinada para a cobertura vegetal é um diferencial quando se trata especificamente das áreas residenciais. Neste sentido, em outras palavras, ao considerar as áreas residências a extensão da cobertura vegetal possui uma nítida relação com a qualidade de vida de seus habitantes.

A Cobertura Vegetal é definida por Nucci e Cavalheiro (1999) como a projeção do verde em cartas planimétricas e pode ser identificada por meio de fotografias aéreas, sem auxílio de estereoscopia. Considera-se toda a cobertura vegetal existente nos três sistemas (espaços construídos, espaços livres e espaços de integração) e as encontradas nas Unidades de Conservação (que na sua maioria restringem o acesso ao público), inclusive na zona rural.

Conforme apresentado no anexo 2, dentro do conjunto de variáveis utilizados para compor os indicadores para avaliar a qualidade ambiental, a cobertura vegetal se destaca como um dos principais. Algumas pesquisas dentro do referencial bibliográfico levantado abordavam a qualidade ambiental e a qualidade de vida de forma conjunta. Neste sentido, a segunda variável mais utilizada na construção dos indicadores diz respeito ao abastecimento de água, ou seja, ao acesso e consumo pelas populações. Aos dois citados anteriormente, segue como terceira variável a ocupação e uso da terra. Esta variável retrata a forma como é feito o



ordenamento territorial e como as populações lidam com a legislação no que diz respeito às normas de ocupação do solo. Por fim, destaca-se também a coleta de esgotos.

Neste mesmo âmbito de proposta de modelos de indicadores, os indicadores de qualidade ambiental formulados pelo Painel Nacional de Indicadores Ambientais (PNIA, 2012) abrangem:

- Situação da oferta de água para abastecimento humano urbano;
- População Urbana com Acesso a Serviço de Coleta de Esgotos Sanitários;
- População Urbana com Acesso a Serviço de Tratamento de Esgotos Sanitários;
- Coleta per capita de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO);
- Taxa de Cobertura da Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares em Relação à População Urbana;
- Taxa de Materiais Recicláveis em Relação à Totalidade de Resíduos Sólidos Urbanos Coletados;
- Municípios com Órgãos Municipais de Meio Ambiente (OMMA);
- Municípios com Conselho de Meio Ambiente (CMMA) e
- Implantação da Agenda 21 Local.

Avaliar a qualidade ambiental auxilia em entender quais os vários elementos adequados à existência humana para que se consiga alcançar o desenvolvimento econômico e social urbano. Nesta ótica, torna-se assim a parte mais importante do planejamento e gestão eficiente do ambiente urbano. O objetivo da avaliação da qualidade ambiental urbana não se resume apenas à tomada de decisão de apoio ao planejamento urbano, mas também, atuar como elo para conectar planejadores urbanos, especialistas em meio ambiente e outras partes interessadas (KRISHNAN e FIROZ, 2020).

O desenvolvimento de mecanismos que buscam realizar uma integração entre o bem-estar e o meio ambiente pode ser ampliado recorrendo a indicadores ambientais que consigam gerar ganhos na qualidade de vida urbana (FARINON *et al.*, 2020).

Buccheri Filho (2006) faz algumas ressalvas quando escolher os parâmetros para a avaliação da qualidade ambiental. De acordo com o autor, a associação entre aspectos socioeconômicos e ambientais pode vir a enviesar o resultado da avaliação. Isso porque determinada área pode desfrutar de boa infraestrutura urbana, porém não possuir áreas verdes ou arborizadas; seja no quesito aspectos socioeconômicos a qualidade seria classificada como boa, entretanto em relação ao meio físico a qualidade seria ruim.

Existe uma inter-relação no que tange aos critérios utilizados nos estudos de qualidade ambiental urbana, haja vista que causam interferência uns sobre os outros. A título ilustrativo, uma mudança no uso do solo desencadeia uma alteração nos demais indicadores de qualidade ambiental urbana (impermeabilização do solo, taxa de escoamento superficial, verticalidade, densidade demográfica, cobertura vegetal e nos espaços livres) (ESTÊVEZ e NUCCI, 2015).

Nucci (1996) formulou um método para a avaliação da qualidade ambiental urbana com indicadores baseados nos princípios de Ecologia e Planejamento da Paisagem. Neste sentido, os critérios definidos foram: uso do solo, poluição, verticalidade das edificações, densidade demográfica, enchentes, cobertura vegetal e espaços livres (ESTÊVEZ e NUCCI, 2015), sendo que esses indicadores deverão ser especializados e integrados em escala que variam entre 1.2000 e 1.10.000. A análise sistêmica desses critérios dá subsídio para a elaboração da Carta da Qualidade Ambiental (NUCCI, 1998 e 2001).

A proposta metodológica de Luengo (1998) para avaliar a qualidade ambiental urbana abrange três aspectos como referência para definição de variáveis geográficas mais amplas. São essas:

- Físico-naturais: os quais consideram especificamente os fatores climáticos-meteorológicos ligados à sensação de conforto térmico, e aspectos naturais que incluam o potencial de incidência sobre a segurança das pessoas tais como terremotos, deslizamentos e enchentes.
- Ambiente Artificial Urbano-arquitetônico: afeta o bem-estar psicofísico dos habitantes através de suas condições espaciais e funcionais de modo positivo ou negativo.
- Aspectos de ordem social: aparentes em padrões culturais de resposta a princípios de convivência nos quais se manifesta um sensível equilíbrio entre a vida social e individual.

A seleção e construção de um modelo de indicadores representa uma atividade importante quando se objetiva trabalhar com a qualidade ambiental. A operacionalização destes indicadores conta com o auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) que permitem realizar análises espaciais e auxiliar no processo de tomada de decisões.

## 2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL

Este tópico do referencial teórico é voltado especificamente aos métodos utilizados na presente pesquisa. Trata-se de uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para fins de análise espacial e auxílio no processo planejamento e gestão territorial.

Os SIGs possuem como uma das suas principais características a capacidade de trabalhar, por meio do geoprocessamento, com a localização espacial das informações (espacialização), sendo uma importante ferramenta de análise espacial que atua na criação e desenvolvimento de modelos, que por sua vez, são utilizados para prever o rumo de eventos geográficos dinâmicos. Possuem um leque expressivo de instrumentos para análise espacial, modelagem dinâmica, entre os quais as dinâmicas espaço-tempo, criação de métodos computacionais apropriados e aprimorados na solução de problemas geográficos, de grande complexidade (REFOSCO, 2004; ROCHA e SOUZA, 2010; RICOBOM, 2011).

Os SIG's possuem ferramentas importantes que têm potencial de auxiliar na avaliação da qualidade ambiental dos manguezais. Dentro da ampla gama de ferramentas disponíveis associadas ou integradas no geoprocessamento, destacam-se o sensoriamento remoto por meio da aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Análise multicritério com aplicação da Combinação Linear Ponderada.

### 2.3.1 SENSORIAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA DE MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DO MANGUEZAL

Desde o lançamento do primeiro satélite civil de observação da Terra em 1972, o sensoriamento remoto por satélite tem fornecido informações cada vez mais sofisticadas sobre a estrutura e a função dos ecossistemas florestais. A classificação e o mapeamento de florestas, assim como os usos mais diversos de dados de satélite, melhoraram ao longo dos anos. Isto é resultado de sensores cada vez mais aprimorados, melhores algoritmos de classificação e o uso de sistemas de informações geográficas para incorporar dados adicionais referenciados espacialmente, como é o caso da topografia (IVERSON, GRAHAM e COOK, 1989).

Segundo Wanga *et al.*, (2019), o mapeamento da extensão dos manguezais com dados de sensoriamento remoto à década de 1970. A maioria dos trabalhos de mapeamento da extensão dos manguezais antes de 1989 apresentava uma limitação no que tange à precisão. Posteriormente, houve melhorias e os estudos de mapeamento da extensão dos manguezais

foram aprimorados no quesito de precisão. Spalding *et al.*, (2010) produziram o primeiro mapeamento global do estado dos manguezais, seguido por vários estudos de mapeamento da extensão dos manguezais em grande escala com uso de usando imagens de resolução espacial média-baixa após 2000.

Tradicionalmente, o monitoramento do manguezal recorre ao uso de métodos de observação e pesquisa de campo. No entanto, estes apresentam como limitação a dificuldade em monitorar e medir os manguezais *in situ* devido à sua densa vegetação rasteira e à localização geográfica nas zonas entremarés. Além disso, os métodos de observação e pesquisa de campo exigem muita mão de obra, são caros e frequentemente limitados em sua extensão. O sensoriamento remoto se destaca como uma solução para auxiliar no que diz respeito aos levantamentos de campo e, ao longo do tempo, vem melhorando continuamente em termos de resolução espacial, temporal e custos para o usuário (GIRI *et. al*, 2011; TRAN, REEF e ZHU, 2022).

Em termos de monitoramento em campo dos manguezais, com base no Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros, os parâmetros a levantar abrangem (SCHAEFFER-NOVELLI, DO VALE, CINTRÓN, 2015):

- Identificação das espécies presentes;
- Diâmetro das árvores;
- Altura média do bosque;
- Densidade;
- Área basal das árvores;
- Fitomassa aérea (ou volume) e
- Descrição qualitativa do bosque.

De acordo com Kuenzer *et al.*, (2011) os habitats típicos de mangue têm uma localização de difícil acesso. Os métodos tradicionais de observação e levantamento de campo são dispendiosos em relação ao tempo e envolvem elevados custos. Para resolver esses problemas, são necessárias ferramentas de monitoramento e mapeamento de larga escala, a longo prazo e com boa relação custo-benefício, disponíveis por meio da tecnologia de sensoriamento remoto. O sensoriamento remoto de manguezais fornece informações importantes que podem dar subsídios para realizar Inventários de habitat (determinação da extensão, espécie e composição, estado de saúde); Mudança na detecção e monitoramento do uso do solo e cobertura da terra; Apoio à avaliação de ecossistemas e Planejamento de pesquisa de campo, entre outros (KUENZER *et al.*, 2011).

Os manguezais se desenvolvem na interface terra-mar e, em termos de análise espacial, as principais características que contribuem para a composição do pixel em imagens de sensoriamento remoto são vegetação, solo e água. Adicionam-se a influência das marés sazonais e diurnas. Essas circunstâncias afetam muito a caracterização espectral dos componentes da imagem. As características texturais e espectrais do dossel e das folhas são as principais características usadas para distinguir as comunidades de mangue. Sua aparência, parcialmente mais homogênea ou heterogênea, depende de vários fatores, como composição de espécies, padrão de distribuição, forma de crescimento, densidade de crescimento e altura (RAMSEY e JENSEN, 1996; KUENZER *et al.*, 2011).

A assinatura espectral de uma única espécie é definida pela idade, vitalidade e características fenológicas e fisiológicas. As mudanças climáticas periódicas que influenciam a dinâmica foliar da foliação e a senescência das folhas também podem ter um impacto sobre a resposta espectral. As espécies diferem devido às suas principais propriedades biofísicas e químicas, como água, celulose, teor de proteína, bem como os principais pigmentos foliares, clorofila (a e b) e carotenoides. A resposta espectral também depende da estrutura interna da folha, composta principalmente de parênquima paliádico e mesofilo esponjoso, bem como do número de camadas celulares, espaços intercelulares, interfaces ar-água e tamanho da célula. Além disso, os efeitos intertidais e o tipo de solo influenciam o sinal espectral das comunidades de plantas (BLASCO *et al.*, 1998; MEZA DIAZ e BLACKBURN, 2003; KUENZER *et al.*, 2011).

Kamal e Phinn (2011) ressaltam que o mapeamento da distribuição de espécies e comunidades de vegetação em zonas costeiras é importante para fornecer inventários, avaliar mudanças ao longo do tempo, mapear e quantificar a biodiversidade. Neste sentido, o sensoriamento remoto tem um papel essencial para fornecer um método rápido e eficiente de mapeamento e monitoramento em áreas de manguezais.

O manguezal é objeto de vários estudos internacionais e nacionais (ALONGI, 2002; BIGARELLA, 1946; DUKE *et al.*, 1998; LUGO; SNEDAKER, 1974; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000; SILVA, 2019). Dentre estes, o uso de sensoriamento remoto no estudo dos manguezais vem apresentando destaque (BALOLOY *et al.*, 2020; DAHDOUNH-GUEBAS, 2002; DINIZ *et al.*, 2019; GIRI *et al.*, 2010; LASSALLE *et al.*, 2023; MAGRIS; BARRETO, 2010; PAZ *et al.*, 2021; REIS-NETO *et al.*, 2019; SANTOS; BITENCOURT, 2016; THOMAS *et al.*, 2018; XIMENES *et al.*, 2023; YANCHO *et al.*, 2020).

A nível nacional, desde 2008, o mapeamento da cobertura vegetal dos manguezais vem sendo realizado pela equipe do Centro Nacional de Monitoramento e Informações Ambientais (CENIMA/IBAMA). No período 2008-2010, os mapeamentos foram feitos com base em imagens Landsat TM e CBERS-2 CCD e para o período 2014-2015 estes foram realizados com o auxílio das Imagens Landsat-8 e RapidEye de 2013 e 2014 (ICMBio, 2018).

Em relação às técnicas disponíveis no sensoriamento remoto, os manguezais podem ser identificados com base nas propriedades texturais e espectrais do dossel e das folhas. Sua aparência estrutural, que pode ser homogênea ou heterogênea em toda a floresta, é afetada por fatores que incluem a composição das espécies, a forma de crescimento, a densidade e a altura. Quase todas as espécies de mangue podem ser discriminadas na região do visível e do infravermelho próximo (NIR) devido à dispersão nas células do mesófilo esponjoso das plantas. A maior refletância espectral dos manguezais foi observada na região NIR para as fontes de refletância de superfície Landsat 8 e Sentinel-2A (THAKUR *et al.*, 2020; ZULFA *et al.*, 2021; TRAN, REEF e ZHU, 2022).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) representa uma ferramenta muito importante no monitoramento de mudanças no uso da terra e na avaliação do estado da vegetação, pois é uma técnica que busca medir a saúde e o vigor das plantas. Trata-se de um índice que permite discernir áreas com vegetação e seu estado. Em estudos de sensoriamento remoto, o NDVI e índices de vegetação são utilizados das mais diversas formas para realizar estudos ou análises sobre a vegetação, sendo que o NDVI pode auxiliar na classificação de tipos de vegetação (RAZALI *et al.*, 2022).

O pioneirismo da concepção e da aplicação do NDVI se dá à pesquisa de Rouse, Hass e Deering (1974) que objetivava determinar a viabilidade do uso de dados do *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS) para mapear as condições da vegetação durante toda a estação de crescimento nas grandes planícies (*great plains*). Para tanto, os autores estabeleceram um método para obter uma medição quantitativa das condições da vegetação em regiões amplas recorrendo ao uso de dados ERTS-1 com imagens do sensor *Multispectral Scanner* (MSS).

O NDVI é uma medida da capacidade fotossintética das plantas e da resistência das folhas à transferência de vapor de água. Estudos mostraram uma forte correlação do NDVI com a fração da radiação fotossintética ativa, a biomassa da vegetação, a cobertura verde e o índice de área foliar. Assim, valores altos de NDVI são indicativos de alta atividade da vegetação. A premissa é que o NDVI é um indicador da saúde da vegetação, porque a degradação da vegetação ou uma diminuição do verde, seria refletida em uma diminuição do valor do NDVI.

O NDVI é um indicador de sensoriamento remoto de vegetação saudável, sendo que a ideia é que a deterioração da fenologia da vegetação, indicada por uma diminuição do verde, reflète-se em uma diminuição do NDVI (ALATORRE *et al.*, 2016).

Existe um conjunto muito diversificado de índices de vegetação aplicados aos manguezais conforme levantamento realizado nos estudos de Yang *et al.*, (2022) e Xia *et al.*, (2022) e apresentado no quadro 3.

QUADRO 3- PROPOSTAS DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO ESPECÍFICOS AOS MANGUEZAIS

ÍNDICE	AUTOR	ANO	SATÉLITES
Mangrove recognition index (MRI)	Zhang et al.	2013	Landsat
Mangrove index (MI)	Winarso et al.	2014	Landsat
Normalized difference mangrove index (NDMI)	Shi et al.	2016	Landsat
Mangrove probability vegetation index (MPVI)	Kumar et al.	2017	EO-1 Hyperion
Combine mangrove recognition index (CMRI)	Gupta et al.	2018	Landsat
Submerged mangrove recognition index (SMRI)	Xia et al.	2018	GaoFen-2
Mangrove forest index (MFI)	Jia et al.	2019	Sentinel-2
Mangrove vegetation index (MVI)	Baloloy et al.	2020	Sentinel-2 / Landsat
Normalized intertidal mangrove index (NIMI)	Xu et al.	2020	Sentinel-2
Optical and synthetic aperture rada (SAR) images combined mangrove index (OSCMi)	Huang et al.	2022	Sentinel-1/2

FONTE: Yang *et al.* (2022) e Xia *et al.* (2022). Adaptado pelo autor (2023).

De acordo com a pesquisa realizada por Tran, Reef e Zhu (2022), a partir do levantamento sobre os índices espectrais para sensoriamento remoto, os autores apontaram o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) como o índice mais amplamente aplicado em estudos sobre manguezais. O desenvolvimento e aplicação de índices potenciais para a caracterização da cobertura de mangue aumentaram significativamente sendo que o NDVI continua a ser o índice mais popular.



### 2.3.2 ANÁLISE MULTICRITÉRIO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM MANGUEZAIS

Segundo Hong Jiang & J. Ronald Eastman (2000), cada vez mais, os sistemas de informação geográfica (SIG) são utilizados como uma ajuda importante para a tomada de decisões espaciais. Os recentes desenvolvimentos nos SIG conduziram a melhorias significativas na sua capacidade para processos de tomada de decisão, entre os quais a Análise Multicritério (AMC) é um dos procedimentos mais importantes (BURROUGH *et al.* 1992; CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO, 2001).

A literatura apresenta diferentes denominações a esta técnica assim não é raro encontrar: Apoio Multicritério à Decisão (AMD), Análise Multicritério ou Apoio à Decisão Multicritério (*Multi-Criteria Decision Aid/Making – MCDA/M*). Trata-se de um conjunto de técnicas que surgiu na década de 1970 e que auxilia em processos decisórios especificamente quando as decisões a serem tomadas precisam se fundamentar em critérios técnicos, objetivos e transparentes e também quando há necessidade de incorporar juízos de natureza subjetiva. Em outras palavras, consiste em um conjunto de técnicas para auxiliar na tomada de decisões sobre problemas complexos, com base na avaliação e escolha das alternativas para resolução de um determinado problema, segundo diversos critérios e pontos de vista (JANUZZI, MIRANDA e SILVA, 2009).

A definição proposta por Delgado e Barredo Cano (2005, p. 43) define como sendo “[...] conjunto de técnicas orientadas a assistir em los procesos de toma de decisiones, investigando um número de alternativas bajo múltiples criterios y objetivos en conflicto, generando soluciones de compromiso y jerarquización de las alternativas” (Delgado e Barredo Cano, 2005, p. 43).

A Análise Multicritério objetiva realizar uma análise de diferentes ações que tem variáveis que interferem de forma simultânea em determinados processos. Trata-se de uma técnica que opera com a combinação entre vários fatores ou condicionantes ou critérios definidos a priori criteriosamente. Neste sentido, os critérios selecionados funcionam como variáveis relacionados uns aos outros, exercendo uma interferência mútua entre si, sendo que todos influenciam individual e coletivamente sobre o produto ou resultado final (PINTO, 2015).

Os critérios definidos no processo de Análise Multicritério abrangem duas categorias: fatores ou restrições. Estas duas categorias dizem respeito tanto a atributos do indivíduo que

está tomando a decisão como ao conjunto todo de decisão. Os fatores têm como características realçar ou diminuir a potencialidade de uma alternativa específica. Por sua vez, as restrições impõem limitações às alternativas (fatores), podendo desta forma excluir áreas e limitar espacialmente a distribuição das possibilidades de escolha (EASTMAN, 1998). Ao encerrar a fase de escolha dos critérios que serão submetidos à avaliação, é necessário realizar um processo de padronização.

No contexto do SIG com o uso do software IDRISI, são comuns três procedimentos para a Análise Multicritério: a sobreposição booleana, a Combinação Linear Ponderada e Média Ponderada Ordenada

A Combinação Linear Ponderada (*Weighted Linear Combination* – WLC) é um procedimento em que critérios contínuos (fatores) passam por um processo de padronização para um intervalo numérico comum e depois combinados por média ponderada. Esta técnica recorre a um processo de padronização, como é o caso da Lógica *Fuzzy* (JIANG e EASTMAN, 2000).

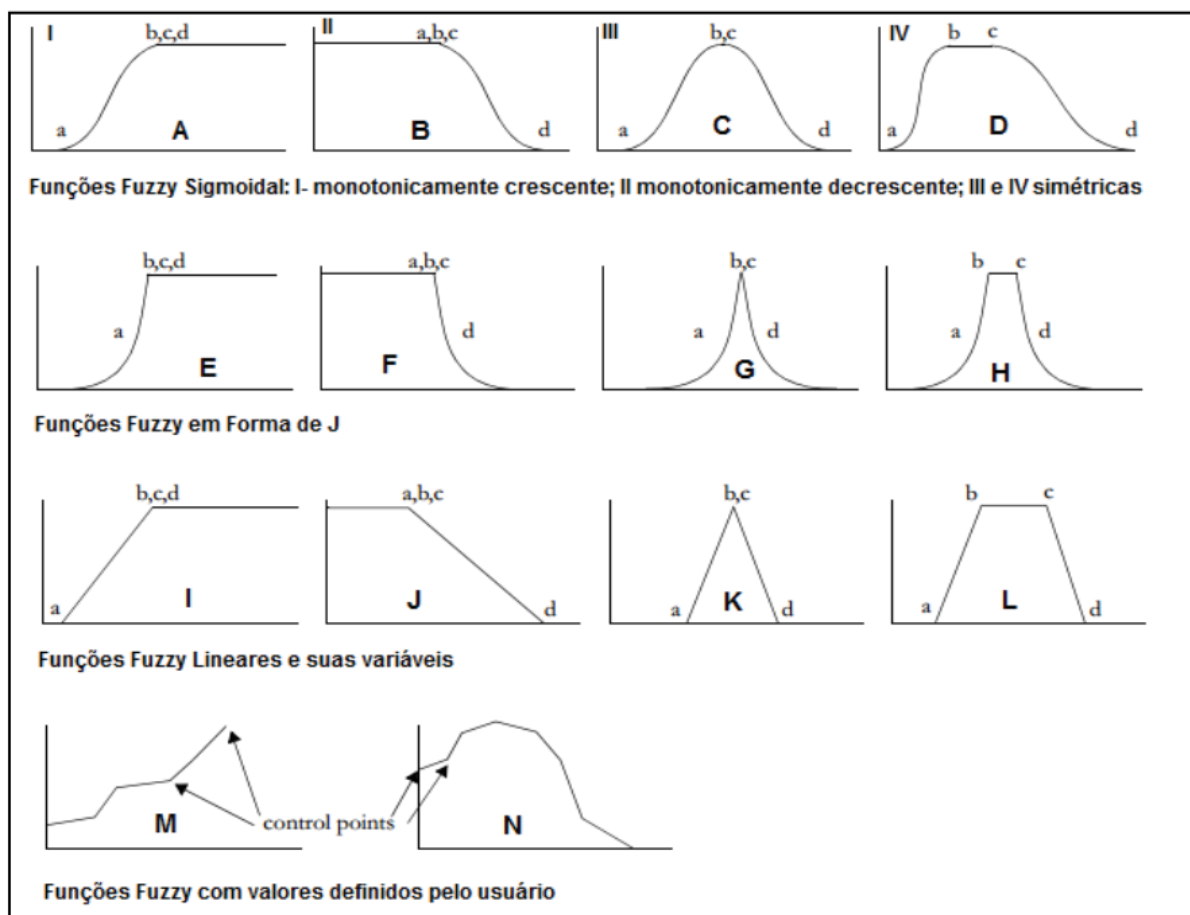
A Lógica *Fuzzy* (Lógica Nebulosa) tem como características a proximidade com o raciocínio humano e se baseia na conversão dos fatores para uma escala contínua, sem limite abrupto de fronteira entre o sim e o não, o 0 e 1 como é o caso da lógica booleana. A padronização *fuzzy* admite novos valores entre os dois extremos, ou seja, considera valores intermediários entre o verdadeiro e o falso. Neste sentido, a padronização *fuzzy* traz como vantagem a possibilidade de codificação de conhecimentos incertos, inexatos, de tal maneira que se assemelha aos processos de decisão humana (PINTO, 2015).

A padronização *Fuzzy* por meio do uso do software IDRISI oferece como funções de pertinência, conforme apresentado por Eastman (2009):

- Sigmoidal (s-shaped): demanda nas posições ao longo do eixo X, de 4 pontos de inflexão que definem a forma da curva, sendo representados pelos são indicadas como pontos a, b, c e d. Essa função assume diversas formas como: a monotonicamente crescente, em que sobe de 0 a 1 sem queda; monotonicamente decrescente, começa no 1 depois cai e fica no 0 e, por fim, simétricas caracterizadas por subir ou cair novamente (FIGURA 3 – A, B, C, D).
- J-Shaped: trata-se de uma função que tende a 0, mas só o alcança no infinito. Neste sentido, a inflexão representada nos pontos a e d indicam os pontos em que a função atinge o valor de 0,5 em vez de 0 (FIGURA 3 E, F, G, H).
- Linear: usada predominantemente em dispositivos eletrônicos, em parte devido sua simplicidade (FIGURA 3 – I, J, K, L).

Definidos pelo usuário: quando a relação entre o valor e a pertinência não segue as três funções apresentada anteriormente, a função definida pelo usuário é mais aplicável. Um número ilimitado de pontos de controle pode ser usado para definir a curva de pertinência (FIGURA 3 – M, N).

FIGURA 3 - TIPOS DE CURVAS DE PERTINÊNCIA.



Fonte: Adaptado de Eastman (2009).

Após a padronização dos critérios pela lógica *Fuzzy*, é necessário ponderá-los por meio da definição de pesos de importância relativa. Segundo Miranda (2010), isto se deve ao fato de os critérios serem de naturezas diferentes e representarem campos de interesse variados, devendo ser atribuída uma relação de prioridade de cada critério em relação aos demais.

A definição dos pesos para os critérios em análise é de grande relevância haja vista que uma variável pode ter uma importância maior que outra, dependendo do estudo realizado. Para tanto, é preciso atribuir uma importância relativa ou prioridade para cada critério em relação aos outros (PINTO, 2015).

Para auxiliar no processo de atribuição de pesos, Saaty (1980) elaborou uma técnica denominada Processo Analítico Hierárquico (*Analytical Hierarchy Process* - AHP) e estipula que para tomar uma decisão de forma organizada e gerar prioridades, é necessário decompor a decisão nas seguintes etapas:

1. Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento pretendido.
2. Estruturar a hierarquia da decisão a partir do topo com o objetivo da decisão, depois os objetivos gerais, passando pelos níveis intermédios (critérios dos quais dependem os elementos subsequentes) até ao nível mais baixo (que normalmente é um conjunto de alternativas).
3. Construir um conjunto de matrizes de comparação de pares. Cada elemento de um nível superior é utilizado para comparar os elementos do nível imediatamente inferior em relação a ele.
4. Utilizar as prioridades obtidas nas comparações para ponderar as prioridades do nível imediatamente inferior. Em seguida, para cada elemento do nível imediatamente inferior, adicionar os valores ponderados e obter o grau de prioridade global.

A técnica proposta por Saaty reside na escolha baseada na lógica da comparação pareada. Neste sentido, os diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão são comparados dois-a-dois, e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida. Trata-se de uma teoria com base matemática que permite organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência dos julgamentos. É baseado na estruturação de um modelo hierárquico, formado por critérios e um processo de comparação pareada, por importância relativa ou probabilidade entre dois critérios com relação ao critério no nível superior (MOREIRA *et al.*, 2001).

Conforme apresentado no quadro 4, para fazer comparações, precisamos de uma escala de números que indique quantas vezes mais importante ou dominante é um elemento em relação a outro elemento no que diz respeito ao critério ou à propriedade em relação à qual são comparados.

QUADRO 4 - ESCALA DE VALORES AHP PARA COMPARAÇÃO PAREADA

Grau de importância	Características
1	Importância igual - os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada - um fator é ligeiramente mais importante que o outro
5	Importância essencial - um fator é claramente mais importante que o outro

7	Importância demonstrada - Um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema - A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível
2,4,6,8	Valores intermediários entre julgamentos - possibilidade de compromissos adicionais

FONTE: MOREIRA *et al* (2001). Adaptado pelo autor (2023).

Com base na comparação, a AHP pondera todos os critérios e calcula um valor de razão ou taxa de consistência entre  $[0, 1]$ , com 0 indicando a completa consistência do processo de julgamento. A razão ou Taxa de Consistência diz respeito à probabilidade de que os valores de comparação entre os fatores tenham sido gerados com base em um processo aleatório. Neste sentido, os valores resultantes devem ser inferiores a 0,10. Caso houver como resultado um valor maior que 0,10, é preciso reorganizar a matriz, alterando os valores da comparação pareada (SAATY, 1980; MOREIRA *et al.*, 2001; VALENTE e VETTORAZZI, 2005).

De forma sucinta, pode se dizer que a Combinação Linear Ponderada é um método que se baseia na agregação de múltiplas variáveis e permite, após a padronização e ponderação das variáveis, a compensação entre os fatores selecionados, de acordo com o peso ou grau de importância. Os critérios são agrupados e combinados em um processo de ponderação entre os mesmos, sendo que os pesos assumidos norteiam o grau com que um fator pode compensar outro (PINTO, 2015).

A Combinação Linear Ponderada realiza uma compensação entre todos os fatores elencados, sendo que o grau com que um fator compensará outro, será determinado pelo seu peso. Nesse sentido, um alto score de potencial de determinado *layer* em uma determinada área pode compensar um baixo potencial em outro *layer* nessa mesma área. É uma técnica baseada nas médias e que coloca a análise exatamente a meio caminho das operações *AND* (mínimo) e do *OR* (máximo), isto é, nenhum risco extremo e nenhum extremo de aversão ao risco (EASTMAN, 1998).

Neste sentido, em termos operacionais, consiste na agregação dos critérios através da multiplicação pelo peso correspondente, resultado do Processo Analítico Hierárquico, e soma de todos os resultados a fim de obter o valor final do pixel. O cálculo é feito pixel a pixel produzindo um mapa de superfície numérica que apresentará uma variação contínua entre 0 e 255 (EASTMAN, 1998).

A título ilustrativo, pode-se enumerar a pesquisa desenvolvida por Thompson e Friess (2019) que objetivou investigar as preferências dos *stakeholders* (partes interessadas) relativamente a uma série de opções sobre o desenvolvimento sustentável e à conservação das florestas de mangue (pagamentos por serviços ecossistêmicos, ecoturismo, venda de produtos

florestais não madeireiros, produção de bio-carvão vegetal e restauração florestal financiada através da responsabilidade social das empresas (CSR).

No estudo realizado por Santos *et al.*, (2016), os autores se propuseram a determinar e mapear as áreas de mangue mais adequadas para a conservação e pesca do caranguejo (*Ucides cordatus*) no estuário do Rio São Francisco (Nordeste do Brasil), aplicando uma Avaliação Multicritério (AMC) em ambiente SIG. Foram utilizados dez critérios no total, incluindo parâmetros bióticos do caranguejo, uso/cobertura da terra e fatores sociais.

O estudo realizado por Nguyen *et al.*, (2022) buscou identificar áreas adequadas para a carcinicultura junto com o desenvolvimento de manguezais na área costeira da região central do Vietnã. Para a seleção dos locais, os autores recorreram a uma abordagem integrada usando o SIG com Avaliação Multicritério e Processo de Hierarquia Analítica. Nesse estudo, três critérios principais (condições geográficas, qualidade da água e disponibilidade de infraestrutura) foram selecionados como parâmetros. Os fatores geográficos escolhidos foram: Distância dos recursos hídricos, Profundidade de inundação das marés, Uso e cobertura da terra, Salinidade do solo, Declividade e textura do solo. O estudo indicou que os fatores geográficos são os mais importantes e desempenham um papel crucial para o desenvolvimento do conjunto da carcinicultura junto com o manguezal.

Em Vaghela *et al.*, (2018), buscou-se avaliar a saúde dos manguezais por meio do uso da Análise Multicritério com base em parâmetros, como a densidade dos manguezais (NDVI), distância dos manguezais em relação aos assentamentos humanos, distância dos manguezais em relação às indústrias e aos portos, que têm impacto direto no crescimento e na saúde dos manguezais, a erosão/acréscimo nos últimos 22 anos e a disponibilidade de fluxo de água salina durante a maré alta para o bom crescimento dos manguezais.

Com base no arcabouço conceitual anteriormente apresentado, pode-se concluir que o manguezal, dentro dos ecossistemas que compõe a zona costeira, destaca-se pela capacidade e conjunto de serviços ecossistêmicos desenvolvidos. No entanto, os serviços ecossistêmicos não lhe garantem proteção plena diante das atividades antrópicas desenvolvidas nas bacias em que se localizam. A legislação tanto no âmbito internacional como nacional, tenta a todo custo assegurar a integridade deste ecossistema.

Tanto nas ações de controle, formulação de políticas públicas, monitoramento, entre outros, o sensoriamento remoto constitui um importante aliado quando se trata do diagnóstico da saúde dos manguezais para fins da sua proteção. A academia contribuiu em muito com

desenvolvimento de pesquisa que resultaram, entre outros, em criação de índices espectrais, dentro dos quais, para o presente estudo, destaca-se o NDVI.

Nesta mesma perspectiva, para auxiliar no processo de tomada de decisões sobre como assegurar a proteção dos manguezais, a Análise multicritério representa uma importante ferramenta. Ao considerar a área de estudo e o conjunto de serviços ecossistêmicos propiciados, pode-se observar o papel importante que a manutenção da integridade do manguezal oferece para o município de Paranaguá, especificamente seu perímetro urbano. Este papel dos manguezais tem uma relação que se desdobra na qualidade ambiental.



### 3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo definida para fins da presente pesquisa limita-se ao perímetro urbano do município de Paranaguá - PR. Neste sentido, a caracterização da área de estudo será dividida em tópicos temáticos, sendo estes: aspectos físicos (geologia, geomorfologia, clima, solos, hidrografia e a vegetação), bem como, o processo histórico de ocupação. Adicionalmente, serão abordados os aspectos socioeconômicos, setores produtivos, evolução demográfica do município como um todo e em particular a correlacionada com as dinâmicas espaciais urbanas, de ocupação e uso da terra, os instrumentos de ordenamento territorial e os problemas ambientais vigentes.

#### 3.1 SITUAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ E DO SEU PERÍMETRO URBANO

Localizado no litoral do Paraná, o município de Paranaguá, conforme apresentado na figura 4, está localizado na porção leste do estado do Paraná. Em termos administrativos e de acordo com a classificação do IBGE, insere-se na mesorregião geográfica metropolitana de Curitiba e de forma específica na microrregião geográfica de Paranaguá. O município está situado entre os paralelos de latitude 25° 20' 53" S e 25° 43' 56" S e os meridianos de longitude 048° 17' 23" W e 048° 42' 15" W. Abrange área territorial de 822,838 km<sup>2</sup> e população total de 145.829 habitantes, sendo 96,38 % representando a população urbana (IBGE, 2022).

No que diz respeito à proteção ambiental, o município de Paranaguá abrange algumas Unidades de Conservação: a Estação Ecológica e o Parque Estadual Ilha do Mel, o Parque Estadual do Palmito e a Estação Ecológica do Guaraguaçu, Parque Estadual Ilha das Cobras, cujos limites encontram-se inteiramente no município. A estes acrescentam-se o Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange, a APA Estadual de Guaratuba, a Reserva Biológica Bom Jesus e a APA Federal de Guaraqueçaba que além de Paranaguá, englobam outros municípios. Além das Unidades de Conservação das esferas Estadual e Federal, destacam-se as municipais, tais como: Parque Municipal Ambiental Linear Emboguaçu, Parque Municipal do Guará e o Parque Municipal Ilha do Valadares (PAULA et al., 2018; PDS, 2019; PDDI, 2022).

Em 2022, passou a vigorar a delimitação do perímetro urbano, por meio da Lei Complementar nº 295/2022 vinculada com nova proposta de elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI). De acordo com o PDDI (2022), esta delimitação visa que sejam implantados loteamentos necessários e em determinadas áreas para que haja continuidade à malha urbana já consolidada ou em processo de consolidação. Neste sentido, as áreas urbanas abrangidas no perímetro darão suporte para o crescimento demográfico e suprirão a reserva de área para moderar a dinâmica imobiliária.

O perímetro urbano de Paranaguá (2022), área da presente pesquisa, está localizado entre os paralelos de latitude  $25^{\circ}30'58.45''\text{S}$  e  $25^{\circ}33'31.05''\text{S}$  e os meridianos de longitude  $48^{\circ}28'59.44''\text{O}$  e  $48^{\circ}39'5.70''\text{O}$ , conforme apresentado na figura 4. Este perímetro urbano, conforme apresentado na figura 5 abrange um total de 68 bairros, dentro destes, destaca-se a Ilha dos Valadares como o mais populoso.







### 3.1.1 ASPECTOS FÍSICOS

#### 3.1.1.1 GEOLOGIA

O município de Paranaguá situa-se na porção oriental do estado do Paraná na região litorânea, do qual a área urbana objeto desta pesquisa se encontra em sua maior parte edificada sobre planície sedimentar costeira quaternária. A planície se distribui a partir do piemonte ou sopé da região serrana compreendida pela Serra do Mar junto ramificação denominada de Serra da Prata até baía de Paranaguá. Na porção ocidental da área em questão próximo a serra, ocorrem pequenas elevações isoladas do embasamento cristalino e remanescentes sedimentares terrígenos terciários da formação Alexandra e associados a estes nesta porção coberturas sedimentares holocênicas (aluviões, colúvios e depósitos rudáceos ou cascalheiras. se estende desde a região de (MAACK, 1968; BIGARELLA et al. 1978; ANGULO, 2004). Conforme Bigarella et al., (1978. p.19), a planície costeira do estado do Paraná, “Planície da Praia de Leste” em Paranaguá é composta por seguintes unidades sedimentares:

- Sedimentos arenosos das restingas: tratam-se dos terraços (de origem marinha e eólica) formados por uma sucessão de cordões arenosos de baixa altura, dispostos paralelamente à linha de costa atual
- Depósitos fluviais em parte arenosos e siltico-argilosos e orgânicos. Os primeiros depósitos são desenvolvidos nos terrenos marginais aos corpos d’água fluvial e pequenas lagoas encontradas nas faixas rebaixadas. Estes depósitos siltico argilosos ocorrem sob o leito maior dos cursos fluviais – (onde rios em períodos de cheia ocupam-) e também em parte das áreas de terrenos inter cordões cortados pelos rios ou ainda onde à acumulo de água pluvial ou o nível freático fica aflorante em parídos chuvosos Os sedimentos detríticos-orgânicos, são ainda associados a terrenos pantanosos de antigas lagoas ou planície de inundação e sedimentos das planícies de marés (intertidais).
- Sedimentos da formação Alexandra. Designação estratigráfica dada aos sedimentos continentais que ocorrem no litoral paranaense, na área de Alexandra, junto à BR 277, estes depósitos em geral estão sob coberturas sedimentares mais recentes ramps de colúvio, colúvio-alúvios, mesclados com sedimentos marinhos (restinga) e depósitos estuarinos. Estes depósitos foram originalmente identificados e descritos em 1959, por Bigarella, Salamuni & Marque Filho (1959) como depósitos terciários. Tratam-se de sedimentos, jazentes discordantemente sobre as rochas gnáissicas do Complexo Cristalino Brasileiro. A porção

inferior da formação é constituída em grande parte por sedimentos de caráter arenáceo e rudáceo, predominando, no restante da mesma, sedimentos siltico-argilosos e os arcosianos.

Adicionalmente, conforme Bigarella et al., (1978), acrescenta-se a planície sedimentar litorânea o que denominaram de “Litoral Limoso” (os sedimentos de mangue, sendo identificado em “...todas as partes interiores e tranquilas das enseadas e forma uma mangróvia ou manguezal...”, com uma cobertura vegetal característica adaptada ao ambiente associado às planícies de maré. O mangue “é extenso ao longo das margens, marigots e braços da baía. As grandes extensões da baía já colmatadas e transformadas em terra firme parecem indicar que no passado o processo de entulhamento foi muito mais ativo do que atualmente.

De acordo com o mapeamento da Comissão da Carta Geológica do Paraná, a área de estudo abrange as seguintes unidades geológicas (RIVERAU *et al.*, 1968; PDDI/Paranaguá, 2005; ÂNGULO, 1992):

- Aluviões indiferenciados recentes (QA): Conhecidos também como leques e cones aluviais do Plio-Quaternário, são caracterizados pela presença de materiais transportados pelas águas fluviais e compostos por seixos grosseiros encontrados na região atravessada pela BR277, no sentido Curitiba, junto às margens do rio Ribeirão e afluentes nas proximidades do antigo distrito de Alexandra (ÂNGULO, 1992);
- Cascalheira continentais retalhadas (QHcs): São formados de cascalhos de planície cuja origem deriva do processo de intemperismo das rochas cristalinas. Apresentam-se poucos arredondados e geralmente estão associados a lamas, sendo que fazem parte da Formação Alexandra (BIGARELLA et al., 1959, RIVERAU, et al., 1969; ÂNGULO, 1992);
- Conglomerados arcossios, areias e argilitos (Ta): São constituídos por areias arcoseanas de origem tanto granítica como gnáissicas que foram decompostas e cimentadas. Integra a Formação Alexandra (BIGARELLA et al., 1959; ÂNGULO, 1992);
- Migmatitos indiferenciados (AP1migi): Correspondem aos morros isolados situados a oeste, seguindo mais ou menos o eixo da BR 277. São constituídos por migmatitos heterogêneos (epibolitos) associados à embrechitos, localmente cortados por pegmatitos e aplogranitos, datados do Pré-Cambriano (BIGARELLA et al., 1959; ÂNGULO, 1992);
- Sedimentos areno-argilosos estratificados (Ta1): Tratam-se de sedimentos de origem fluvial que abrangem as planícies de inundação. São encontrados na região de Alexandra e fazem parte da formação Alexandra (BIGARELLA et al., 1959; ÂNGULO, 1992);

- Sedimentos arenosos de origem marinha indiferenciada (Qm): São sedimentos do Quaternário e ocupam uma parte significativa do perímetro urbano de Paranaguá (RICOBOM, 2012);
- Sedimentos argilo-siltico-arenoso de fundo de baía (QHno): São encontrados nas áreas abrangidas pela Ilha do Curral, nas margens dos rios Itiberê, dos Correias, dos Almeidas, e Ilha dos Valadares. São formados principalmente por areias (podendo ocorrer areias argilosas, areias siltosas e silte argiloarenosos) (ÂNGULO, 1992);
- Sedimentos flúvio marinhos estriados associados a mangues (QHmg): também denominado de planícies de maré, são originários do quaternário e apresentam como características sedimentos cuja variação abrange areias e argilas arenosas. Geralmente, são localizados nas margens dos rios e das ilhas (ÂNGULO, 1992).

### 3.1.1.2 GEOMORFOLOGIA

O litoral do Paraná é dividido em duas sub-regiões geográficas naturais, sendo a montanhosa e a planície litorâneas (MAACK, 1968). Por sua vez, Oka-Fiori e Canali (1998) dividem a região em três compartimentos geomorfológicos: compartimento das serras e morros, compartimento das planícies e compartimento dos mangues.

O compartimento das serras e morros é caracterizado pelas serras do Cubatão, Araraquara e Grande (Guaratuba), pelas serras do Engenho e da Prata (Matinhos e Paranaguá) e ao norte pela serra do Feiticeiro (Paranaguá e Guaraqueçaba). Este compartimento apresenta principais características como relevo acidentado com desníveis que alcançam 1.800 m e declividades geralmente superiores a 45° (OKA-FIORI e CANALI, 1998).

O compartimento das planícies, também denominado de planície costeira, divide-se em planícies aluviais e de restinga. As planícies aluviais são oriundas de depósito de sedimentos de origem fluvial. As planícies de restinga formaram-se depois de uma transgressão marinha, quando o nível do mar começa a descer, possibilitando a deposição de sedimentos junto à linha de costa, formando os cordões arenosos litorâneos. Por sua vez, o compartimento dos mangues localiza-se beirando a baía de Paranaguá. São locais alagadiços, pantanosos, sujeitos à variação das marés; o com solo salino (ÂNGULO, 1992; OKA-FIORI; CANALI, 1998).



Nos estudos geográficos, geológicos e ambientais realizados por Bigarella *et al.*, (1978) na região litorânea, identificaram na zona costeira entre as baías de Paranaguá e a de Guaratuba a principal unidade de relevo a planície costeira “Planície da Praia de Leste”.

O conjunto sedimentar desta planície é constituído por três grandes unidades: a) sedimentos das restingas (marinhos e eólicos); b) depósitos holocênicos de origem fluvial, lagunar e coluvial; c) depósitos pleistocênicos “Formação Alexandra”. Com características geomorfológicas particulares nestes conjuntos são individualizados em compartimentos identificados por características morfológicas e estruturais em mapeamento detalhado (PASSOS *et al.*, sd). O mapeamento geomorfológico do perímetro urbano de Paranaguá, realizado com base no mapeamento geomorfológico do município de Paranaguá (PDDI/PARANAGUÁ, 2007; RICOBOM, 2012), pode-se constatar a existência dos seguintes compartimentos geomorfológicos:

- Aterro: No perímetro urbano de Paranaguá esta forma não chega a ser um compartimento geomorfológico propriamente dito, mas, passa a assumir grande importância pelo tamanho e abrangência da área, bem como pelo volume de material depositado, pela ação do homem, para tornar seco e nivelar uma área de mar, a leste da expansão do porto de Paranaguá (RICOBOM, 2012);
- Baixa superfície residual de aplainamento: faz parte da formação Alexandra, descrita por Bigarella *et al.*, (1959), Angulo (1992) como sedimentos de origem fluvial, que abrangem as de planície de inundação. Estes depósitos apontam para existência de um sistema deposicional em forma de leque aluvial associado a corpos aquosos, de pequena dimensão talvez, pântanos;
- Mangue: encontrado na beira da baía de Paranaguá e associado às margens dos principais trechos de rios (OKA-FIORI, *et al.*, 1998;). Passos *et al.*, (s/d) observam que o manguezal encontra-se bordejando a baía e ao longo dos canais de maré conhecidos como “gamboas”;
- Planície aluvial: é situada na região do antigo distrito de Alexandra. Sua formação abrange terraços de sedimentos aluvionares que são formados de argila, silte e areia (BIGARELLA *et al.*, 1978; ÂNGULO, 1992);
- Planície de Restinga: é formada por terraços que variam em relação à altitude acima do nível médio do mar. Apresenta uma leve inclinação em direção à baía de Paranaguá e ao curso dos rios circundantes e uma declividade entorno de 6% (BIGARELLA *et al.*, 1978; ÂNGULO, 1992; OKA-FIORI, *et al.*, 1998). A morfologia é caracterizada como cordões

areosos separados por inter-cordões (pequenas depressões), compõem conjuntos conhecidos como feixes de restingas, localmente decrescem em altitude do interior para o mar (10 m em Alexandra para 2 a 3 m na Praia de Leste) e representam os depósitos da progradação da linha de costa (PASSOS et al, s/d);

- Rampas de soleira de piemonte e talus – Formados juntos ao sopé dos morrotes, são os depósitos sedimentares, cuja superfície de deposição forma rampas de forte inclinação. Não apresentam evidências de processos fluviais, mas, aparentemente ocorre um predomínio de sedimentos oriundos do processo de queda de detritos dos morrotes (ANGULO, 1992, p.33)

Superfícies de piemonte e morrotes: Tratam-se de elevações formadas por rochas cristalinas que formam ilhas na planície de sedimentos, as quais serviram de apoio nos processos de sedimentação (BIGARELLA *et al.*, 1978, p.69).

### 3.1.1.3 CLIMA

O clima do litoral paranaense é influenciado pelo quadro climático que afeta a região sul do país. A região sul-americana está sob a influência dos centros de ação atmosférica originários das latitudes baixas e altas que abrangem o anticiclone móvel polar, anticiclone do Atlântico e a depressão do Chaco (NIMER, 1979).

O clima predominante no litoral do Paraná, segundo a classificação de Köppen-Geiger é do tipo Cfa – Clima subtropical úmido – Mesotérmico. Apresenta temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C. Possuem como características, a ausência de estação seca, verão quente, geadas com baixa frequência de ocorrência e concentração de chuvas nos meses de verão (BIGARELLA et al., 1978; IAPAR, 1998).

Com relação à pluviometria, a zona litorânea paranaense não apresenta nenhum período seco durante o ano. As chuvas são bem distribuídas com uma média anual de 1800 mm à 2000 mm. Os meses mais chuvosos são dezembro, janeiro e fevereiro (média em torno de 700 mm à 800 mm). Os meses mais secos são de inverno (junho, julho e agosto) com uma média de 250 mm a 350 mm (IAPAR, 2011).

#### 3.1.1.4 HIDROGRAFIA

O Estado do Paraná possui um sistema hidrográfico dividido em duas bacias principais: a bacia hidrográfica do rio Paraná e a bacia Atlântica. A bacia Atlântica engloba os rios oriundos da Serra do Mar, que drenam o leste paranaense, formando pequenas bacias isoladas e por aqueles que convergem para o vale do rio Ribeira, no Estado de São Paulo (BIGARELLA *et al.*, 1978).

Maack (1981) subdivide a bacia Atlântica em seis sub-bacias: bacia hidrográfica da baía das Laranjeiras; bacia hidrográfica da baía de Antonina; bacia hidrográfica do rio Nhundiaquara; bacia hidrográfica da baía de Guaratuba, bacia hidrográfica da baía de Paranaguá e bacia hidrográfica do rio Ribeira. A área de estudo se encontra abrangida na bacia hidrográfica da baía de Paranaguá e abrange uma área de 607 km<sup>2</sup>; possui poucos rios que correm no sentido sul-norte, sendo influenciados pelas marés, o que favorece o desenvolvimento de manguezais. Destacam-se aí os rios: Saquarema, Jacaré, Ribeirão, Guaraguaçu e seus afluentes, que nascem na serra da Prata ou na planície da praia de Leste. (BIGARELLA, 1978; MAACK, 1981).

De acordo com Passos et al (s/d), na área urbana de Paranaguá, os rios e seus afluentes têm nascentes na planície e em pequenas elevações do relevo cristalino. Conforme folhas SG.22-X-D-V/2-NE, Brasil M.E. (1998a) e SG.22-X-D-V/2-NO, Brasil M.E. (1998b), este conjunto fluvial é composto pelos rios: Rio dos Almeida, Rio dos Correias, Rio Itiberê, Rio Emboguaçu e rios com nascentes em Morretes, o Rio Embucuí, além da área urbana apenas o Rio Ribeirão e seus afluentes têm as nascentes na Serra da Prata e elevações próximas.

#### 3.1.1.5 SOLOS

De acordo o sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2006; EMBRAPA, 2009; PDDI/PARANAGUÁ, 2005; RICOBOM, 2012), os tipos de solo encontrados em Paranaguá, especificamente na área de estudo são:

- Associação de Gleissolos sálicos e Gleissolos Húmicos indiscriminados. Os Gleissolos sálicos são formados em terrenos baixos, derivados de depósitos de sedimentos alúvio-coluvionares, que ocorrem em relevos côncavos, com a presença de vegetação hidrófila, caracterizados pelo excesso de água, este tipo de solo é conhecido como solo de mangue, sendo

localizado nas desembocaduras dos rios, margens das baías. O predomínio destes solos é em locais alagados que estão sob a influência direta do fluxo e refluxo das marés, onde a ausência de correnteza favorece a deposição de sedimentos finos ou argilo-siltosos. A profundidade deste solo é limitada pela altura do lençol freático. Por outro lado, os solos do tipo Gleissolos Húmicos indiscriminados pertencem ao agrupamento dos solos gleis, porém possuem horizonte A mais espesso, mais escuro e com maiores teores de carbono. Este tipo de solo ocorre comumente em relevos planos, mal drenados, com altitudes máximas de 50 metros (BIGARELLA *et al.*, 1978; EMBRAPA, 2009; IBGE, 2009; OKA-FIORI, *et al.*, 1998).

- Associação de Espodossolo – Cambrico Hidromórfico Hístico e Cambrico Hertico. Os Espodossolos se encontram nas baixadas litorâneas (áreas de restingas), sendo principalmente arenosos (quantidade de areia superior a 85%), com acúmulo de matéria orgânica e alumínio no horizonte B (EMBRAPA, 2009, p.79; BIGARELLA *et al.*, 1978, p.233; OKA-FIORI *et al.*, 1998).

- Associação de Cambissolos Háplicos Tb distróficos típico + Gleissolo indiscriminado. Os Cambissolos são solos minerais não hidromórficos, rasos, pouco desenvolvidos, moderadamente a bem drenados. pouco profundos e, muitas vezes, cascalhentos. A pouca profundidade e o alto teor de silte fazem com que estes solos tenham permeabilidade muito baixa e apresente alto risco de erosão, principalmente quando ocorrem enxurradas (BIGARELLA *et al.*, 1978, p.233; OKA-FIORI *et al.*, 1998).

- Associação de Argissolo vermelho amarelo distrófico + latossólico alíco. São constituídos por material mineral, bem intemperizados, não hidromórficos, apresentam horizonte B textural, com acúmulo de argila de atividade baixa, apresentando o horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou E (EMBRAPA, 2009).

- Associação de Argissolo Vermelho Amarelo distrófico + Latossolo alíco + Gleissolo indiscriminado. Encontra-se na parte oeste e noroeste do perímetro urbano de Paranaguá, mais precisamente nas rampas e soleiras de piemontês e nos talus dos principais morrotes do perímetro urbano.

Latossolo vermelho-amarelo distrófico argissolo alíco. Os Latossolos são constituídos por material mineral, principalmente pela decomposição de migmatitos e outras rochas do complexo cristalino. Apresentam horizonte B latossólico. São de textura argilosa, bem drenada, bastante porosa. Apresentam uma coloração de gama vermelho amarelado, com baixa fertilidade natural. Ocorrem predominantemente em áreas onde o relevo apresenta-se um pouco

mais acidentado, apresentando-se nestas áreas com menor profundidade e com menor estabilidade a erosão (BIGARELLA *et al.*, 1978, p.233; OKA-FIORI *et al.*, 1998).

### 3.1.1.6 VEGETAÇÃO

Segundo Roderjan e Kuniyoshi (1988), tendo como base a classificação da vegetação do projeto RADAMBRASIL, as formações vegetais do litoral do Paraná podem ser divididas em: vegetação das áreas da Floresta Ombrófila Densa e vegetação das Áreas de Formações Pioneiras que, por sua vez, agrupam: áreas sob influência marinha, áreas sob influência fluviomarinha e áreas sob influência fluvial.

A área sob influência marinha é formada pela vegetação do litoral rochoso e vegetação do litoral arenoso (vegetação das praias e vegetação das dunas). A área sob influência fluviomarinha abrange o mangue e áreas de transição (várzeas brejosas). Nas áreas sob influência fluvial, encontram-se formações herbáceas ou arbóreas em depressões úmidas. Adicionalmente, destaca-se uma associação vegetal típica denominada de pioneira edáfica ou restinga, que ocupa locais específicos, justapostos aos cordões praias sobre dunas antigas já estabelecidas e como ambiente de transição entre as formações pioneiras sob influência fluviomarinha (manguezais), e as formações de floresta ombrófila densa (RODERJAN; KUNIYOSHI, 1988).

Caneparo (1999) identificou no perímetro urbano de Paranaguá, as seguintes formações vegetais: Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas; Floresta Ombrófila Densa Submontana; Área de Formação Pioneira sob Influência Marinha como as restingas; Área de Formação Pioneira sob Influência Fluviomarinha como os Manguezais, as Áreas de Transição como as Zonas de Cladium; as Áreas de Formação Pioneira sob Influência Fluvial, bem como áreas sem vegetação, como sendo as áreas antropizadas e as ocupadas por lagos e lagoas, algumas de origem antrópicas (represas e cavas).

Com base em Ricobom (2012), essas formações vegetais apresentam como características:

- Área de Formação Pioneira sob Influência Fluviomarinha - A região entre-marés do complexo estuarino da Baía de Paranaguá é formada por planícies recobertas por formações vegetais muito diversas, dependendo do regime de salinidade e dos níveis de energia ambiental
- Formações Pioneiras de Influência Marinha – restingas: desenvolvem-se em áreas sob condições ambientais extremas (ação contínua dos ventos, amplitude das marés,

níveis de salinidade, entre outros). No sentido fitogeográfico, o termo restinga engloba as formações vegetais que se desenvolvem sobre as planícies quaternárias litorâneas, sendo que no caso específico do litoral do estado Paraná, a restinga é coberta por vegetação arbórea de caráter sub-xerofítico e faz alternância com a mata costeira - Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas. (IBGE, 1992, p.31; PDDI/PARANAGUÁ, 2007, p. 284 - 291) (KUNIYOSHI, 1993; OKA-FIORI, et al.,1998, p. 4; MAACK, 1968, p.204-205);

- Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas – recobre as planícies e terraços de sedimentos arenosos, junto às restingas. Apresenta uma formação arbórea bem desenvolvida, em torno de 20 a 25 metros de altura (RODERJAN; KUNIYOSHI, 1988);

Floresta Ombrófila Densa Submontana: apresenta cobertura típica florestal, multiestratificada, cujo dossel pode atingir alturas maiores a 30. Encontra-se a presença de espécies higrófilas e epífitas, diferentes espécies de palmeiras de pequeno porte, como o palmito e lianas herbáceas em maior quantidade (EMBRAPA, 1992). Entre as diversas sequências da formação Florestal Ombrófila Densa, na área litorânea do Paraná, está a que detém a maior diversidade vegetal. Apresenta uma cobertura arbórea densa e uniforme, bem desenvolvida, resultante da melhor característica de seus solos – Argissolos, Latossolos e Cambissolos. (CANEPARO, 1999, p.115; PDDI/PARANAGUÁ, 2007, p. 284 - 291).

### 3.2. DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL: ASPECTOS HISTÓRICOS E ECONÔMICOS

A ocupação de Paranaguá iniciou-se em 1617, com a chegada de Gabriel de Lara cujo intuito era procurar ouro na região. Aos se juntar com a família espanhola Peneda, eles formaram o primeiro povoamento na época localizada na ilha de Cotinga. Nos anos posteriores, este povoado foi transferido para o continente, especificamente à margem esquerda do Rio Itiberê (SANTOS, 1952).

A exploração de ouro foi iniciada nos rios dos Almeidas, Correias e Guaraguassú, onde foram descobertas várias minas de ouro, fazendo com que a tivesse sido denominada como Minas de Paranaguá. Com o início do ciclo do ouro, Paranaguá ganhou destaque e se tornou importante polo colonizador no litoral Paranaense, expandindo-se a partir das margens do rio Itiberê para o interior no final do século XVII. A partir de 1760, devido ao importante movimento do porto vigente, foi construído um cais mais ao norte no Rio Itibere; acarretando

uma expansão urbana rumo à foz do rio Itiberê. Em 1841, Paranaguá foi elevada à categoria de vila e em 1842 à cidade (SANTOS, 1952; TRAMUJAS, 1996; CANEPARO, 1999).

Em 1872, o início do ciclo da erva-mate no Paraná acarretou aumento no fluxo de movimentação no porto do rio Itiberê que passou a receber navios maiores que possuem grande calado para a estrutura daquela época. Com a impossibilidade de atracar no porto, houve a necessidade de transferência para um local mais propício. A partir da década de 1880, intensificou-se de forma expressiva o consumo de madeira de lei como matéria-prima e importante para a construção civil. O estado passou então a se tornar um dos principais fornecedores devido a abundância de madeiras nobres. Esta nova dinâmica causou uma mudança no fluxo do porto, pois a extração de madeira substituiu o comércio de erva-mate. Novamente, fez-se necessário realocar o porto para uma área com melhores condições, bem como, surgiu a necessidade de construir estradas melhores que fizessem a conexão entre o litoral e o planalto do estado (MORGENSTERN, 1985).

No início dos anos 1920, o Paraná assumiu o destaque na produção de café, tendo o porto como rota de exportação que posteriormente passou a receber um fluxo cada vez mais importante de navios. Isso resultou na década de 1950, por um lado, no deslocamento do porto das margens do rio Itiberê para margens da baía de Paranaguá (Ponta do Gato). Por outro lado, com o aumento das exportações de café, começou a surgir um fenômeno de atração de novos moradores oriundos de outras localidades para a cidade de Paranaguá. Este fluxo combinado à mudança da localização do porto, acarretou uma ocupação mais importante da porção norte da cidade, o que levará ao desequilíbrio socioespacial local (GODOY, 1998).

Segundo Abrahão (2011), a mudança no quesito físico e espacial do porto de Paranaguá assumiu nos anos 1950 um papel importante na redefinição da ocupação urbana. Isto porque o perfil e o tipo dos negócios portuários vigentes naquele período necessitavam de significativa mão-de-obra pouco qualificada. Isto intensificou o fluxo migratório e a ocupação do entorno. Na década de 1960, o deslocamento da função de armazenagem de café para o interior do estado do Paraná teve importante impacto sobre a cidade. Neste sentido, mesmo a atividade portuária não sendo mais geradora massiva de empregos, a cidade de Paranaguá continuou a atrair um expressivo fluxo de pessoas, tanto que, considerando o período de 1950 a 1970, houve um crescimento populacional de 159%.

O ciclo do café desencadeou a ocupação mais intensiva da cidade de Paranaguá, atraiu um fluxo cada maior de imigrantes que vieram em busca de oportunidade de trabalhar. Isto culminou na ocupação espacial de áreas localizadas na periferia do centro histórico, em áreas



dos manguezais, nas imediações do Porto, bem como nas áreas mais distantes, a sudoeste da cidade. Nesta ótica, áreas cujos valores imobiliários eram menores (Ilha de Valadares) se tornaram atrativos e tiveram a ocupação intensificada neste período devido à localização estratégica (áreas próximas ao centro da cidade), mesmo que, na época da ocupação, não houvesse ponte. O crescimento espacial exigiu investimentos para manter e garantir um adequado nível de serviços urbanos, porém, isto não ocorreu. Como resultado, os problemas de falta de infraestrutura tornaram-se cada vez mais agudos, especialmente em áreas distantes do centro (NEU, 2012; CANEPARO, 1999).

Em Paranaguá, cidade e porto são intrinsecamente ligados, tanto nos planos econômico, social e físico. A influência das atividades portuárias se manifesta nos quesitos de apropriação, uso e transformação do espaço em que se inserem. Neste sentido, a presença e expansão portuárias se tornaram fatores importantes que nortearam a expansão da cidade. Até a década de 1960, a expansão urbana ocorreu no sentido leste-noroeste por causa da mudança do Porto, sendo assim espacialmente direcionada para a área localizada entre rios Itiberê, Emboguaçu e na Ilha dos Valadares. Esta expansão urbana teve como desdobramento a concentração de serviços urbanos, obras de infraestrutura e das principais atividades econômicas, criando desta forma uma certa complexidade no que diz respeito às oportunidades de trabalho, o acesso à vida urbana, o local privilegiado para o assentamento habitacional (CANEPARO, 2000; NEU, 2012; MIQUILINI e LINS, 2019).

Com o início da crise do café no mercado internacional, no final da década de 1960, as exportações começaram a declinar e o beneficiamento e empacotamento do café passou a ser feito na área cafeeira do norte do estado, o que gerou grande desemprego na cidade de Paranaguá. No final da década de 1970, começaram a ser utilizadas no porto máquinas especiais para carregamento de navios, que gradativamente substituíram o trabalho de ensacadores e carregadores portuários, o que agravou ainda mais os problemas de desemprego e crise social na cidade, o que refletiu diretamente no maior perturbação e desorganização do espaço urbano levando à ocupação de áreas insalubres acima dos manguezais (GODOY, 1998).

Desde a década de 1980, o estado do Paraná tornou-se o maior produtor de soja do país e o porto de Paranaguá tornou-se o maior exportador de grãos do país, levando à necessidade de reformas e ampliação das instalações com a construção de novos armazéns e silos para atender a demanda, obrigando a reconstrução do espaço urbano do entorno, bem como a abertura de novos núcleos residenciais no Rocio, Jardim Samambaia, Vila Guarani, Primavera, São Vicente e Divinéia (CANEPARO, 2000).

Entre as décadas de 1980 e 1990 do século XX, a expansão urbana de Paranaguá ocorreu às margens da BR 277 (rodovia Paranaguá - Curitiba) e também ao redor da PR - 407 - Estradas das Praias, que liga Paranaguá à Praia de Leste, onde em década de 1990. Anos. Em 1980 foram abertos novos loteamentos, regulares e majoritariamente irregulares, ao longo do tríplice BR-277/Avenida Bento Munhoz da Rocha/Estrada do Matadouro. Também se intensificou a ocupação irregular de áreas de proteção permanente, manguezais, às margens dos rios Emboguaçu e Itiberê. Problemas de desemprego e crise social na cidade, refletindo diretamente na maior perturbação e desorganização do espaço urbano, levando à ocupação de áreas insalubres acima dos manguezais (CANEPARO, 1999).

Na década de 1990, com a implantação da proposta do governo federal de modernização do porto de Paranaguá, por meio de parceria com a iniciativa privada, sugeriram mudanças significativas em sua dinâmica interna e suas consequências atingiram a cidade. Dessa forma, a mão de obra menos qualificada passou a sofrer com o desemprego, resultando em impactos socioambientais negativos no contexto urbano, intensificando da ocupação irregular de áreas de proteção permanente, manguezais, às margens dos rios Emboguaçu e Itiberê, bem como começa a crescer o setor informal, ocupando espaços públicos protegidos por lei (CANEPARO, 1999).

Costa *et al.* (1999) e Caneparo (1999, 2000), identificaram algumas situações problemáticas sob o ponto de vista socioambiental em Paranaguá:

- Ocupação de áreas de proteção permanente, destacando o desmatamento de áreas de manguezais, próximas aos serviços urbanos, para construção de residências;
- Saneamento básico ineficiente, na década de 1990 e anteriores, alguns bairros distantes do centro da cidade, não dispunham de coleta de esgoto, os quais eram lançados nas galerias de águas pluviais, rios e no mar;
- Falta ou irregularidade na coleta do lixo urbano, na periferia da cidade, bem como nas áreas de ocupação irregular sobre os manguezais. As autoras supracitadas alertam para o destino do lixo dos navios, onde o descarte é realizado de modo irregular, ou seja, são depositados em terrenos baldios;
- Falta de um plano de recuperação para os locais de extração de areia, gerando um impacto ambiental negativo em áreas de restinga;
- Poluição hídrica, do solo e do ar decorrente da falta de saneamento básico e das atividades ligadas ao porto;

- problemas sociais, caracterizados pelos bolsões de pobreza, localizados em áreas de invasão, sobretudo nos manguezais;

- O Porto pela característica delicada das atividades que ali são desenvolvidas também é um possível gerador de problemas ambientais, em caso da ocorrência de acidentes.

A modernização do sistema portuário traz consigo uma nova dinâmica que dispensou, em particular, os trabalhadores de baixa qualificação. Neste quesito, Paranaguá ao longo dos anos se transformou em uma cidade que atraía a população tradicional do litoral para o seu núcleo urbano. Entretanto, acaba marginalizando este fluxo migratório em uma dinâmica espacial caracterizada pela exclusão social (ABRAHÃO, 2011).

O entrelaçamento entre vida urbana e atividades portuárias não deixa de gerar problemas. É o caso do pesado tráfego de caminhões graneleiros na área urbana, queda de grãos no decorrer do transporte que, por sua vez, traz diferentes implicações, entre elas as ambientais e a proliferação de ratos, aumentando os riscos de doenças como a leptospirose. Adicionalmente, a ocupação irregular de áreas contíguas ao porto, por famílias de baixa renda para fins de habitação é um assunto delicado e que necessitaria de uma atuação da administração municipal. Trata-se de uma problemática de extrema importância posto que se espera que para os futuros anos um aumento na movimentação de contêineres e importações de granel líquido em combustíveis (petróleo, gasolina), representando mais demanda de áreas para as atividades do porto e impondo especiais cuidados sobre segurança. (MIQUILINI e LINS, 2019).

De acordo com o Plano de Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná (PDS, 2018), a dinâmica de ocupação territorial de Paranaguá retrata três distintos padrões de uso do solo que apresentam as seguintes características:

1. Amplas áreas portuárias e retroportuárias ligadas a áreas de logística e industriais por meio da BR- 277 e ferrovia;
2. Áreas de uso residencial de alta densidade demográfica;
3. Centralidade de comércio e serviços próxima ao Rio Itiberê, tanto no centro histórico quanto em seu entorno entre o porto e a Ilha de Valadares

Neste âmbito, os dados apresentados pelo PDS (2018) apontam que mesmo tendo uma cobertura somente de 38% do perímetro urbano do município, a malha urbana de Paranaguá possui poucas alternativas para expansão. Isso se dá pelo fato que as novas áreas para expansão de usos de carácter residencial, comercial e de serviços competem com os relativos à expansão portuária, industrial e de infraestrutura logística, assim como os relativos a preservação dos ambientes naturais. Adicionalmente, observa-se que a ferrovia constitui uma barreira à

expansão urbana sentido norte, e as Unidades de Conservação de Proteção Integral (especificamente Parque Estadual do Palmito e Estação Ecológica do Guaraguaçu) restringem a expansão urbana sentido sul.

Ao abordar a conjuntura econômica que influencia a ocupação de áreas vulneráveis, Abrahão (2011, p.34) afirma:

É possível deduzir que no caso de Paranaguá, tanto a dinâmica demográfica, como a inserção econômica das famílias, apresentam relação direta com a forma de ocupação do território. O grau elevado de exclusão gerado pelo subemprego, a escassez de novos postos de trabalho resultantes do aumento da composição técnica no processo produtivo aliados à restrição espacial para moradia são indutores da ocupação de espaços vulneráveis (ABRAHÃO, 2011, p.34).

Neste sentido, o PDS (2018) aponta que parcela importante da população se concentra em assentamentos subnormais que possui alta densidade demográfica. Esta ocupação é norteadada pela busca pela localização privilegiada dentro da malha urbana de áreas com fácil acesso a emprego, serviços e equipamentos, entre outros. O déficit habitacional vigente no município acarreta a ocupação e instalação de moradias em áreas vulneráveis caracterizadas por alto número de habitantes em domicílios de pequenas dimensões, sem as condições mínimas de habitabilidade (ventilação, iluminação natural, destinação de resíduos sólidos, entre outros). Estes assentamentos subnormais ainda estão desprovidos de equipamentos públicos de saúde, educação e assistência social, áreas de lazer e espaços verdes, entre outros. Neste sentido, as altas densidades demográficas não provêm da verticalização das edificações, mas da ocupação extensiva da solo e grande concentração de população em pequenas moradias (PDS, 2018).

Segundo o Plano Municipal De Saneamento Básico De Paranaguá/PR (PMSB, 2021) com base na classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de aglomerado subnormal, em 2010, o município possuía 15 mil pessoas residindo nesta categoria, sendo Porto dos Padres (4.080 habitantes), Vila da Prefeitura (1.820 habitantes), Vila Portuária – Rocio (739 habitantes), Vila Guarani (973 habitantes), Beira Rio (1.075 habitantes), Vila Santa Maria (607 habitantes) e Jardim Iguaçu (5.720 habitantes).

Em termos espaciais, a configuração urbana de Paranaguá é caracterizada tanto por um crescimento quanto adensamento da malha urbana em localidades limítrofes ao perímetro urbano, a oeste, nas proximidades de Áreas de Proteção Permanente (APPs) e ao longo da PR-407. A ocupação urbana rumo à PR-407 se intensificou nos últimos quinze anos e alcançou áreas cada vez mais próximas dos mananciais. Essas ocupações possuem baixa infraestrutura

urbana sem o devido atendimento para serviços de saneamento básico, como coleta de esgoto, o que tende a comprometer a qualidade hídrica (PDS, 2018; PMSB, 2021).

No que pese aos padrões de ocupação vertical ou horizontal, o município apresenta concentração de edifícios verticalizados (com mais de três pavimentos) na área central, onde há concentração de comércio e serviços. Adicionalmente, o município apresenta vários núcleos de densidade populacional e habitacional (PDS, 2018; PMSB, 2021).

Segundo o PMSB (2021), o município enfrenta uma série de desafios no plano social, dentro dos quais: regularização fundiária, substituição de usos do solo (residencial para serviços na zona de interesse portuário e cobertura florestal por usos residenciais nos vetores de expansão), mobilidade urbana, melhoria da qualidade de vida nas áreas urbanas e rurais e, por fim, o atendimento às necessidades de comunidades pesqueiras (Baía de Paranaguá) e indígena (Ilha da Cotinga). A estes, acrescenta-se ainda a complexidade desencadeada pelas atividades econômicas, produtivas e logísticas (portos e atividades correlatas: armazéns, esteiras elevadas de escoamento de grãos, pátio de caminhões, tanques, ferrovia, rodovias, mecânicas, etc.).

Em relação ao turismo, fatores como o alto fluxo de tráfego de caminhões, as ocupações irregulares e a baixa qualidade ambiental urbana da cidade acabam impactando negativamente seu exitoso desenvolvimento. A substituição de usos nas áreas próximas ao Porto de Paranaguá (retroárea), com ênfase na Zona de Interesse Portuário, "embora seja uma ação planejada pelo Plano Diretor e até coordenada e acompanhada pela Prefeitura Municipal, aumenta a pressão por habitações em áreas inaptas, irregulares ou inadequadas para ocupação" (PMSB, 2021).

Para Varella e Souza (2021), considerando as últimas duas décadas, os limitados espaços físicos da cidade passaram a sofrer pressões vindos de dois vetores diferentes. O primeiro diz respeito a busca por novas áreas de moradia, haja vista o aumento de fluxos migratórios. Por sua vez, o segundo trata da reclassificação e apropriação de grandes áreas para expansão da atividade portuária. Além destes, acrescenta-se os aspectos físicos da área e as políticas preservacionistas de um município litorâneo localizado na Mata Atlântica, delimitado por baías, mangues, florestas e densa malha hídrica. Esta conjuntura "[...] dificulta e exige precauções dos planejadores oficiais para harmonizar o direito à moradia e a proteção ambiental". Conforme apresentado pelos autores:

Outrora criminalizada e tendo nos sujeitos das “invasões” o foco da responsabilidade dos problemas urbanos e da degradação ambiental, as ocupações urbanas irregulares têm demonstrado até certo ponto ser a válvula de escape que minimiza o aumento das tensões e conflitos sociais por moradia na cidade de Paranaguá, ao mesmo tempo que

produz uma cidade propícia a outras formas de tensão social (VARELLA e SOUZA, 2021, p.64).

Dentro da problemática gerada pelo processo de expansão urbano, relacionado tanto à questão ambiental como ao déficit habitacional do município, pode-se citar a situação do bairro jardim social conforme apresentado nos estudos desenvolvidos por Varella, Souza e Duarte (2018) que sofre uma ação de a reintegração de posse, sendo que os principais conflitos levantados pelos agentes sociais da ocupação Jardim Social se referem a: falta de arruamento, “gato de luz”, “gato de água”, buracos na rua, falta de esgoto e violência polícia.

### 3.2.1 CICLOS ECONÔMICOS DO PORTO DE DOM PEDRO II

A dinâmica socioeconômica e espacial de Paranaguá, e em especial a dinâmica portuária, estão relacionadas aos ciclos econômicos pelo qual passou o Estado do Paraná. As obras de Santos (1952), Morgenstern (1985), Tramuja (1996), Godoy (1998), Caneparo (1999) e Abrahão (2011) apontam que em decorrência da existência do porto, o desenvolvimento socioeconômico pode ser dividido em seis grandes ciclos:

1. ciclo do ouro,
2. ciclo do tropeirismo;
3. ciclo da erva-mate;
4. ciclo da madeira;
5. ciclo do café;
6. ciclo da diversificação de exportações.

**Ciclo do ouro:** A descoberta do ouro em Paranaguá foi atribuída ao bandeirante, Gabriel de Lara cuja chegada na região se deu por volta de 1617. Entre o período de 1620 a 1734, este ciclo prosperou até chegar ao seu apogeu com o fechamento das oficinas de fundição de ouro. Durante este período, a de produção de ouro gerou riqueza que circulava na vila de Paranaguá, movimentando o atracadouro e fazendo o vilarejo prosperar (MORGENSTERN, 1985).

A descoberta de ouro em Paranaguá deu início ao ciclo da mineração no Brasil. Para tanto, houve a movimentação de um importante fluxo populacional que almejava realizar esta atividade. O ouro passou a ter uma grande importância e valor naquela época. Infelizmente, no fim do século XVII, com as notícias das descobertas das minas de ouro em Minas Gerais,

Paranaguá entrou em decadência e, posteriormente, encerrou-se o ciclo de ouro (MORGENSTERN, 1985).

**Ciclo do tropeirismo:** Este ciclo apresentou importância econômica para o Estado do Paraná entre os séculos XVIII e XIX, beneficiando principalmente o interior do Estado, mas de certa forma atingindo também Paranaguá, fazendo-o prosperar. O caminho percorrido abrangia o Caminho da Graciosa (Curitiba até Antonina), com o objetivo de recolher as mercadorias desembarcadas no porto de Paranaguá e transportá-las para o planalto de Curitiba. Entre outros caminhos percorridos, destacavam-se o Caminho de Itupava, ligação entre Curitiba, Porto de Cima e Morretes; o Caminho do Arraial, entre São José dos Pinhais e Porto do rio do Pinto, afluente do rio Cubatão (rio Nhundiaquara) (MORGENSTERN, 1985).

Conforme descrito por Morgenstern (1985), as mercadorias trazidas de Curitiba na maioria das vezes eram desembarcadas no Porto de Nossa Senhora dos Morretes, e desciam em canoas pelo rio Cubatão (Nhundiaquara) até Paranaguá, onde eram passadas diretamente para as grandes embarcações que não conseguiam aportar em Paranaguá. Estas canoas ao voltarem para o Porto de Nossa Senhora dos Morretes, traziam mercadorias para abastecer o planalto, as quais subiam a serra no lombo dos muares ou algumas vezes nas costas de escravos, firmando assim um crescente comércio entre o planalto de Curitiba e a região litorânea (MORGENSTERN, 1985).

**Ciclo da erva-mate:** Trata-se de um outro ciclo importante na história de Paranaguá que teve seu início no século XIX com a extração e exportação da erva-mate que tinha como mercado consumidor os países fronteiriços como o Uruguai, Argentina e Chile, cujo maior fornecedor era o Paraguai. Os comerciantes argentinos e uruguaios na busca de uma alternativa para substituir a produção da erva-mate paraguaia enxergaram no Brasil uma nova região produtora, com potencial para suprir o fornecimento para seus respectivos e crescentes mercados consumidores. Adicionalmente, almejavam-se encontrar caminhos alternativos para a comercialização desta erva, bem como, novas alternativas de transporte visto que não havia mais a possibilidade de circulação de barcos pelos rios da região (Rio Paraguai e Paraná) (MORGENSTERN, 1985; OLIVEIRA, 2000).

Como desdobramento do aumento do movimento do porto e chegada de navios de maior calado, tornou-se necessário a mudança do local de atracação. Assim, foram montados novos trapiches de madeira em locais com maior profundidade no lado da baía. Surge neste período o Porto do Gato, posteriormente a Porto D'Água e, finalmente, a partir de 1873, Porto D. Pedro II, no bairro do Rocio (MORGENSTERN, 1985).



A partir da década de 1850, a erva-mate produzida no Paraná tem encontrado sérias dificuldades de comercialização, pois com o crescimento do comércio e o aumento dos lucros, a erva-mate produzida passou a apresentar problemas de má qualidade, devido a práticas fraudulentas em seu processo de produção (adição de outros tipos de folhas e ramos de plantas). Em decorrência das dificuldades enfrentadas na produção paranaense, a Argentina inicia a importação da erva mate em rama, para beneficiá-la em seu território. Por outro lado, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Santa Catarina tornaram-se também a ser exportadores, bem como, o Paraguai que volta a comercialização novamente a erva-mate (MORGENSTERN, 1985; TRAMUJAS, 1996).

Como consequência desta nova conjuntura de diminuição das exportações da erva-mate, o comércio pelo Porto de Paranaguá começou a oscilar, passando por períodos sinuosos, sendo aos poucos substituída pelo aumento da exportação de madeira. No entanto, em 1928, a exportação de erva-mate alcançou um recorde, tornando-se o melhor ano de seu comércio, só vindo a decair a sua exportação pelo Porto e, a partir de 1930, a erva-mate cedeu lugar à exportação da madeira (MORGENSTERN, 1985; TRAMUJAS, 1996).

**Ciclo da madeira:** A presença da madeira cresceu nos armazéns portuários, concomitantemente com a erva mate para as exportações. Neste sentido, mesmo a erva mate tendo destaque nos movimentos do Porto de Paranaguá, já na década de 1920 a produção de madeira de pinho havia triplicado. Tal cenário encorajou a criação de outras indústrias voltadas ao aproveitamento e à transformação da madeira (MIQUILINI E LINS 2019).

A exportação de madeira pelo Porto de Paranaguá, embora de uma forma incipiente, remonta aos anos 1826. Este ciclo torna se mais representativo a partir de 1870 com a madeira de lei e móveis maciços. A exportação de madeira era feita a partir da extração e beneficiamento da madeira da região litorânea. Um fator que se tornou importante no ciclo da madeira foi o desenvolvimento econômico vigente na década de 1880 que teve como desdobramento, o considerável aumento do consumo de madeiras de lei, para as novas construções (MORGENSTERN, 1985).

Durante a primeira guerra mundial, houve um expressivo aumento na exportação de madeira paranaense que chegou a ser mais competitiva e um substituto da madeira importada da Europa, o que traz um grande impulso ao comércio da madeira paranaense, tanto no mercado nacional como no internacional. O ciclo da madeira teve seu auge entre 1920 a 1955, representando uma das épocas de maior importância para o Porto de Paranaguá e para economia

local. A partir dos meados dos anos 1950, o ciclo da madeira passou a ser substituído pela exportação cafeeira (MORGENSTERN, 1985; TRAMUJAS, 1996).

Segundo Miquilini e Lins (2019), a exportação da madeira declinou em 1924, junto com as da erva mate. Vislumbrou-se a oportunidade de exportar, pelo porto de Paranaguá, para os mercados europeus, o café produzido no Paraná. A diminuição nas exportações de erva mate e madeira acabou abrindo espaço para o café. A partir dos anos 1920, a exportação de café gerou rendas substanciais para a economia paranaense.

**Ciclo do café:** A partir da década de 1920, o Estado do Paraná começou a despontar como importante produtor de café. A produção de café estadual triplicou e ganhou relativa importância nacional na década de 1930. Esta conjuntura levou para rápida ocupação do norte do Estado com novas áreas para cultivo de café. Devido ao aumento da produção de café na região norte do estado, o governo estadual implementou programa emergencial para construir vias de acesso da capital para as regiões produtoras por meio de rodovias e ferrovias. Em 1924, foram iniciadas as obras de construção da ferrovia que ligaria o norte do estado ao porto de Paranaguá. Em 1929, grandes armazéns regulatórios de café foram criados em Paranaguá (TRAMUJAS, 1996; MORGENSTERN, 1985).

Em 1928, foi elaborado o primeiro plano rodoviário para o Paraná, quando foram traçadas as diretrizes para cumprir a ligação entre o porto de Paranaguá e o norte pioneiro. Assim nasceu a Estrada do Cerne, a 480 km de Curitiba, no norte do estado, sendo estabelecido o eixo rodoviário entre a área cafeeira e o porto de Paranaguá, pois Curitiba já estava ligada a Paranaguá pela Estrada da Graciosa.

Com esta conjuntura, o Estado do Paraná tornou-se o principal produtor nacional de café e o Porto de Paranaguá o maior exportador. Em 1958, a exportação de café assumia o topo das exportações, seguido pela madeira, mate e couro preparado. Em 1965, Paranaguá conquistou o título de maior exportador de café do mundo, sendo que o município tinha todo um sistema de seleção, comercialização e armazenagem do café, que gerava empregos e sustentava as atividades econômicas correlatas. No entanto, este ciclo teve como fim a geada de 1975 que dizimou milhares de pés de café, nas regiões produtoras paranaenses (GODOY, 2000).

**Ciclo da diversificação:** Nos dias atuais, o Porto de Paranaguá representa um dos portos que apresenta maior movimentação de cargas no Brasil e na América Latina, sendo que em 2018 movimentou 53 milhões de toneladas, com previsão de alcançar até 83 milhões de

toneladas em 2030. É líder em transporte de grãos e movimenta um volume importante de contêineres e veículos (PDS, 2018).

O ciclo da diversificação teve início em 1967, com a inauguração da BR-277 (Paranaguá – Curitiba – Foz do Iguaçu) atravessando regiões produtoras de diversos cereais, que vão passar a serem exportados pelo Porto de Paranaguá, inaugurando um novo ciclo econômico para o Porto e Paranaguá. A exportação da produção de soja do Paraná, Mato grosso do Sul e Paraguai passava pelo Porto de Paranaguá, trazendo a necessidade de se adequar a uma nova realidade nacional que era a exportação de grãos a granel (principalmente soja e milho) (RICOBOM, 2012).

A nível internacional, em um mundo cada vez mais globalizado e avanços tecnológicos marcados pelos processos de automação, as operações portuárias se tornaram cada vez mais objeto de novos e crescentes investimentos em logística e em sistemas de pesagem e movimentação de cargas. Isso teve como desdobramento a mudança no perfil de vários portos, no sentido de uma maior competitividade. Vários portos nacionais, tais como o de Paranaguá aderiram a essas mudanças (MIQUILINI e LINS, 2019).

No mesmo sentido, conforme Godoy (2000), os portos estão cada vez mais sujeitos à concorrência entre si (tanto os nacionais como internacionais), vencendo aqueles que reduzem, ao máximo, o tempo de permanência do navio no porto e têm melhor combinação de preços e qualidade oferecida. Este novo perfil de atividade portuária que foi assim implantada é oriundo de políticas públicas desenvolvidas conjuntamente com ações de Estado com o intuito de conectar o Porto de Paranaguá à economia organizada em rede no contexto contemporâneo. Assim, o perfil graneleiro e exportador fruto da política de Corredores de Exportação permitiu a ligação do porto a um extenso território inter-relacionado em função da exportação de granéis sólidos. Para tanto, a infraestrutura viária estadual foi de suma importância neste processo, pois propiciou posicionamento estratégico em escala nacional para o porto.

Nesta mesma perspectiva, Abrahão (2011, p. 265) ressalta a importância da participação do setor privado na atividade portuária, com fins de aumentar a eficiência, a partir das décadas de 1990 e 2000. Neste sentido, a autora ressaltou que:

Ao longo de sua história geográfica, o Porto de Paranaguá testemunhou, através dos seus elos e das forças de transformação que o afetaram, mudanças relativas à conformação do território nacional, da região sul e do estado do Paraná. Todavia, foi ao longo do século XX, que os processos de integração territorial paranaense e brasileiro assumiram contornos que definiram a forma e a função do porto (ABRAHÃO, 2011, p. 265).

Com o novo perfil das exportações, houve a necessidade de mecanização das operações portuárias por meio de investimentos privados para fins de modernização. Os novos produtos exportados exigiram a construção de silos de armazenamento, bem como, a instalação de novos modelos de carregamento de navios e modernização da malha rodoviária local. Os investimentos privados para modernização portuária tornaram o porto de Paranaguá, um dos maiores e mais modernos do Brasil, um dos mais importantes centros de comércio marítimo do mundo, pela sua localização estratégica e por possuir uma das melhores infraestruturas portuárias da América Latina (RICOBOM, 2012).

Na pesquisa desenvolvida por Abrahão (2011), a autora buscou compreender os processos de transformação que envolveram o Porto de Paranaguá entre as décadas de 1970 e 2000 e sintetizar os principais vetores de mudanças e suas consequências espaciais a partir dessa premissa teórica. Neste sentido, pode-se destacar como mudanças espaciais no porto de Paranaguá entre anos 1990 e 2000:

- Ampliação dos espaços vinculados a empresas multinacionais, especialmente as tradings Bunge e Cargill;
- Expansão da área destinada a contêineres com a instalação do Terminal de Contêineres;
- Aumento do espaço destinado à soja em grão;
- Criação e expansão da estrutura para exportação e importação de materiais de transporte;
- Modernização e expansão do parque de tancagem nos grânéis líquidos;
- Investimentos do PAC em dragagem da baía de Paranaguá;
- Projeção do complexo portuário, incluindo os portos de Antonina, Cotinga, Imbocuí, Paranaguá e Ponta do Poço.

A modernização da gestão do porto durante a última década (regulação do fluxo de caminhões com o programa Carga Online e investimentos no pátio de triagem) auxiliou na melhoria da sua eficiência e diminuição das externalidades sociais e ambientais do tráfego de caminhões na cidade de Paranaguá (PDS, 2018).

### 3.2.2 SETORES E ATIVIDADES PRODUTIVAS DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ

Paranaguá é o município que norteia a dinâmica da geração de renda no litoral do Paraná, sendo o porto o principal gerador de empregos e de renda. Acrescenta-se ainda o comércio, que é regulado pela atividade portuária e a presença de indústrias. Segundo o PDS (2018), Paranaguá é o município-polo do litoral do Paraná e concentra tanto uma parte expressiva da população litorânea (53%), como possui uma forte representatividade no que diz respeito às atividades econômicas ao concentrar 72% do PIB do litoral.

Conforme apresentado no quadro 5 a seguir, considerando o ano de 2021, os setores com maior geração de empregos se concentram em Serviços, Transporte e Comunicações e Comércio. Juntos, estes somam 56,84% do total, gerando 44.272 vagas de empregos. A categoria de serviços se destaca das demais por representar 26,74% das vagas geradas. Embora não apareça entre os de maior geração de empregos, considerando a Indústria como uma única categoria que agrupa as demais categorias, observou-se que se torna responsável pela criação de 13.481 vagas de empregos, sendo um total de 17,31% de representatividade no cômputo de todas as vagas geradas. (IPARDES, 2023). Em 2018, o setor industrial de Paranaguá contava com 190 estabelecimentos, sendo responsável por aproximadamente 12% dos empregos formais do Município. Os setores industriais com maior expressividade quanto ao número de estabelecimentos e empregos são aqueles relacionados às atividades portuárias (PDDI, 2022).

QUADRO 5 - NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS E EMPREGOS NO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ  
SEGUNDO AS ATIVIDADES ECONÔMICAS EM 2021

<b>Categoria</b>	<b>Estabelecimentos</b>	<b>Empregos</b>	<b>%empregos</b>
Serviços	1.409	20.824	26,74
Transporte e Comunicações	376	9.042	11,61
Comércio	1.071	7.751	9,95
Comércio Varejista	988	6.655	8,54
Serviços de Alojamento, Alimentação, Reparo, Manutenção, Radiodifusão e Televisão	445	6.156	7,90
Administração Pública Direta e Indireta	10	5.740	7,37
Indústria	188	4.739	6,08
Indústria de Transformação	174	4.371	5,61

Administradoras de Imóveis, Valores Mobiliários, Serviços Técnicos Profissionais, Auxiliar de Atividade Econômica	354	3.410	4,38
Indústria Química, de Produtos Farmacêuticos, Veterinários, de Perfumaria, Sabões, Velas e Matérias Plásticas	21	2.235	2,87
Indústria de Produtos Alimentícios, de Bebida e Alcool Etílico	46	1.212	1,56
Construção Civil	121	1.130	1,45
Ensino	69	1.115	1,43
Comércio Atacadista	83	1.096	1,41
Serviços Médicos, Odontológicos e Veterinários	130	781	1,00
Indústria Metalúrgica	37	411	0,53
Instituições de Crédito, Seguros e de Capitalização	25	320	0,41
Serviços Industriais de Utilidade Pública	10	301	0,39
Indústria Mecânica	27	190	0,24
Indústria do Material de Transporte	12	159	0,20
Extração de Minerais	4	67	0,09
Indústria do Material Elétrico e de Comunicações	5	67	0,09
Indústria do Papel, Papelão, Editorial e Gráfica	7	40	0,05
Indústria de Produtos Minerais não Metálicos	4	27	0,03
Agropecuária - Agricultura, Silvicultura, Criação de Animais, Extração Vegetal e Pesca	12	19	0,02
Indústria da Borracha, do Fumo, de Couros, Peles e Produtos Similares e Indústria Diversa	6	16	0,02
Indústria da Madeira e do Mobiliário	5	8	0,01
Indústria Têxtil, do Vestuário e Artefatos de Tecidos	4	6	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>5.643</b>	<b>77.888</b>	<b>100</b>

FONTE: IPARDES (2023). Organizado pelo autor (2023).

Do ponto de vista histórico, Paranaguá é reconhecido como o berço da colonização do estado e, neste sentido, desfruta também do desenvolvimento da atividade turística, especificamente nos segmentos de turismo cultural, religioso e de sol e praia. A ilha do mel, localizada no município representa o principal atrativo turístico do litoral do Paraná como destino do turismo de sol e praia e ecoturismo. O centro histórico da cidade, tombado como patrimônio nacional, contém importantes exemplares da arquitetura colonial brasileira, além da antiga Rua da Praia, e é um importante atrativo turístico da cidade (PDS, 2018) Adicionalmente, em termos de atrativos turísticos, destacam-se Porto Dom Pedro II, Estação Ferroviária, onde fica o Marco Zero da Estrada de Ferro Paranaguá-Curitiba, Centro Histórico e o Museu de Arqueologia e Etnografia.

No município, encontram-se o Santuário de Nossa Senhora do Rocio, padroeira do Paraná, e a Catedral de Nossa Senhora do Santíssimo Rosário, a mais antiga igreja do município. Como bens tombados pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), pode-se listar o Colégio dos Jesuítas, Fortaleza de Nossa Senhora dos Prazeres, Igreja da Ordem Terceira de São Francisco das Chagas, Igreja de São Benedito e o Conjunto Arquitetônico e Urbanístico da Cidade de Paranaguá (VIAJE PARANÁ, 2023).

No que diz respeito à demanda turística, conforme dados apresentados no Plano de Desenvolvimento Turístico 2021 – 2024 de Paranaguá com base em dados do Ministério do Turismo, o município recebeu em 2019 198.623 visitantes domésticos e 13.673 visitantes de internacionais. Conforme dados da empresa de travessia oficial para a Ilha do Mel, a Abaline, em 2019 a Ilha do Mel recebeu 144.729 visitantes. Os meses de maior visitação foram os meses de outubro a março (PDT, 2023)

### 3.2.3 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Em termos demográficos, conforme apresentado na tabela 1, considerando o período de 1980 a 2022, a população do município de Paranaguá passou de 81.971 para 145.829 habitantes, seja um aumento de 77,90 %. Ao longo do tempo, este crescimento populacional foi proporcional ao perfil da população que sempre foi predominante urbana. Observa-se que desde a década de 1980 já havia uma concentração de 87,87%. Essa representatividade passou para 96,38% em 2010.



TABELA 1 - EVOLUÇÃO DEMOGRÁFICA E PERFIL POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ, PR ENTRE 1980 E 2022

Anos	Total	Urbana	Percentual	Rural	Percentual
<b>1980</b>	81.971	72.027	87,87%	9.944	12,13%
<b>1991</b>	107.675	94.689	87,94%	12.986	12,06%
<b>2000</b>	127.339	122.347	96,08%	4.992	3,92%
<b>2010</b>	140.469	135.386	96,38%	5.083	3,62%
<b>2022</b>	145.829	-	-	-	-

FONTE: IPARDES (2022).

De acordo com a classificação IBGE (2017), Paranaguá integra a Regiões Geográficas Imediatas (RGI)<sup>1</sup> RGI Paranaguá, que por sua vez, abrange os municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná. Totaliza uma área de 6.333 km<sup>2</sup>, uma população censitária de 265.392 habitantes (Censo IBGE, 2010) e uma população estimada para o ano de 2018 de 294.160 habitantes.

Os dados populacionais apresentados na tabela 2 mostram a população absoluta do município de Paranaguá no período 1980 a 2010. Em relação a Região Geográfica Imediata a que pertence, observa-se na tabela, que Paranaguá, possui mais da metade da população da RGI, sendo que o restante desta está dividido entre os outros seis municípios supracitados. Conforme apresentado no PDS (2019), a distribuição da população litorânea é desigual e marcada por um processo de deslocamento migratório das populações em direção ao município de Paranaguá. Este atua como polo regional, atraindo um fluxo populacional devido à presença do porto e das indústrias. Assim, mesmo tendo uma extensão territorial que representa apenas 13% do território do litoral, o município de Paranaguá concentra mais da metade dos habitantes do litoral do Paraná.

<sup>1</sup> As Regiões Geográficas Imediatas (RGI) têm na rede urbana o seu principal elemento de referência, sendo estruturadas com base nos centros urbanos próximos para a satisfação das necessidades imediatas das populações. Essas necessidades abrangem: compras de bens de consumo duráveis e não duráveis; busca de trabalho; procura por serviços de saúde e educação; e prestação de serviços públicos, como postos de atendimento do Instituto Nacional do Seguro Social e de serviços judiciários, entre outros (IBGE, 2017).

TABELA 2 - POPULAÇÃO CENSITÁRIA – TOTAL DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ E DA REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA PARANAGUÁ EM 2010

<b>Anos</b>	<b>Paranaguá</b>	<b>Regiões Geográficas Imediatas (RGI)</b>	<b>% representatividade</b>
1980	81.971	137.024	59,82%
1990	107.675	174.965	61,54%
2000	127.339	235.840	53,99%
2010	140.469	265.392	52,93%

Fonte: IPARDES (2023). Organização do autor (2023).

Paranaguá, em 1900, possuía uma população de 8.000 habitantes distribuídas nos 32 quarteirões da área urbana e um total de 30.000 habitantes no município (contando os atuais municípios de Matinhos e Pontal do Sul ainda não desmembrados). No final da década de 1990, um terço desta população residia em áreas invadidas, com moradias precárias. Muitas dessas áreas se classificam como terrenos da marinha. Apesar disto, houve um processo de aumentar a extensão dessas áreas através da realização de aterros oficiais feitos pela própria prefeitura. Foi o caso dos projetos de urbanização propostos em 1960, pela administração municipal, como: aterro em frente à igreja do Rocio, com a construção de uma praça e dragagem do canal da Maneta e o aterro e construção da Avenida Coronel José Lobo, a Costeira além do aterro para aumentar o pátio de manobra do Porto). Por outro lado, alguns aterros são frutos da deposição natural de areias pelas correntezas. No entanto, há também a presença de aterros clandestinos que acabam se tornando atrativo para as constantes invasões, tanto da população local quanto a oriunda de imigrantes (êxodo rural), vindos de municípios vizinhos (CANEPARO, 1999; RICOBOM, 2012).

Em termos de dinâmica populacional, Paranaguá na década de 1960 se destacava em termos de fluxo de população ao oferecer empregos no setor portuário (auxiliar de serviços gerais, ensacadores, carregadores etc.) devido ao aumento nas exportações de café. No mesmo período, especificamente no final da década de 1960, observou-se um crescimento populacional em quase todo o litoral, fruto da demanda imobiliária para construção de uma segunda residência, para veraneio, sendo este processo consolidado nos anos de 1970. Neste sentido, o aumento populacional dos municípios do litoral do Paraná se deu por meio dos grandes projetos de loteamentos aliados a instalações de indústrias e das atividades portuárias (CANEPARO, 1999; RICOBOM, 2012).

A partir da década de 1990, a modernização promovida pelo porto, por meio de investimentos de capitais pela iniciativa privada trouxe importantes alterações na dinâmica interna do Porto, desdobrando-se nas suas relações com a cidade. Com a adoção de mudanças tecnológicas (carregamento e descarga dos navios), o Porto passou a dispensar a mão de obra menos qualificada. Esta nova realidade resultou em transformações no contexto urbano de Paranaguá, agora marcado por impactos socioambientais negativos (desemprego, crescimento da economia informal, invasões nos espaços públicos ou de áreas preservadas por leis (GODOY, 1998).

A dinâmica populacional de Paranaguá passou por duas fases. No primeiro momento, seu crescimento populacional foi estimulado por uma das características do município nas primeiras décadas da segunda metade do século XX, a saber a especialização do porto na exportação de café. Considerando as décadas de 1950 e 1970, a cidade dobrou de tamanho, sendo que um dos desdobramentos deste aumento populacional foi o desequilíbrio entre a população rural e a população urbana (ABRAHÃO, 2011).

No segundo momento (três últimas décadas do século XX), houve a manutenção do contingente populacional, assim como, a concentração urbana, no entanto com ritmo mais lento de expansão demográfica. Essa mudança no ritmo de crescimento demográfico se justificou pelo novo perfil da atividade portuária que passou, no início dos anos 1970, a se especializar na exportação de grão. Como desdobramento, observou-se uma alteração na forma e a intensidade de absorção de mão-de-obra e consequente redução da força atrativa da cidade (ABRAHÃO, 2011).

A dinâmica populacional de Paranaguá é fruto de uma mescla de fatores que abrangem fluxo migratório (êxodo rural), crescimento natural da população, população flutuante que tem um uso esporádico do município formado por migrantes temporários, trabalhadores braçais, turismo de veraneio (CANEPARO, 1999; RICOBOM, 2012).

Segundo o PDS (2018), a distribuição atualmente vigente da população reflete a tendência caracterizada pelo deslocamento migratório das populações do interior para o litoral em direção ao município de Paranaguá que, por sua vez, exerce ou se configura como polo regional que atrai população pela presença do porto, desenvolvimento industrial e a possibilidade de realizar atividades alternativas de subsistência como a pesca.

### 3.2.4 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL E PROTEÇÃO AOS MANGUEZAIS

Segundo Caneparo (1999), o manguezal foi o primeiro ecossistema a ser perturbado em Paranaguá, quando da colonização de Paranaguá (século XVII). A margem esquerda do rio Itiberê foi desmatada, nesta época, para a construção de atracadouros, mercados e armazéns. A partir daí a cidade foi desenvolvendo, em um primeiro momento, rumo a enseada do Gato (meados do século XVIII), hoje Porto D. Pedro II. Ao longo de décadas o Porto favoreceu a ocupação dos manguezais, localizados a oeste, onde hoje é a Vila Guarani, bem como, em ambas as margens do rio Emboguaçu. Nas ilhas dos Valadares, Cotinga e Rasa da Cotinga também ocorreu a desmatamento e ocupação dos manguezais. Houve uma intensificação na sua degradação na margem esquerda do rio Itiberê a partir da década de 1960.

Do ponto de vista legal, a proteção dos manguezais tem ligação com as diversas legislações que surgiram ao longo dos anos e que regiam o uso do solo urbano e também conservar e ou preservar o meio ambiente. Neste sentido, embora não apareça sempre sobre a devida nomenclatura (manguezal), a sua proteção era realizada indiretamente sob o escopo da proteção ao meio ambiente.

Em 1967, houve a publicação do primeiro Plano Diretor de Desenvolvimento de Paranaguá que objetivava definir diretrizes para um desenvolvimento racional da cidade, propondo o estabelecimento da organização do espaço físico e promovendo a valorização da paisagem natural. Este plano diretor propunha uma organização territorial baseada em: adensamento da área urbanizada; criação de polos na área urbana; amenização climática; preservação do centro histórico e valorização da paisagem natural. A realização deste contava com a criação de áreas verdes nas margens do rio Itiberê e rio Emboguaçu (bairro de Vila Guarani); construção de uma turística (com início no Centro Histórico até as imediações do bairro Costeira) à beira do rio Itiberê com o intuito de valorizar a paisagem e recuperar áreas de mangue. (PARANAGUÁ, 1967).

Em 1969, por meio da Lei municipal 773/1969 o zoneamento do município foi instituído tendo como base as densidades de população, a localização, a dimensão e o volume dos edifícios e seus respectivos usos. Este dividiu o município em áreas urbanas, áreas de expansão urbana, área rural e área balnearia. As áreas urbanas foram divididas em: Residencial (ZR), Comercial (ZC), Trabalho (ZT) e Especial (ZE), esta última abrangia o cais de inflamáveis, áreas reservadas para parques nas margens do Emboguaçu e nas proximidades do Clube Olímpico. No que diz respeito às áreas verdes, este plano estabeleceu três áreas, localizadas sobre manguezais: nas margens do rio Itiberê, perto do Centro Histórico, na margem

direita do rio Emboguaçu, e a sudoeste do porto (PARANAGUA, 1969). Segundo Caneparo (1999), a Lei nº 773/1969 tinha uma preocupação direta com o meio ambiente, todavia, a lei não utiliza as palavras mangue ou manguezal, quando estabelece a zona especial. Esta deveria ser regulamentada mediante a fixação normas de preservação florestal.

Em 1990, Plano Diretor proposto tinha como orientação conter a expansão da cidade, com vistas a proteger as margens hídricas dos rios e da baía, os manguezais, a flora, a fauna e os demais sistemas de suporte natural, Havia projetos de recuperação urbana com a finalidade de atender a população já assentada em espaços pouco urbanizados ou inapropriados como era o caso da ilha dos Valadares, margem direita do rio Itiberê até a rodovia PR-407, e por fim na margem esquerda rio Emboguaçu, desde a Vila do Povo até a Petrobrás (PARANAGUA, 1990).

Adicionalmente, a Lei Complementar nº 4/1998 que dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do solo das áreas urbanas do município de Paranaguá, dividiu a área do município de Paranaguá em diversos em setores e, dentro destes, os manguezais foram classificados no setor VIII, “Zona Especial de Preservação”. Esta zona é definida como, aquela que, por sua topografia peculiar, não se adapta à urbanização, devem manter-se em seu estado natural, incluindo-se aquelas áreas com cobertura florestal relevante, as áreas de mangue, as áreas sujeitas à inundação e as áreas com morros (PARANAGUA, 1998).

Conforme apresentado por Caneparo (1999), as leis complementares demonstram uma certa preocupação em preservar os manguezais ainda não ocupados da área urbana, porém desconsideram a possibilidade de retirada da população que habita sobre tal ecossistema, para futuras obras de recuperação, mas sim a urbanização dessas áreas.

Em 2007, a Lei Complementar nº 062/2007, instituiu o zoneamento do uso e ocupação da terra no município de Paranaguá, ao dividir este em duas macrozonas (rural e urbana) que, por sua vez, são subdivididas em zonas e setores. Neste âmbito, para a proteção dos manguezais, destacam-se a Zona de Proteção Integral (ZPI) e a Zona de Restrição à Ocupação (ZRO). No artigo 14 da referida lei complementar, entende-se por Zona de Proteção Integral (ZPI), as áreas de interesse à preservação da biodiversidade, em que se pretende a mínima interferência antrópica, admitindo-se apenas o aproveitamento indireto dos benefícios naturais. Neste sentido, um dos objetivos desta zona é preservar de forma integral os ecossistemas, as margens e as nascentes e os canais de drenagem aí existentes de forma a promover a qualidade ambiental. Por sua vez, o artigo 57 define a Zona de Restrição à Ocupação (ZRO) como aquela caracterizada pela existência de áreas com características naturais que exigem tratamento especial devido a seu potencial paisagístico e ambiental, tendo como um dos seus objetivos

principais II. preservar os manguezais, as margens e as nascentes dos canais de drenagem (PARANAGUÁ, 2007).

Adicionalmente, para fins de proteger os manguezais e, neste caso, por meio da disponibilidade de recursos financeiros, a Lei Municipal 3.850/2019 destina 45% (quarenta e cinco por cento) de cada parcela do ICMS ecológico, para exclusivo atendimento à zona rural, insular e de manguezal. Segundo o Art. 2º, a cota de cada parcela do ICMS ecológico para atendimento das atividades referentes aos manguezais é de 15% (quinze por cento). A lei supracitada estipula em seu artigo 3º que cabe às Secretarias competentes elaborar planos de aplicação dos recursos, desenvolvendo e priorizando as atividades para os manguezais que buscam:

- a) salvaguarda da absoluta integridade dos manguezais arbustivos e dos processos ecológicos essenciais a eles associados, bem como da sua produtividade biológica e condição de berçário de recursos pesqueiros;
- b) fomento a atividades turísticas, recreativas, educacionais e de pesquisa científica;
- c) proteção, conservação e manutenção (PARANAGUÁ, 2019).

Em 2022, segundo a lei complementar nº 294, de 07 de dezembro de 2022 que institui o plano diretor de desenvolvimento integrado, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no município de Paranaguá e dá outras providências, a proteção dos manguezais é assegurada nas Zona de Uso Sustentável (ZUS) e Zona de Restrição à Ocupação (ZRO). Conforme apresentado no artigo 18 da lei complementar supracitada, a Zona de Uso Sustentável (ZUS) subdivide-se em três (ZUS 1, ZUS 2 e ZUS 3) e é composta por áreas destinadas à conservação e recuperação ambiental, conservação da biodiversidade, dos ecossistemas e dos recursos naturais, bem como à manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características (PARANAGUÁ, 2022).

No que diz respeito à Zona de Uso Sustentável Um (ZUS 1), esta é constituída pelos manguezais, que devido a sua importância ecológica devem ser fiscalizados e qualquer intervenção nestas áreas deve ser autorizada pelos órgãos ambientais responsáveis e de acordo com as legislações ambientais vigentes e suas atualizações, como a Resolução Conama nº 303/2002, Lei nº 11.428/2006 e Lei nº 12.651/2012. Entre os objetivos da Zona de Uso Sustentável, destaca-se: garantir a proteção, preservação, conservação e recuperação dos manguezais visando impedir, nestas áreas, a instalação de atividades de alto impacto ambiental que comprometam os manguezais e sua respectiva função ecológica. Por sua vez, o artigo 100

da lei complementar nº 294, de 07 de dezembro de 2022, a Zona de Restrição à Ocupação (ZRO) caracteriza-se pela existência de áreas com atributos naturais que exigem tratamento especial devido a seu potencial paisagístico e ambiental, sendo que um dos seus principais objetivos é preservar os manguezais, as margens e as nascentes dos canais naturais de drenagem (PARANAGUÁ, 2022).

Por fim, vale ressaltar que apesar dos manguezais estarem protegidos pela Lei Federal nº 12.651/2012, é preciso ficar atento à importância do manejo correto deste ecossistema no estado do Paraná, bem como, a implantação de ações de fiscalização. Este ecossistema abriga espécies ameaçadas e é fonte para as comunidades humanas locais que dependem para obtenção de recursos naturais. Esta conjuntura indica a necessidade da continuação da aplicação e a criação de novas medidas de conservação (FONSECA *et al.*, 2022).

Em termos de realização de ações em prol da proteção dos manguezais, o Porto de Paranaguá desenvolve um programa de Monitoramento Fitossociológico e de Processos Erosivos que visa realizar o acompanhamento do estado de conservação dos bosques de mangue (fitossociologia) em quatro áreas representativas no Complexo Estuarino de Paranaguá. São obtidos dados de sobrevivência e crescimento, de forma a subsidiar ações de manejo, bem como ações dos programas de comunicação social e educação ambiental, buscando a conscientização sobre a importância ecológica deste ecossistema. A partir de junho de 2016, este monitoramento é realizado a cada 3 meses em mangues da região do Rocio, Oceania e Amparo, por meio da instalação de parcelas que variam de 25 a 100 m<sup>2</sup> (PORTOS PARANÁ, 2023).

Por sua vez, o programa de monitoramento dos processos erosivos nos manguezais analisa se ocorre a saída (erosão) ou a chegada (sedimentação) de sedimentos nos mangues, fenômenos que ocorrem naturalmente no ambiente, mas que podem ser intensificados devido a interferências humanas. Adicionalmente, é realizado, de forma bimestral, um mutirão de Limpeza nos Manguezais localizados no entorno do porto de Paranaguá e de Antonina, especificamente na região de Oceania e do Rocio, em Paranaguá, e na região da Ponta da Pita, em Antonina (PORTOS PARANÁ, 2023).



### 3.2.5 PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO E INFRAESTRUTURA URBANA DE PARANAGUÁ

De acordo com a lei complementar municipal nº 294, de 07 de dezembro de 2022 que institui o plano diretor de desenvolvimento integrado, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no município de Paranaguá e dá outras providências, a Política Urbana do Município de Paranaguá visa, conforme apresentado no artigo 26: (i) promover o desenvolvimento socioeconômico envolvendo município e porto; (ii) gerar emprego e renda; (iii) melhorar as condições ambientais do município, visando a qualificação; (iv) o direito à moradia; e, por fim (v) a ampliação da participação dos cidadãos na gestão municipal (PARANAGUÁ, 2022).

Segundo a referida Lei no seu artigo 40, o Macrozoneamento Municipal de Paranaguá é composto por:

- I. Macrozona de Preservação, Conservação e Recuperação Ambiental (MPCRA): áreas de proteção do ambiente natural;
- II. Macrozona de Produção Econômica (MPE);
- III. Macrozona Urbana (MU): áreas já urbanizadas e/ou passíveis de urbanização do território (PARANAGUÁ, 2022).

Sobre a Macrozona Urbana (MU), conforme apresentado na Lei supracitada, no artigo 48, trata-se da área territorial municipal voltada à ocupação residencial intensiva (produção de moradia), à concentração e trabalho, comércio, serviços, lazer e circulação, sendo que estes respectivos usos são definidos e delimitados pelo perímetro urbano. Por sua vez, o perímetro urbano corresponde a áreas caracterizadas pela boa qualidade de infraestrutura, desenho e paisagem urbana, pela presença do Porto e sua área de influência, pela concentração de serviços especializados, de bens socioambientais, culturais e de edificações de interesse histórico e arquitetônico de Paranaguá (PARANAGUÁ, 2022).

Adicionalmente, contempla também os Vetores de Expansão. Tratam-se de segmentos lineares ou zonais, cuja direção segue a malha rodoviária, e contribuem para o crescimento urbano. Abrangem áreas ambientalmente sensíveis, com alto interesse paisagístico, porém a infraestrutura é insuficiente ou inexistente para absorver de maneira rápida o adensamento populacional. Possuem como potencial estratégico a capacidade de englobar as futuras áreas de expansão urbana planejada, desde que sujeita à adequação do sistema viário e a expansão dos

sistemas de transporte, dos equipamentos públicos e demais infraestruturas. Essas áreas são localizadas:

- Ao longo da PR-407 – entre o limite sul do perímetro urbano e o limite municipal de Paranaguá como município de Pontal do Paraná;
- Na PR-508 – trecho inicial da rodovia, entre o perímetro urbano e o limite do início do Corredor de Comércio e Serviços;
- A noroeste do território municipal – em trecho ao longo da BR-277 e nas adjacências do Bairro de Alexandra (PARANAGUÁ, 2022).

Os objetivos relativos à Macrozona Urbana, apresentados no artigo 49, abrangem:

- Controlar e direcionar o adensamento urbano, em especial nas áreas centrais, melhor urbanizadas, adequando-o à infraestrutura disponível;
- Possibilitar a instalação de uso múltiplo no território do Município e de atividades de caráter urbano e portuário, desde que atendidos os requisitos de instalação;
- Aprimorar o desenho e a paisagem urbana;
- Expandir a rede de infraestrutura, equipamentos e serviços públicos, fortalecendo os centros de convivência nos bairros;
- Ocupar vazios urbanos, configurados como áreas de expansão da ocupação;
- Garantir a inclusão urbana da população marginalizada, mediante acesso a espaços de expressão cultural, política e lazer;
- Proteger, conservar, recuperar e valorizar o patrimônio cultural;
- Proteger, conservar, recuperar e valorizar o patrimônio natural, atendendo ao definido pela legislação ambiental vigente e pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC);
- Estimular e ordenar as atividades de turismo, implementando políticas próprias (PARANAGUÁ, 2022).

O Macrozoneamento Urbano é composto das seguintes macrozonas (PARANAGUÁ, 2022):

- I - Macrozona Ambiental (MA);
- II - Macrozona de Desenvolvimento Econômico (MDE);
- III - Macrozona Portuária (MP);
- IV - Macrozona Histórica (MH);
- V - Macrozona Rururbana (MR);
- VI - Macrozona de Consolidação (MC);

VII - Macrozona de Adensamento (MA);

VIII - Macrozona de Expansão (ME).

Conforme apresentado no artigo 34 da lei complementar nº 296, de 07 de dezembro de 2022 que institui o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Paranaguá, e dá outras providências, a Macrozona Urbana, correspondente à área urbana do Município, nos termos da Lei do Perímetro Urbano, apresenta diferentes graus de consolidação e infraestrutura básica instalada e destina-se a concentrar o desenvolvimento e adensamento urbano (PARANAGUÁ, 2022). Em seu Artigo 35, conforme apresentado no ANEXO 4, a Macrozona Urbana subdivide em:

- I. Corredor de Comércio e Serviço (CCS-U);
- II. Zona de Desenvolvimento Econômico (ZDE);
  - a. Zona de Desenvolvimento Econômico Um (ZDE-I);
  - b. Zona de Desenvolvimento Econômico Um (ZDE-II).
- III. Zona de Consolidação e Qualificação Urbana (ZCQU);
- IV. Zona de Consolidação e Expansão Urbana (ZCEU);
- V. Zona de Qualificação Urbana e Turística (ZQUT);
- VI. Zona de Adensamento e Requalificação Urbana (ZARU):
  - a. Vias de Adensamento Um (VA-I);
  - b. Vias de Adensamento Dois (VA-II).
- VII. Zona Especial de Interesse Social (ZEIS):
  - a. Zona Especial de Interesse Social Um (ZEIS-I);
  - b. Zona Especial de Interesse Social Dois (ZEIS-II);
  - c. Zona Especial de Interesse Social Três (ZEIS-III).
- VIII. Zona de Interesse Patrimonial e Turístico (ZIPT);
- IX. Zona de Proteção do Santuário do Rocio (ZPSR);
- X. Zona de Interesse Institucional (ZII);
- XI. Zona de Controle Ambiental (ZCA);
- XII. Zona de Restrição à Ocupação (ZRO);
- XIII. Zona de Fundo de Vale (ZFV);
- XIV. Zona do Porto Organizado (ZPO);
- XV. Zona Retro Portuária (ZRP);
- XVI. Zona de Expansão Portuária (ZEP);
- XVII. Zona de Transição.

Na atualidade, os dados relativos a ocupação territorial foram levantados no âmbito no diagnóstico da elaboração do plano diretor retratam conforme apresentado na tabela 4 e figura 6, as classes de uso do solo:

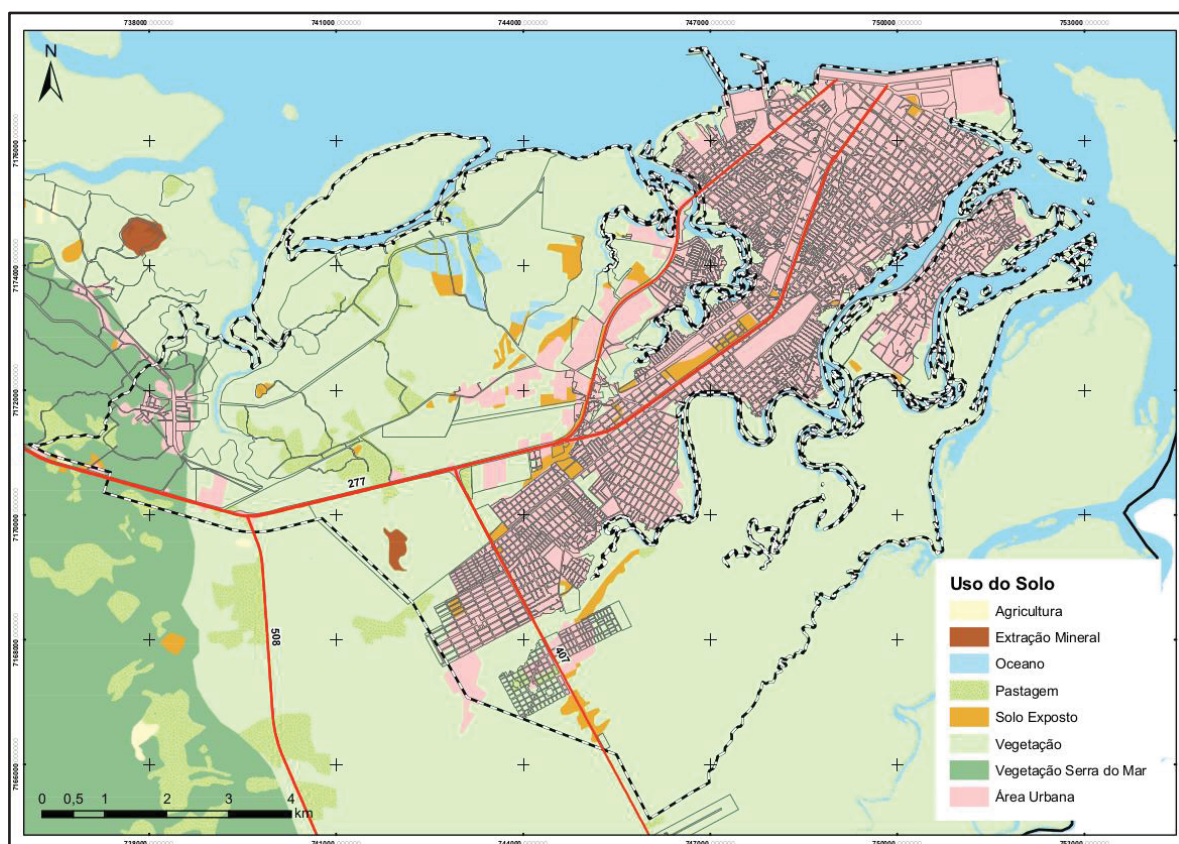
1. Área Urbana,
2. Agricultura,
3. Pastagem,
4. Solo Exposto,
5. Extração Mineral,
6. Vegetação,
7. Vegetação Serra do Mar e
8. Massas de Água.

TABELA 3 - CLASSES DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

Classe	Extensão total (km²)	Extensão relativa (%)
Área urbana	34,04	4,11
Agricultura	3,24	0,39
Pastagem	14,61	1,76
Solo exposto	4,37	0,53
Extração Mineral	0,73	0,09
Vegetação	350,45	42,33
Vegetação Serra do Mar	130,34	15,74
Massas d'água	290,13	35,04
Total	827,91	100

FONTE: PDDI, 2022. Adaptado pelo autor.

FIGURA 6 - MAPA DE USO DO SOLO DE PARANAGUÁ, 2019.



FONTE: PDDI, 2022.

O diagnóstico do plano diretor aponta que a evolução da ocupação antrópica está sendo conduzida pelas atividades agrícolas (pastagem e agricultura) e da urbanização (expansão e adensamento urbano). O aumento de áreas de Pastagem em áreas próximas à urbana é indicativo de localidades com potencial de ser integradas à dinâmica urbana por meio de abertura de vias, novos loteamentos, áreas industriais, entre outros. No que diz respeito ao adensamento urbano, este ocorre em áreas já “classificadas” como urbanas (PDDI, 2022).

Em termos numéricos, os dados apresentados no (PDDI, 2022) apontam para uma ocupação territorial do município constituído em massa de água (292,74 km<sup>2</sup>), ilhas (56,39 km<sup>2</sup>) e áreas ambientalmente protegidas por legislação ambiental (375,30 km<sup>2</sup>). A área urbana abrange 38,08 km<sup>2</sup> (4,60%), sendo concentrada ao longo dos principais eixos viários na sede urbana e no distrito de Alexandra. 6,07 km<sup>2</sup> (0,73%) dizem respeito aos remanescentes ambientais (manguezais) adjacentes a área urbana. Ao realizar a diferença entre a área territorial municipal e o conjunto formado pelas áreas urbanas consolidadas, massas de água, ilhas e áreas ambientalmente protegidas, obtém-se um valor de 58,67 km<sup>2</sup> (7,09% do território) aptos para expansão de atividades urbanas. Este valor se mostra maior que a atual área urbana consolidada.

O adensamento urbano é importante em áreas dispersas do território com ênfase a Ilha dos Valadares e para os bairros adjacentes ao Parque São João, bem como a expansão urbana está ocorrendo sobretudo ao longo dos eixos formados pela Avenida Bento Munhoz da Rocha, Avenida Belmiro Sebastião Marquês e PR-407 (Bairros Nilson Neves, Vila Garcia, Ouro Fino, Porto Seguro, Jardim Paraná, Jardim Esperança, Vale do Sol, dentre outros) (PDDI, 2022).

### 3.2.6 INFRAESTRUTURA URBANA

O levantamento para infraestrutura urbana disponível se direcionou para a:

- Abastecimento em água
- Serviços de esgotamento sanitário
- Serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

**Abastecimento em água:** Em Paranaguá, o sistema municipal de abastecimento de água é administrado pela Paranaguá Saneamento (PSSA). Quanto ao abastecimento das comunidades rurais/pesqueiras e colônias insulares, a maioria dessas localidades é atendida por sistemas próprios operados e mantidos pelas comunidades com o apoio da Secretaria Municipal de Agricultura e Pesca. O sistema de abastecimento de água de Paranaguá consiste em captação, drenagem, tratamento, armazenamento e distribuição (PDDI, 2021 PMSB, 2022).

A água potável é fornecida para a população via ligação de residências /unidades (economias) à rede de abastecimento através de ligações prediais. A Paranaguá Saneamento tem um panorama das áreas regulares e irregulares na área de concessão, onde é possível verificar que 49.695 lotes urbanos têm abastecimento de água potável, mas deste total, cerca de nove mil habitações existentes na área de concessão não estão ligadas para distribuição de água potável. Observa-se que estas parcelas podem ser abastecidas com água potável por meio de águas subterrâneas em poços de captação ou na própria rede distribuidora por meio de ligação irregular de água. Adicionalmente, Paranaguá possui 2.941 poços subterrâneos mapeados em operação com destaque para os bairros de Vila Cruzeiro e Porto dos Padres que possuem o maior número de poços (PMSB, 2022)

**Serviços de esgotamento sanitário:** Segundo a Paranaguá Saneamento, um total de 44.932 domicílios teve infraestrutura de tratamento de esgoto identificada. com 1.394 lotes



localizados em áreas irregulares e 4.763 lotes localizados na área de expansão do sistema de esgoto doméstico, totalizando 6.157 lotes não atendidos pelo sistema.

Segundo o IBGE (Censo, 2010), os serviços de esgotamento sanitário atendiam adequadamente 81% do território municipal em 2010. Em relação ao índice de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário, os dados fornecidos pela Paranaguá Saneamento com base na população estimada em dezembro de 2019, apresentavam uma estimativa de atendimento de 90% com base em dados populacionais do IBGE e dados de domicílios com infraestrutura de esgotamento sanitário disponível. O sistema operado pela Paranaguá Saneamento coleta apenas esgoto doméstico, enquanto as demais usinas possuem estações próprias de tratamento (PMSB, 2022).

Em alguns bairros da área urbana de Paranaguá não há rede de coleta e disposição de esgoto doméstico, sendo que para essas áreas tem-se a solução individualizada de esgoto com fossas ou mesmo despejo a céu aberto ou direto nos cursos d'água mais próximos. Adicionalmente, não há controle sobre a instalação e monitoramento de sistemas individuais de esgotamento sanitário (fossas), o que representa um problema grande de contaminação do solo, águas subterrâneas e mesmo dos cursos de água superficiais e suas nascentes, bem como das fontes de abastecimento de água, devido ao lançamento de resíduos domésticos *in natura* (PDDI, 2021).

Em Paranaguá, os principais problemas associados às ligações clandestinas estão nos locais onde há rede coletora de esgoto da empresa Paranaguá Saneamento. No entanto, o morador não se conecta a essa rede e direciona seu esgoto para a rede pluvial e também, onde ocorrem lançamentos indevidos de águas pluviais na rede de esgoto. Adicionalmente, também onde há vazamentos indesejados de águas pluviais para a rede de esgoto. Para além das áreas com coleta, mas sem tratamento e das áreas de ocupação irregular que não têm coletas de esgoto, existem ainda zonas dentro dos sistemas existentes que não têm coleta, mesmo com a rede coletora implantada, como é o caso da Rua José Mirino, mas não possui rede coletora (PDDI, 2021; PMSB, 2022).

Com base na expansão urbana, é preciso que haja a instalação de redes de coleta de esgoto, quando necessário, estações elevatórias, por fim, todas as instalações devem estar de acordo com a demanda. As estações de tratamento devem ser projetadas e localizadas para cobrir a geração de esgoto durante todo o período para evitar o descarte sem tratamento. Considerando a realidade atual da cidade em termos de população, infraestrutura urbana e capacidade de investimento, a implantação de uma rede de esgotamento sanitário em áreas



urbanas é inviável a curto prazo, contudo, haja vista a existência de muitas ocupações irregulares/clandestinas, é imprescindível estabelecer diretrizes a médio e longo prazo para promover o desenvolvimento do sistema de esgotamento sanitário. Outro aspecto importante é a necessidade de estabelecer parâmetros e requisitos adaptados à realidade local, para implantação de novos loteamentos, com a previsão de instalações de rede de esgoto (PDDI,2021).

**Serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:** A Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA) é responsável pela gestão dos resíduos sólidos municipais e pelos serviços de limpeza pública nas áreas urbana e rural do município de Paranaguá. O município de Paranaguá, por sua faixa populacional (de 100.001 a 200.000 habitantes), possui uma taxa de geração de resíduos sólidos per capita de 0,80 kg/habitante/dia. Com base na população total de Paranaguá estimada pelo IBGE para o ano de 2020 e na taxa de produção de RSU per capita acima, calculou-se a produção total de RSU em Paranaguá, os dados mostraram uma produção anual total de 45.602,81 t/ano dividida em recicláveis (15.504,95 t/ano); Matéria Orgânica (22.345,38 t/ano); Rejeitos (7.752,48 t/ano) (PMSB, 2022).

Os dados de coleta de resíduos sólidos de 2019 da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA) de Paranaguá estimam um total de 36.251,6 toneladas de resíduos sólidos domésticos e 19.535,4 toneladas de resíduos de limpeza pública, totalizando 55.787 toneladas. Deste total, 52.845,3 toneladas foram destinadas a um aterro sanitário particular existente no município. Segundo a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA), 99% dos moradores da cidade são atendidos pela coleta domiciliar de lixo. Vale ressaltar que essa taxa de atendimento foi estimada pela SEMMA, que afirmou que a população não atendida corresponde a ocupações não regulares (PMSB, 2022).

O tratamento, disposição e destinação final são realizados em duas unidades de triagem de recicláveis operadas pela associação de catadores ASSEPAR e Nova Esperança, um aterro sanitário de propriedade de uma empresa privada, uma unidade de compostagem de propriedade de uma empresa privada e duas estações de transbordo localizadas na Ilha do Mel. Além dessas unidades, há 12 pontos de coleta de pneus, dois pontos de recebimento de lâmpadas e três pontos de coleta de eletroeletrônicos, lâmpadas, pilhas e baterias. Há também um antigo aterro municipal que começou a funcionar entre 1973 a 2015, e uma usina de biodiesel desativada (PMSB, 2022).

O principal problema para melhoria do processo de coleta seletiva ainda é a separação dos resíduos na fonte, ou seja, nas residências. Para tanto, é importante que se desenvolva ações

de sensibilização/conscientização e educação ambiental junto à população com objetivo de incrementar a coleta seletiva. Além disso, nem todos os bairros da cidade são totalmente atendidos pela coleta de lixo, são eles: Porto Seguro, Parque São João, Vila Santa Maria, Jardim Figueira, Vila Guarani e Alexandra. Há necessidade de ampliar o atendimento a fim de evitar a contaminação e poluição do solo, dos corpos hídricos, do ar e, conseqüentemente, a disseminação de vetores que ameaçam a saúde humana (PDDI, 2019).

## 4 MATERIAIS, MÉTODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo identifica e levanta os materiais a serem usados na pesquisa, bem como, os métodos e procedimentos metodológicos que possibilitaram a execução dessa tese.

### 4.1 MATERIAL CARTOGRÁFICO E SOFTWARES

Para o presente estudo, recorreu-se ao uso de:

Folhas Topográficas Digitais:

- Folha de Shangri-lá - SG. 22-X-D-VI-1 -NO (MI – 2859/1 NO), 1999 elaborada pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) na escala 1:25.000. Disponível no Geoportal BDGEx em: <https://www.bdgex.eb.mil.br/bdgexapp/mobile/?l=963,953&c=-53.000000,-13.000000&z=2>

- Folha de Paranaguá - SG. 22-X-D-V-2 -NE (MI – 2858/2 NE), 1998 elaborada pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) na escala 1:25.000. Disponível no Geoportal BDGEx em: <https://www.bdgex.eb.mil.br/bdgexapp/mobile/?l=963,953&c=-53.000000,-13.000000&z=2>

- Folha de Alexandra - SG. 22-X-D-V-2 -NO (MI – 2858/2 NO), 1998 elaborada pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) na escala 1:25.000. Disponível no Geoportal BDGEx em: <https://www.bdgex.eb.mil.br/bdgexapp/mobile/?l=963,953&c=-53.000000,-13.000000&z=2>

Imagens de satélites disponíveis na plataforma Earth Observing System (EOS) do Land Viewer (Disponível em: [https://eos.com/landviewer/?utm\\_source=Email&lat=-25.54959&lng=-48.19116&z=10](https://eos.com/landviewer/?utm_source=Email&lat=-25.54959&lng=-48.19116&z=10) )

- Imagem Landsat 5 Thematic Mapper - TM (composição colorida RGB das bandas 3, 2 e 1) referente ao ano de 1985 com 11% de cobertura de nuvens e resolução espacial de 30 m. As bandas tiveram respectivamente como resolução radiométrica: banda 1 (0.45 – 0.52  $\mu\text{m}$ ); banda 2 (0.52 – 0.60  $\mu\text{m}$ ) e banda 3 (0.63 – 0.69  $\mu\text{m}$ )

- Imagem Landsat 5 Thematic Mapper – TM (composição colorida RGB das bandas 3, 2 e 1 ) referente ao ano de 2000 com 1% de cobertura de nuvens e resolução espacial de 30 m. As bandas tiveram respectivamente como resolução radiométrica: banda 1 (0.45 – 0.52  $\mu\text{m}$ ); banda 2 (0.52 – 0.60  $\mu\text{m}$ ) e banda 3 (0.63 – 0.69  $\mu\text{m}$ )

- Imagem Landsat 5 Thematic Mapper – TM (composição colorida RGB das bandas 3, 2 e 1 ) referente ao ano de 2010 com 1% de cobertura de nuvens e resolução espacial de 30 m. As bandas tiveram respectivamente como resolução radiométrica: banda 1 (0.45 – 0.52  $\mu\text{m}$ ); banda 2 (0.52 – 0.60  $\mu\text{m}$ ) e banda 3 (0.63 – 0.69  $\mu\text{m}$ ).
- Imagem Landsat 8 Operational Land Imager – OLI (composição colorida RGB das bandas 4, 3 e 2) referente ao ano de 2020 com 8% de cobertura de nuvens e resolução espacial de 30 m. As bandas tiveram respectivamente como resolução radiométrica: banda 2 (0.45 – 0.51  $\mu\text{m}$ ); banda 3 (0.53 – 0.59  $\mu\text{m}$ ) e banda 4 (0.63 – 0.67  $\mu\text{m}$ ).
- Para a realização do NDVI, recorreu-se a :Imagem Landsat 8 Operational Land Imager – OLI. Foram utilizadas as bandas 4 (Red) e bandas 5 (Near Infrared) referente ao ano de 2020 de resolução espacial de 30 m. As bandas tiveram respectivamente como resolução radiométrica banda 4 (0.63 – 0.67  $\mu\text{m}$ ) e banda 5 (0.85 – 0.88  $\mu\text{m}$ ).

Plano Diretor De Desenvolvimento Integrado De Paranaguá e Zoneamento Urbano (Lei 296/2022) do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) de 2020. Disponível em: [Zoneamento Urbano - Lei 296/2022. — GeoNode \(paranagua.pr.gov.br\)](http://www.paranagua.pr.gov.br/zoneamento-urbano-lei-296-2022)

- Zona de Desenvolvimento Econômico (ZDE)
- Zona Especial de Interesse Social (ZEIS)
- Zona de Controle Ambiental (ZCA)
- Zona de Restrição à Ocupação (ZRO)
- Zona de Fundo de Vale (ZFV)
- Zona do Porto Organizado (ZPO)
- Zona Retro Portuária (ZRP)
- Zona de Expansão Portuária (ZEP)

Adicionalmente, recorreu-se ao uso dos dados referentes ao:

- Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE
- Áreas de Preservação Permanente (APP)
- Censo Demográfico de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Conforme apresentado no quadro a seguir, recorreu-se aos softwares:

- Quantum GIS Desktop 2.14 Essen e Quantum GIS Desktop 3.16.8 Hannover para realizar os mapeamentos de uso da terra e cobertura vegetal referente aos anos em estudo, espacializar as variáveis e indicadores, realizar o NDVI

- IDRISI SELVA 17.0 para realizar as rotinas referentes a Análise Multicritério (Combinação Linear Ponderada).

QUADRO 6 – SÍNTESE DOS SOFTWARES E APLICAÇÕES UTILIZADAS

NOME DO SOFTWARE	VERSÃO	APLICAÇÃO	TIPO DE LICENÇA
Quantum GIS Desktop Essen	2.14	Mapeamentos de uso da terra e cobertura vegetal	Livre
Quantum GIS Desktop Hannover	3.16.8	Mapeamentos de uso da terra e cobertura vegetal	Livre
IDRISI SELVA	17.0	Rotinas referentes a Análise Multicritério (Combinação Linear Ponderada)	Licenciado

FONTE: O autor, 2023.

#### 4.2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

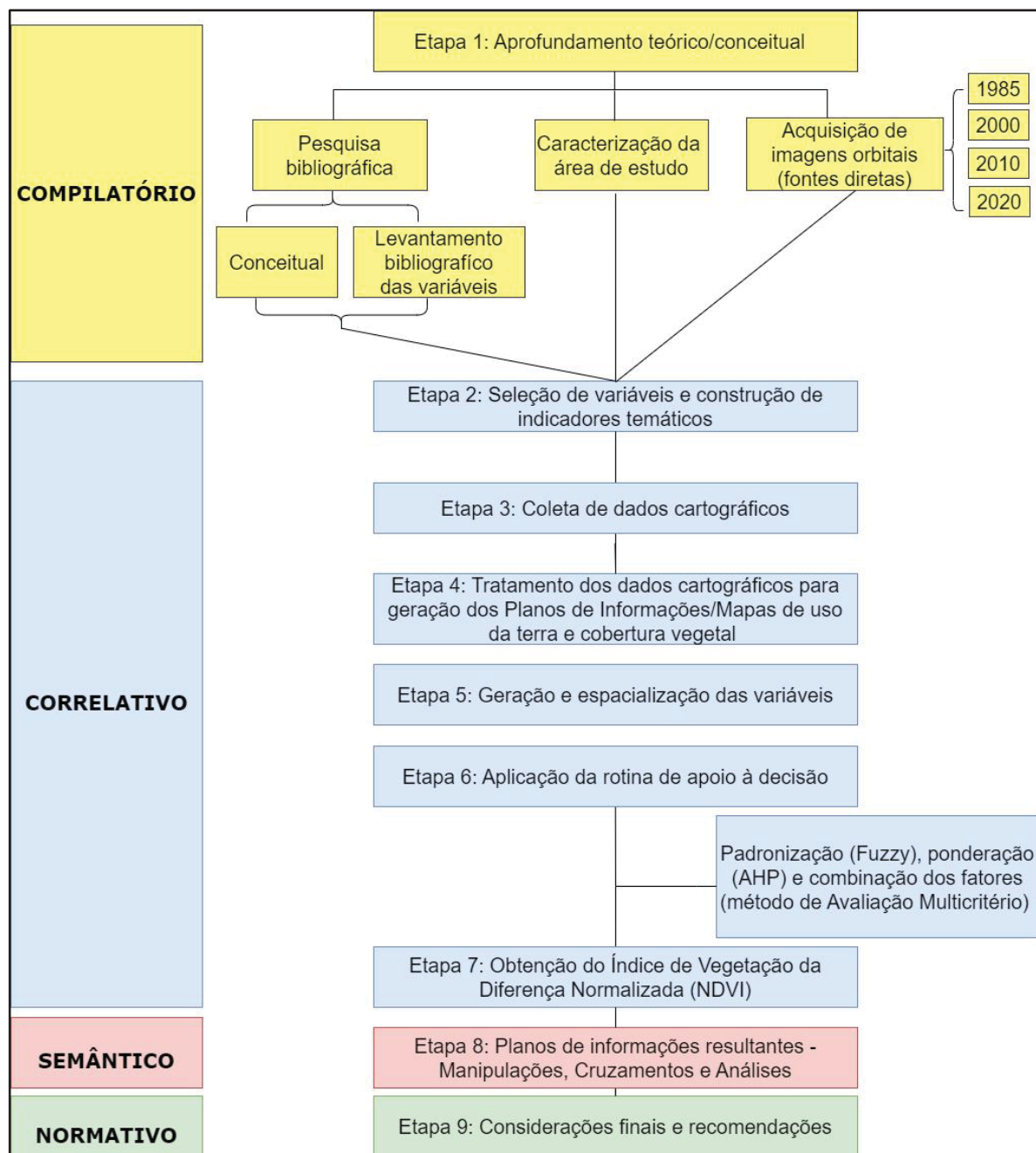
Este item tem como intuito apresentar os métodos e os caminhos metodológicos que foram desenhados e seguidos ao longo da pesquisa. Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos seguindo um conjunto de etapas sequenciais apresentadas a seguir e disponível no fluxograma da figura 7.

A presente pesquisa foi desenvolvida tendo como base o método formulado por Libault (1971) e que estrutura os quatro níveis da pesquisa geográfica. Esta proposta é embasada no tratamento quantitativo da informação com aplicação em dados numéricos, que podem ser representados de forma cartográfica (mapas-síntese).

Conforme exposto por Libault (1971, p. 32), são esses: o nível compilatório; o nível correlatório; o nível semântico e o nível normativo. O nível compilatório corresponde a fase inicial ou introdutória da pesquisa que é constituída pela seleção, levantamento e compilação dos dados da pesquisa. O nível correlatório diz respeito à fase de correlação, organização dos dados e aprimoramento das informações para análise. O nível semântico é relativo à etapa de análise e interpretação dos dados levantados nas etapas precedentes. O nível normativo trata da última fase do trabalho caracterizado pela elaboração do produto final da pesquisa em formatos de mapas-síntese ou outras formas de representações com o intuito de auxiliar na compreensão e visualização dos resultados e conclusões).

Conforme apresentado no Anexo 5 e figura 7 a seguir objetiva apresentar as fases da aplicação da proposta metodológica de Libault (1971) para o desenvolvimento da presente pesquisa.

FIGURA 7 - FLUXOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DA PESQUISA



FONTE: O autor (2023).

Ainda na questão do método, com vista a cumprir os objetivos propostos, bem como, testar e validar a hipótese dessa tese, inicialmente, foram adotados procedimentos de

interpretação de imagens de satélite e digitalização. Os planos de informações aí gerados, foram manipulados e analisados via sistemas de informações geográficos (SIGs).

Na presente pesquisa, recorreu-se aos procedimentos relativos a Análise Multicritério, por meio da Combinação Linear Ponderada. Trata-se de um método utilizado em análise espacial quando se trata de estudos ambientais. Consiste em um conjunto de processos compostos pela agregação e padronização de variáveis, criteriosamente selecionadas, a ponderação e compensação destas de acordo com seus respectivos pesos ou grau de importância para, no fim, gerar um mapa de prioridades.

Adicionalmente, recorreu-se ao uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para monitorar as dinâmicas espaço temporal do uso da terra, bem como avaliar o estado da vegetação, ou seja, do manguezal, pois é uma técnica que busca medir a saúde e o vigor das plantas. Por fim, foram realizadas saídas a campo para validar os resultados obtidos.

A seguir serão descritos os procedimentos metodológicos que foram divididos nas etapas a seguir:

Etapa 1 - Aprofundamento teórico/conceitual;

Etapa 2 - Seleção de variáveis e construção de indicadores temáticos;

Etapa 3 - Coleta de dados cartográficos;

Etapa 4 - Tratamento dos dados cartográficos para geração dos planos de informações/mapas de uso da terra e cobertura vegetal

Etapa 5 - Geração e espacialização das variáveis;

Etapa 6 - Aplicação da rotina de apoio à decisão;

Etapa 7 - Obtenção do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI);

Etapa 8 - Planos de informações resultantes - manipulações, cruzamentos e análises e

Etapa 9- Considerações finais e recomendações.

#### 4.2.1 ETAPA 1: APROFUNDAMENTO TEÓRICO/CONCEITUAL

Esta etapa objetivou fazer o levantamento do conjunto de bibliografias relativas à pesquisa para fins de aprofundamento conceitual, levantamento de variáveis, construção de indicadores, definição do caminho metodológico, entre outros. Nesse sentido, o levantamento bibliográfico abrangeu o conjunto de palavras-chave a seguir sendo usada ou não em combinação:



- Manguel, Manguê, *Mangrove*;
- Qualidade ambiental, *environmental quality*, *qualité environnementale*;
- Qualidade ambiental urbana, *urban environmental quality*; *qualité environnementale urbaine*
- Indicadores de qualidade ambiental, *environmental quality indicators*, *indicateurs de qualité environnementale*.

As bases consultadas foram:

- Portal de periódicos da CAPES;
- Scientific Electronic Library Online (SciELO);
- Dialnet;
- Google Acadêmico;
- Springer Link;
- SCOPUS;
- Web of Science
- Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (UFPR),
- Biblioteca Digital de Periódicos (UFPR),
- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

#### 4.2.2 ETAPA 2: SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E CONSTRUÇÃO DE INDICADORES TEMÁTICOS

Em termos conceituais para fins da presente pesquisa, a definição adotada para o conceito de indicador se alinha com Martinez (2009, p.21) segundo a qual, um indicador “corresponde a uma ou mais variáveis combinadas, que adquirem valores diferentes no tempo e no espaço, e sinalizam ao público e aos tomadores de decisão sobre aspectos fundamentais ou prioritários no processo de desenvolvimento” (MARTINEZ, 2009, p.21).

A definição dos indicadores teve como passo inicial a identificação e a tabulação de todas as variáveis levantadas nas bibliografias consultadas e que tinham relação com as temáticas abordadas na presente pesquisa, resultando no Apêndice B. Na sequência, essas variáveis foram agrupadas de acordo com a temática que elas abordavam. Isto porque há várias formas de abordagem do conceito de qualidade ambiental. Alguns autores priorizam parâmetros físicos, químicos ou biológicos, outros priorizam aspectos estéticos, conforto térmico, ilhas de

calor, entre outros. Adicionalmente, há os estudos que tratam da relação qualidade de vida e qualidade ambiental. Todas estas abordagens usam um conjunto peculiar de variáveis.

O agrupamento em tema geral anteriormente realizado deu subsídio para a próxima etapa. O próximo passo a classificação (contagem, ordenamento crescente) para identificar qual tipo de variáveis eram mais citadas no conjunto das obras levantadas sem separação por áreas de conhecimento. (Apêndice B).

O segundo critério considerado na seleção e construção dos indicadores levou em consideração as características próprias à área de estudo que, no caso, é o perímetro urbano de Paranaguá. Com base nestas características, foram adicionadas variáveis relativas:

- uso da terra;
- cobertura vegetal (manguezal);
- porto e atividades correlatas;
- unidades de conservação;
- zoneamento ecológico-econômico do estado do Paraná – Litoral ZEE;
- domicílios particulares permanentes;
- domicílios com lixo coletado;
- domicílios com coleta de esgoto;
- renda média por domicílio.

Um dos critérios que também norteou o processo de seleção dos indicadores, teve como base a contribuição da ciência geográfica no processo de representação dos fenômenos, ou seja, a capacidade dos indicadores poderem ser espacializados por meio de uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG) para fins de gerar mapas e realizar as devidas análises espaciais. Estes mapas, por sua vez, servirão de subsídio ou dados de entrada para o processo de tomada de decisão como é o caso da análise multicritério.

No final, o conjunto das variáveis selecionadas passou pela aplicação de um filtro composto pelas camadas de:

- variáveis mais citadas na literatura;
- variáveis específicas às características da área de estudo;
- capacidade de espacialização das variáveis propiciado pela ciência geográfica.

Com base no desenvolvimento das etapas anteriores e levantamento das variáveis, estas foram reagrupadas para formar as seguintes categorias de indicadores temáticos conforme apresentado no quadro 7 abaixo.

QUADRO 7 - SÍNTESE DA ORGANIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS EM INDICADORES TEMÁTICOS

VARIÁVEIS	INDICADOR TEMÁTICO
DOMICÍLIOS COM ESGOTO COLETADO	SANEAMENTO AMBIENTAL URBANO
DOMICÍLIOS COM LIXO COLETADO	
USO DA TERRA	USO DA TERRA
COBERTURA VEGETAL (MANGUEZAL)	SAÚDE DOS MANGUEZAIS
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)	
RENDIA MÉDIA POR DOMICÍLIO	SOCIOECONÔMICO
CLASSES DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (DECRETO ESTADUAL Nº 4996 DE 05/09/2016)	ORDENAMENTO TERRITORIAL (POLÍTICAS PÚBLICAS)
CATEGORIAS DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APP)	
CLASSES DE ZONEAMENTO URBANO - LEI 296/2022.	

FONTE: Organizado pelo autor (2023).

#### 4.2.3 COLETA DE DADOS ESPACIAIS

O foco desta etapa foi a aquisição do material cartográfico. Conforme apresentado no quadro 7, os órgãos oficiais consultados foram: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto da Água e Terra (IAT antigo Instituto de Terras, Cartografias e Geociências - ITCG), Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), Geo Catálogo da Prefeitura Municipal de Paranaguá, especificamente a plataforma Geonode (parceria prefeitura e Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais) e Earth Observing System (EOS).

QUADRO 8 – DADOS COLETADOS E FONTES CONSULTADAS

<b>DADOS</b>	<b>FORMATO</b>	<b>ANO</b>	<b>FONTES</b>
Perímetro urbano	Vetorial	2022	Prefeitura Municipal De Paranaguá
Limites municipais	Vetorial	2020	IAT
Áreas de Manguezal	Vetorial	2012-2016	IAT
Folha topográfica de Shangri-lá	Raster	1998	DSG
Folha topográfica de Paranaguá	Raster	1998	DSG
Folha topográfica de Alexandra	Raster	1998	DSG
Imagem Landsat 5 Thematic Mapper - TM	Raster	1985	Eos/Landviewer
Imagem Landsat 5 Thematic Mapper - TM	Raster	2000	Eos/Landviewer
Imagem Landsat 5 Thematic Mapper - TM	Raster	2010	Eos/Landviewer
Imagem Landsat 8 Operational Land Imager – OLI	Raster	2020	Eos/Landviewer
Unidade de Conservação	Vetorial	2018	Paula et al.
Zoneamento Econômico Ecológico	Vetorial	2016	IAT
Áreas de Preservação Permanentes	Vetorial	2018	Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais
Zoneamento Urbano - Lei 296/2022.	Vetorial	2022	Prefeitura Municipal De Paranaguá
Domicílios com coleta de esgoto (setores censitários)	Vetorial	2010	IBGE
Domicílios com lixo coletado (setores censitários)	Vetorial	2010	IBGE
Renda média por domicílio (setores censitários)	Vetorial	2010	IBGE
Domicílios particulares permanentes (setores censitários)	Vetorial	2010	IBGE

Fonte: O autor (2023).

#### 4.2.4 ETAPA 4: TRATAMENTO DOS DADOS CARTOGRÁFICOS PARA GERAÇÃO DOS PLANOS E INFORMAÇÕES/MAPAS DE USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL

Esta etapa abrangeu um conjunto de sub-etapas apresentadas conforme a seguir:

**Elaboração da Chave de Legenda:** esta etapa foi desenvolvida com o intuito de gerar a legenda referentes às classes de uso da terra e cobertura vegetal para os mapeamentos dos anos 1985, 2000, 2010 e 2020. A legenda assim definida abrangeu:

1. Formações Pioneiras com Influência Flúvio Marinha (Manguezal): comunidade microfanerófitica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas, com a seguinte sequência: *Rhizophora mangle* L., *Avicennia sp.*, cujas espécies variam conforme a latitude, e *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn., que cresce nos locais mais altos, só atingidos pela preamar. (IBGE, 2012, p.137).

2. Zona de Cladium: área de transição entre a vegetação do ecossistema de manguezal e restinga (ÂNGULO, 1992; CANEPARO, 1999).

3. Floresta Ombrófila Densa Submontana: formações florestais da planície litorânea com sedimentos quaternários continentais (depósitos coluviais) e o início das encostas da Serra do Mar, situadas entre aproximadamente 20 e 600 m s.n.m. RODERJAN et al. (2002). Ela é caracterizada por possuir espécies que variam de acordo com a latitude, ressaltando-se também a importância do fator tempo nesta variação ambiental (IBGE, 2012).

4. Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga): formação vegetal presente em solos arenosos da planície costeira. Para Roderjan et al. (2002) essa vegetação apresenta características atreladas às condições ambientais extremas devido à “ação permanente dos ventos, das marés, da salinidade e das características pedológicas desfavoráveis”. Recobre as planícies e terraços de sedimentos arenosos. Apresenta uma formação arbórea bem desenvolvida, em torno de 20 a 25 metros de altura, onde são encontradas entre outras as seguintes espécies higrófilas: em solos mais úmidos e encharcados, as figueiras (*Ficus spp.*) e o guanandi (*Callophyllum brasiliense*), em solos mais drenados a cupiúva (*Tapirira guianensis*), além da presença marcante de epífitas, lianas e palmáceas em toda esta formação vegetal (RODERJAN; KUNIYOSHI, 1988).

5. Áreas edificadas: tratam-se de áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas (IBGE, 2012). É o conjunto formado pelas áreas residenciais, de serviços, de comércios, infraestruturas urbanas, lazer, entre outros

6. Portuário e Industrial: áreas voltadas ao desenvolvimento de atividades portuárias e atividades de apoio, assim que industriais.

7. Mineração: áreas caracterizadas principalmente pela extração de areia.

8. Solo Exposto, Banco de Areia e Áreas rurais: áreas afetadas por ação humana marcada pela retirada da vegetação, porém sem nenhuma atividade posterior definida ou específica. Esta classe de legenda abrange também as áreas de banco de areia produto da dinâmica do estuário. A área de aterro localizado na porção ao norte do perímetro urbano e áreas rurais foram incluídas.

**Mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal:** O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal foi realizado com base no conjunto de imagens Landsat referente ao recorte temporal de 1985, 2000, 2010 e 2020. Tal foi definido com o objetivo de representar a dinâmica espaço temporal urbana da área de estudo. Esse recorte também considerou a disponibilidade das imagens históricas do satélite Landsat a partir de 1985. Ao mesmo tempo, no que diz respeito ao município de Paranaguá, a década de 1980 representa um momento importante quando se trata de transformações espaciais, posto que naquele período, o estado do Paraná em âmbito nacional, tornava-se importante produtor de soja. Esta realidade fez com que o porto de Paranaguá tornasse o maior exportador de grãos do país. Com este novo papel, houve a necessidade de reformas e ampliação das instalações com a construção de novos armazéns e silos para atender a demanda, obrigando a reconstrução do espaço urbano do entorno, bem como a abertura de novos núcleos residenciais como foi o caso nos bairros de Rocio, Jardim Samambaia, Vila Guarani, Primavera, São Vicente e Divinéia (CANEPARO, 1999).

Um dos métodos de mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal (o mesmo se aplica aos manguezais) consiste em análises de interpretação visual e digitalização na tela. Devido aos resultados gerados, os métodos de interpretação visual são amplamente usados para realizar o mapeamento de ecossistemas (KUENZER et al, 2011).

Por meio da utilização do conjunto dos softwares QGIS Desktop 2.14 Essen e QGIS Desktop 3.16.8 Hannover, foram elaborados quatro planos de informações que, posteriormente, foram transformados em mapas de uso da terra e cobertura vegetal, a partir da interpretação da composição colorida RGB das bandas 3,2,1 para as imagens de 1985, 2000 e 2010 (Landsat 5,

resolução 30 metros) e da composição RGB das bandas 4,3,2 para o ano de 2020 (Landsat 8, resolução 30 metros). O *datum* utilizado foi o SIRGAS 2000, fuso 22S. O mapeamento contou também com o auxílio dos mapas-realizados pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG, atual IAT: Instituto Águas e Terra), referente ao período de 2012 a 2016. O Mapeamento de Uso da terra e Cobertura vegetal foi produzido com base em ortoimagens elaboradas com imagens dos satélites *WorldView-2* e *Pleiades*, com resolução espacial de 2 metros. A data das imagens varia de 2012 a 2016 e foram fornecidas pela COPEL. O mapeamento foi realizado na escala 1:25.000 com escala de visualização em tela de 1:12.500, sendo que a área mínima mapeada foi de 1 ha (hectare) (Geo Catálogo Geonode, 2023). Recorreu-se também ao uso de folhas topográficas elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) na escala 1:25.000. Nesta etapa, também se fez necessário aferições de campo.

De acordo com a resolução das imagens Landsat, bem como, da escala dos mapeamentos utilizados, a resolução espacial<sup>2</sup> de todos os planos de informações gerados, para manipulações e análises, foi de 10 metros e a escala final dos mapas resultantes foi de 1:50.000. Conforme apresenta por Silva (1999), as relações entre as diversas escalas e as faixas de resolução espacial são apresentadas no quadro 8.

QUADRO 9 - ESCALAS DE MAPA VERSUS FAIXA DE RESOLUÇÃO ESPACIAL

Escala do mapa	Faixa de resolução espacial	Resolução espacial ideal
1:10.000	1,5 a 6 m	2,5 m
1:20.000	3 a 12 m	4,2 m
1:30.000	4 a 18 m	7,3 m
1:50.000	7,5 a 30 m	12,7 m
1:75.000	11 a 45 m	17,3 m
1:100.000	15 a 80 m	25,4 m

FONTE: SILVA (1999). Organizado pelo autor (2023).

<sup>2</sup> Resolução Espacial: Está relacionada com a capacidade de cada sensor em detectar os objetos da superfície terrestre. Desta forma, quanto melhor a resolução espacial, menor o objeto distinguível pelo sensor. Define a largura espectral das medidas do sensor (INPE, 2017).



Nesta etapa do processo anteriormente realizado, foram gerados os seguintes planos de informações:

- Uso da terra e cobertura vegetal de 1985;
- Uso da terra e cobertura vegetal de 2000;
- Uso da terra e cobertura vegetal de 2010 e
- Uso da terra e cobertura vegetal de 2020.

**Mapeamento da dinâmica espaço temporal:** A realização da dinâmica espaço temporal decorrentes das alterações pelo qual o perímetro urbano de Paranaguá passou, foi identificada por meio da geração dos planos de informações do uso da terra e cobertura vegetal. Esta etapa foi desenvolvida com a rotina denominada de tabulação cruzada ou “*Crosstab*”, disponível no *software* IDRISI SELVA 17.0. Em termos operacionais, foi realizado um cruzamento entre os diferentes planos de informações de uso da terra e cobertura vegetal. O primeiro cruzamento foi entre os planos de informações de 1985 e 2000. O resultado obtido desta análise serviu de dado de entrada para a realização do próximo cruzamento que, por sua vez, foi realizado com o plano de informação de uso da terra e cobertura vegetal de 2010. Este cruzamento também gerou como resultado um plano de informação que abrangia em sua composição as alterações dos três períodos anteriores. Por fim, este penúltimo, foi cruzado com o plano de informação de uso da terra e cobertura vegetal do ano de 2020.

Obteve-se, como resultado final um plano de informação síntese com as alterações dentro da classe de legenda dos anos 1985, 2000, 2010 e 2020 ou seja, retrata a dinâmica temporal e espacial pelo qual a área de estudo passou. Tendo em vista a avaliação da qualidade ambiental, no entorno dos manguezais urbanos, dentro da área de estudo, procedeu-se a uma reclassificação da legenda, por meio da ferramenta “*Reclass*” do IDRISI SELVA 17.0, que resultou nas classes a seguir:

- Manguezal1985 Manguezal2000 Manguezal2010 Manguezal2020;
- Banco de areia/Aterro1985 Manguezal2000 Manguezal2010 Manguezal2020;
- Manguezal1985 Manguezal2000 Manguezal2010 Áreas Edificadas2020;
- Manguezal1985 Manguezal2000 Áreas Edificadas 2010 Áreas Edificadas 2020;
- Manguezal1985 Áreas Edificadas 2000 Áreas Edificadas 2010 Áreas Edificadas 2020;
- Manguezal1985                      Portuário/Industrial2000                      PortuárioIndustrial2010  
PortuárioIndustrial2020;
- Manguezal1985 Manguezal2000 Solo Exposto2010 Solo Exposto2020 e

- Manguezal1985 Manguezal2000 Solo Exposto2010 Áreas Edificadas 2020
- Outros

Nesta etapa foi gerado como o plano de informação: dinâmica espaço temporal das formações pioneiras com influência flúvio-marinha (manguezal) entre os anos 1985, 2000, 2010 e 2020 no perímetro urbano de Paranaguá.

#### 4.2.5 ETAPA 5: GERAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Esta etapa além de representar a organização para os dados de entradas para os processos subsequentes (Análise Multicritério) também objetivou criar conjunto de planos de informações que mostrasse a ocorrência espacial das variáveis. Para tanto, foi realizado a espacialização das variáveis relativas a:

**1- Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE, 2016):** Em termos conceituais, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentado pelo decreto nº 4.297/2002, e tem como objetivo viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a proteção ambiental (BRASIL, 2002).

Trata-se de um instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas e que estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população (BRASIL, 2002).

O ZEE tem por objetivo geral organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas (BRASIL, 2002).

No caso do Paraná, o ZEE-PR - Litoral foi estabelecido a partir do Decreto Estadual nº 7.750/2010 que dispõe sobre a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico e a criação da Comissão Coordenadora do Programa.

Para fins da presente pesquisa, a legenda adotada abrangeu as classes a seguir (ZEE, 2016):

1. Zona Protegida por Legislação Ambiental Específica (Mata Atlântica, Restinga, Manguezais, Áreas de Proteção Ambiental - APAS, Parques, Estações Ecológicas); se tratam de áreas com cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica que recobre partes da planície costeira, escarpa e morros da Serra do Mar, definindo-se como importante reserva hídrica e da biodiversidade paranaense. Tratam das unidades que já são protegidas por leis existentes.

2. Zona de Proteção dos Mananciais: áreas cuja cobertura vegetal pertence ao bioma Mata Atlântica e que recobre partes da planície costeira, escarpa e morros da Serra do Mar, definindo-se como importante reserva hídrica e na biodiversidade paranaense.

3. Zona de Expansão para UCs de Proteção Integral: encontra-se na transição entre depósitos marinhos e fluviais em ambiente estuarino, com inúmeros canais meandantes sujeitos à influência das marés. Esta zona deve manter-se como área de preservação ambiental, haja vista a fragilidade de seu ambiente e sua importância ecológica. É um ecossistema com grande representatividade de comunidades bióticas e diversidade de espécies, representando significativo berçário marinho.

4. Zona Urbana: distingue-se em três categorias de cidades: portuárias (Antonina e Paranaguá), turísticas, históricas e culturais (Morretes e Guaraqueçaba) e balneárias (Matinhos, Guaratuba e Pontal do Paraná). Característica dominante é a forte tendência para expansão urbana estimulada pela presença dos portos e do turismo de veraneio. Apresentam déficit em saneamento básico, serviços de saúde, educação e moradia.

5. Zona de Desenvolvimento das Terras Ocupadas: são áreas da Planície Costeira com terras que foram ocupadas com atividades antrópicas, distribuídas de forma descontínua.

6. Zona de Desenvolvimento Diferenciado: corresponde a faixa de terras marginais aos eixos viários principais recobertos de forma descontínua por mata atlântica de restinga parcialmente degradada pela intervenção humana, com tendência potencial para expansão urbana, portuária e industrial.

**2-Áreas de Preservação Permanente:** Conforme definição da Lei n. 12.651/2012, Área de Preservação Permanente é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. As Áreas de Proteção Permanentes (APP) foram especializadas considerando as categorias de:

1. APP de nascentes, - com um buffer de 50 m;
2. APP de rios – com um buffer de 30 m;

### 3. APP de mangues.

#### 4.2.6 ESPACIALIZAÇÃO DE VARIÁVEIS DOS SETORES CENSITÁRIOS DO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010)

De acordo com o IBGE (2010):

O setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa, do quadro urbano e rural legal e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta (IBGE, 2010).

A primeira variável do IBGE espacializada foi a Renda média por domicílio. Os dados referentes a essa variável foram classificados levando em conta a Renda média por domicílio. A base para classificação dos dados referentes a renda levou em consideração o salário-mínimo vigente no ano do Censo de 2010, cujo valor era de R\$ 510,00. Para cada setor censitário dividiu-se a renda pelo salário mínimo. Os dados obtidos foram agrupados em 5 em classes:

- 1: 0 - 2 Salário Mínimo;
- 2: 2 - 4 Salário Mínimo;
- 3: 4 - 6 Salário Mínimo;
- 4: 6 - 8 Salário Mínimo;
- 5: > 8 Salário Mínimo.

A segunda variável espacializada foram os Domicílios Particulares Permanentes que, segundo o IBGE, são aqueles construídos para servir, exclusivamente, à habitação e, na data de referência (2010), tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas. Para a representação dos dados referentes a esta variável, optou-se por trabalhar com a densidade demográfica. Para tanto, recorreu-se a razão entre o número de habitantes por setor censitário pelo tamanho da área ocupada (em hectares) do setor censitário correspondente. Os dados obtidos foram agrupados e a legenda adotada foi apresentada conforme a seguir:

1. 0 a 20 hab/ha;
2. 20 a 40 hab/ ha;
3. 40 a 60 hab/ ha;
4. 60 a 80 hab/ ha;
5. 80 a 100 hab/ ha;
6. >100 hab/ ha.

As últimas variáveis espacializadas foram Domicílios Com Coleta De Esgoto E Domicílios Com Lixo Coletado, cujas definições elaboradas pelo IBGE são:

O tipo de esgotamento sanitário do banheiro ou sanitário do domicílio particular permanente pode ser classificado como:

Rede geral de esgoto ou pluvial - quando a canalização das águas servidas e dos dejetos, proveniente do banheiro ou sanitário, estava ligada a um sistema de coleta que os conduzia a um desaguadouro geral da área, região ou município, mesmo que o sistema não dispusesse de estação de tratamento da matéria esgotada;

O destino do lixo proveniente do domicílio particular permanente foi pode ser classificado como:

Coletado:

Diretamente por serviço de limpeza - quando o lixo do domicílio era coletado diretamente por serviço de empresa pública ou privada; ou em caçamba de serviço de limpeza - quando o lixo do domicílio era depositado em uma caçamba, tanque ou depósito, fora do domicílio, para depois ser coletado por serviço de empresa pública ou privada IBGE (2010).

Para definir e indicar as variáveis Domicílios Com Coleta De Esgoto E Domicílios Com Lixo Coletado, foi adotado para a elaboração da legenda o mesmo padrão, agrupar os dados do Censo de 2010. No que diz respeito ao esgoto, recorreu-se à Razão entre o número de domicílios particulares permanentes com banheiro e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto e o total de domicílios particulares permanentes. Para a coleta de lixo, foi realizada a Razão entre o número de domicílios particulares permanentes com lixo coletado e o total de domicílios particulares permanentes. Os resultados finais de cada etapa foram multiplicados por 100. A legenda final adotada foi:

1. 0 - 20%;
2. 20 – 40%;
3. 40 – 60%;
4. 60 – 80%;
5. 80 - 100%.

Com base no Plano Diretor De Desenvolvimento Integrado De Paranaguá (PDDI) e Zoneamento Urbano (Lei 296/2022) do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) de 2020 foram levantadas as zonas que têm capacidade de subsidiar as análises dentro da área de estudo, sendo:

- Zona de Desenvolvimento Econômico (ZDE): caracteriza-se por glebas desocupadas ou ocupadas parcialmente, servidas por importante rede viária, aptas à ocupação por atividades industriais, de comércio e serviços de grande porte e retroportuárias, que apresentam potencial de incômodo ao uso residencial. O uso e ocupação da ZDE deve estar em conformidade com a legislação ambiental federal, estadual e municipal (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) : definida pelo Poder Executivo e caracteriza-se por áreas reservadas para fins específicos, com normas próprias, para promover a regularização fundiária de assentamentos irregulares, a realocação de moradores, quando necessária, a produção de novos núcleos habitacionais de interesse social, a recuperação de imóveis precários ou deteriorados, a recuperação e/ou estruturação urbanística dos assentamentos existentes, a implantação de infraestruturas, equipamentos urbanos e serviços públicos, bem como para fazer cumprir a função social da propriedade (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona de Controle Ambiental (ZCA): caracterizadas por áreas compostas por atividades que apresentam risco potencial à conservação e à qualidade ambiental, e por áreas destinadas à preservação ambiental, sendo necessário monitoramento permanente (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona de Restrição à Ocupação (ZRO): caracteriza-se pela existência de áreas com atributos naturais que exigem tratamento especial devido a seu potencial paisagístico e ambiental (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona de Fundo de Vale (ZFV): caracteriza-se por área destinada prioritariamente à proteção dos cursos d'água, compreendendo as matas ciliares, áreas de preservação permanente (APPs) (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona do Porto Organizado (ZPO): constituída pelo Porto Organizado de Paranaguá, em conformidade com sua lei específica, e se caracteriza pelo uso prioritário e preponderante de atividades portuárias e correlatas, com potencial de impacto ambiental e urbano significativos (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona Retro Portuária (ZRP): caracteriza-se por áreas contínuas à Zona do Porto Organizado e ao Pátio de Manobras Ferroviárias, bem como pelo uso prioritário e preponderante de atividades retroportuárias e correlatas, com potencial de impacto ambiental e urbano significativos (PARANAGUÁ, 2022).

Zona de Expansão Portuária (ZEP): caracteriza-se por área ao norte do perímetro urbano, livre de ocupação, que apresenta potencial para abrigar atividades portuárias e similares. A ocupação é sujeita a elaboração de planos específicos de urbanização e que garantam a continuidade do sistema viário municipal, em conformidade com a legislação municipal pertinente (PARANAGUÁ, 2022).

#### 4.2.7 ETAPA 6: APLICAÇÃO DE ROTINAS DE APOIO À DECISÃO ANÁLISE MULTICRITÉRIO (COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA)

A Combinação Linear Ponderada é um procedimento que consiste na padronização de fatores em uma escala numérica comum, seguido da atribuição de pesos e combinação através de uma média ponderada que resulta em um mapa de prioridades (EASTMAN, 2001).

A partir do uso do *Software* IDRISI SELVA 17.0, a análise multicritério foi realizada com o auxílio da rotina denominada “*Multi Criteria Evaluation (MCE)*” que possibilita uma avaliação e agregação de critérios. No caso da pesquisa, recorreu-se dentro do conjunto de técnicas de MCE disponíveis à rotina denominada de Combinação Linear Ponderada. Isto porque a Combinação Linear Ponderada é um método que se baseia na agregação de múltiplas variáveis e permite, após a padronização e ponderação das variáveis, a compensação entre os fatores selecionados, de acordo com o peso ou grau de importância. Antes de passar a sua realização propriamente dita, alguns passos anteriores são importantes a executar, sendo: padronização *Fuzzy* e ponderação.

Dentro do conjunto de variáveis que foram levantados na pesquisa com base em: referencial teórico, conhecimento área de estudo e contribuição da ciência geográfica, cinco variáveis foram selecionadas e passaram a ser dados de entrada. As outras variáveis do ZEE, APP, PDDI e NDVI serviram de base para realizar análises complementares pertinentes para o alcance dos resultados da pesquisa.

Para tanto, foram utilizadas nesta etapa:

- Uso da terra e cobertura vegetal;
- Renda média por domicílio;
- Domicílios com coleta de esgoto;
- Domicílios com lixo coletado;
- Domicílios particulares permanentes.

Após a escolha das variáveis (critérios) para realizar as análises e devido à multiplicidade das fontes e unidades de medidas dos mapas, tornar-se necessário realizar uma padronização dos mesmos. A padronização tem como objetivo realizar um tratamento das variáveis para que estes se tornem compatíveis com uma mesma escala de medição. Na presente pesquisa, o processo de padronização foi realizado pelo método *Fuzzy*.



Padronização dos critérios pelo modelo probabilístico *Fuzzy* visa possibilitar a criação de um ambiente de integração de todos os dados levantados em uma mesma unidade de medida ou escala. Neste sentido, a padronização pode então ser realizada em intervalo em nível de *bytes* (0 a 255), a partir do uso das funções *Fuzzy* de pertinência a conjuntos específicos de cada variável, de acordo com critérios estabelecidos. A padronização *Fuzzy* por meio do uso do software IDRISI oferece quatro funções de pertinência conforme apresentado por Eastman (2009):

- Sigmoidal (s-shaped): demanda nas posições ao longo do eixo X, de 4 pontos de inflexão que definem a forma da curva, sendo representados pelos são indicadas como pontos a, b, c e d. Essa função assume diversas formas como: a monotonicamente crescente, em que sobe de 0 a 1 sem queda; monotonicamente decrescente, começa no 1 depois cai e fica no 0 e, por fim, simétricas caracterizadas por subir ou cair novamente (FIGURA 15 – A, B, C, D).
- J-Shaped: trata-se de uma função que tende a 0, mas só o alcança no infinito. Neste sentido, a inflexão representada nos pontos a e d indicam os pontos em que a função atinge o valor de 0,5 em vez de 0 (FIGURA 15 – E, F, G, H).
- Linear: usada predominantemente em dispositivos eletrônicos, em parte devido sua simplicidade (FIGURA 15 – I, J, K, L).
- Definidos pelo usuário: quando a relação entre o valor e a pertinência não segue as três funções apresentada anteriormente, a função definida pelo usuário é mais aplicável.

Na presente pesquisa, a padronização *Fuzzy* foi norteada em sua valoração com base nos objetivos da pesquisa, de tal forma que 0 indica áreas com baixa qualidade ambiental e 255 as áreas com maior qualidade ambiental. Importante frisar que houve também valores intermediários entre o 0 e 255. A padronização se fundamentou nas referências bibliográficas levantadas ao longo da pesquisa conforme apresenta no referencial teórico e etapas 1 e 2 e anexos 2 e 3 que nortearam os valores e funções adotados. Assim, foram utilizadas para fins de padronização *Fuzzy* para variáveis (critérios) as funções listadas abaixo:

- Uso da Terra e Cobertura Vegetal: Função Sigmoidal Crescente (0 a 255);
- Renda média por domicílio: Função Sigmoidal Crescente (25 a 225);
- Domicílios com coleta de esgoto: Função Linear Crescente (0 a 175);
- Domicílios com lixo coletado: Função Linear Crescente (0 a 175);
- Domicílios particulares permanentes: Função Sigmoidal Crescente (25 a 255).

O desenvolvimento desta etapa resultou na geração dos planos de informação:

- Fuzzy Domicílios com esgoto coletado;

- Fuzzy Domicílios com lixo coletado;
- Fuzzy Renda média por domicílio;
- Fuzzy Uso da terra e Cobertura Vegetal e
- Fuzzy Domicílios particulares permanentes

Encerrada a fase de padronização *Fuzzy*, passou-se para a ponderação das variáveis (atribuição de pesos). Esta parte da premissa que as variáveis interagem umas sobre a outras e desta interação resultará as áreas com menor ou maior qualidade ambiental. No entanto, as variáveis não interagem de forma igualitária umas sobre as outras, ou seja, determinadas variáveis têm influência mais expressiva em relação as demais.

O processo de atribuição de pesos se baseou no PROCESSO ANALÍTICO HIERÁRQUICO (*ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS - AHP*) concebido por Saaty (1980) disponível no software IDRISI por meio da rotina Peso (*Weight*). Esta técnica realiza uma comparação pareada entre os critérios em análises ao atribuir um peso a cada um deles. Objetiva definir a importância relativa de cada uma das variáveis que passarão posteriormente pela Combinação Linear Ponderada.

A técnica AHP combina os diversos critérios ao atribuir para cada um peso e ponderar a participação individual no processo. Isto resulta em pesos finais de importância relativa para cada critério. A principal vantagem da sua aplicação é poder propiciar a possibilidade de refazer o cálculo dos pesos repetidas vezes, posto que o método gera simultaneamente os novos pesos e razão de consistência (CR Consistency Ratio) alertando o usuário sobre possíveis erros (EASTMAN, 1998; PINTO, 2015).

Neste sentido, os quadros 9 e 10 objetivam apresentar as escalas previamente definidas de valores a serem atribuídos por meio da técnica AHP, destinada à ponderação dos pesos proposta por Saaty (1980).

QUADRO 10 - ESCALA DE VALORES AHP PARA COMPARAÇÃO PAREADA.

<b>Grau de importância</b>	<b>Características</b>
1	Importância igual - os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada - um fator é ligeiramente mais importante que o outro
5	Importância essencial - um fator é claramente mais importante que o outro
7	Importância demonstrada - Um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema - A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível
2,4,6,8	Valores intermediários entre julgamentos - possibilidade de compromissos adicionais

FONTE: Adaptado de Saaty (1980)

QUADRO 11 - ESCALA DE COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Muito	Fortemente	Pouco	Igual	Pouco	Fortemente	Bastante	Extremamente
<b>MENOS IMPORTANTE</b>					<b>MAIS IMPORTANTE</b>			

FONTE: Adaptado de Eastman (2001).

Na presente pesquisa, a ponderação levou em consideração a importância que cada um tem como condicionante que influencia o padrão de qualidade ambiental do perímetro urbano de Paranaguá, sendo que:

- Para a variável de uso da terra e cobertura vegetal de 2020 foi atribuído maior peso, posto que este retrata o diagnóstico do uso da terra vigente no período, bem como, o tipo de vegetação e a extensão da sua cobertura vegetal. Neste sentido, acrescenta-se ainda que um elemento adicional que norteou a atribuição do peso foi um importante papel que desempenha a presença e permanência da vegetação ainda mais quando se trata de áreas urbanas.
- A variável de Domicílios particulares permanentes ficou em segundo lugar recebendo um peso menor em relação ao uso da terra e cobertura vegetal de 2020 e maior em relação aos planos de informação subsequentes por se tratar de uma variável que aponta a concentração ou densidade de domicílios presentes em cada setor censitário e, por consequente, indica a pressão populacional em áreas no entorno dos manguezais.
- A variável domicílios com lixo coletado apresenta como principal informação a quantidade de residências que tem o lixo coletado, seja, que tem o devido destino para os resíduos gerados. Os resíduos sólidos produzidos em áreas contíguas aos manguezais têm um

outro papel que compromete a qualidade dos manguezais. Estes geralmente são utilizados como uma "matéria prima" no processo de aterrar os manguezais e continuar assim a expansão urbana rumo ao ecossistema.

- Domicílios com lixo esgoto coletado retrata quais áreas com atendimento de coleta de esgoto doméstico. O esgoto não coletado tanto no perímetro urbano como um todo e, especificamente, nas áreas próximas aos manguezais representa importante ameaça a qualidade ambiental tanto dos solos, águas como manguezais. Isto porque o esgoto carrega uma quantidade importante de substâncias nocivas tanto para a saúde humana como ao meio ambiente e que no caso de despejo em corpos d'água pode causar o processo de eutrofização

- Por fim, Renda média por domicílio, ficou com menor peso. Trata-se de uma variável que retrata o nível econômico das populações que residem na área de estudo. É uma variável dinâmica que depende da disponibilidade de empregos e remuneração para as diferentes camadas da população, bem como, de um mercado imobiliário que consiga atender o poder aquisitivo desta população no que diz respeito à disponibilidade e localização de imóveis a comprar.

Conforme apresentado no quadro 11, as variáveis analisadas foram organizadas na matriz de comparação pareada disponível no software IDRISI SELVA módulo WEIGHT, resultando em pesos finais de influência individual e na razão de consistência de 0,05.

QUADRO 12 - DETERMINAÇÃO DOS PESOS DE IMPORTÂNCIA RELATIVA PARA QUALIDADE AMBIENTAL

	<b>Uso da terra e cobertura vegetal</b>	<b>Domicílios com esgoto coletado</b>	<b>Domicílios com lixo coletado</b>	<b>Domicílios particulares permanentes</b>	<b>Renda</b>
Uso da terra e cobertura vegetal	1				
Domicílios com esgoto coletado	1/5	1			
Domicílios com lixo coletado	1/3	2	1		
Domicílios particulares permanentes	1	3	2	1	
Renda	1/5	1/3	1/3	1/3	1

FONTE: Organizado pelo autor (2023).

Para tanto, como resultado os pesos foram:

1. Uso do solo e Cobertura Vegetal (peso 0,3888)
2. Domicílios particulares permanentes (0,2890)
3. Domicílios com lixo coletado (0,1583)
4. Domicílios com coleta de esgoto (0,1060)
5. Renda média por domicílio (0,0579)

Após concluir as etapas anteriores e relativas ao processo de padronização pela técnica *Fuzzy* (valoração contínua de 0 a 255 bytes) e a definição dos pesos dos critérios (ponderação) por meio da AHP da matriz de Saaty, foi iniciado o processo de agregação entre todos os critérios selecionados para a análise por meio do método de compensação, Combinação Linear Ponderada (*Weighted Linear Combination – WCL*), presente no módulo de Avaliação por Múltiplos Critérios (*Multi Criteria Evaluation – MCE*).

Neste método, os pesos dos fatores usados expressam a importância relativa de cada critério e determinam como os fatores são compensados entre si. O programa multiplica cada fator por seu peso correspondente somando a seguir os resultados. A Combinação Linear Ponderada se caracteriza pela combinação dos critérios levando-os a um risco médio dentro do Espaço de Decisão Estratégica, pois está exatamente entre o processo de minimização (AND) e de maximização (OR) do risco no processo decisório (EASTMAN, 1998).

#### 4.2.8 ETAPA 7: OBTENÇÃO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)

No caso específico do manguezal, com base no referencial teórico apresentado no capítulo de referencial teórico intitulado “**SENSORIAMENTO REMOTO COMO FERRAMENTA DE MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DO MANGUEZAL**”, optou-se por trabalhar com o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). Alguns procedimentos metodológicos antecederam o cálculo do NDVI em si conforme apresentado a seguir:

**Reprojeção das imagens para o datum da pesquisa:** O procedimento foi realizado por meio da ferramenta “Reprojetar camada” disponível no *software* QGIS 3. 16. As imagens Landsat 8 OLI referentes das bandas 4 (Red) e bandas 5 (Near Infrared), do ano de 2020, foram reprojetadas para o *datum* SIRGAS 2000 fuso 22S.

**Conversão para radiância e refletância no topo da atmosfera:** Os dados do Landsat podem ser reescalados para a refletância e/ou radiância do topo da atmosfera (TOA) usando os coeficientes de reescalonamento radiométrico fornecidos no arquivo de metadados das imagens adquiridas. As etapas desenvolvidas se basearam no documento intitulado " *Using the USGS Landsat Level-1 Data Product* " e desenvolvido pela *Landsat Missions, U.S. Geological Survey* (2023)<sup>3</sup>. Para tanto, foi realizado (USGS, 2023):

- **Conversão para radiância no topo da atmosfera:** Para as bandas utilizadas na presente pesquisa, a radiância espectral no topo da atmosfera foi calculada segundo a fórmula:

$$L\lambda = MLQ_{cal} + AL, \text{ onde:}$$

$L\lambda$  = Radiância espectral no topo da atmosfera;

$ML$  = fator de reescalonamento multiplicativo específico da banda (Dado disponível nos metadados das imagens: `RADIANCE_MULT_BAND_x`, em que  $x$  é o número da banda);

$AL$ =Fator de reescalonamento aditivo específico da banda a partir dos metadados (`RADIANCE_ADD_BAND_x`, em que  $x$  é o número da banda);

$Q_{cal}$  = corresponde ao número digital para cada pixel (DN).

- **Conversão para refletância no topo da atmosfera:** No que diz respeito à refletância planetária no topo da atmosfera ( $\rho\lambda'$ ), esta foi calculada a partir da fórmula

$$\rho\lambda' = MpQ_{cal} + Ap \text{ onde:}$$

$\rho\lambda'$  = refletância planetária no topo da atmosfera, sem correção para o ângulo solar.  $\rho\lambda'$  não contém uma correção para o ângulo do sol;

$Mp$ =Fator de reescalonamento multiplicativo específico da banda (`REFLECTANCE_MULT_BAND_x`, em que  $x$  é o número da banda);

$Ap$  = Fator de reescalonamento aditivo específico da banda (`REFLECTANCE_ADD_BAND_x`, em que  $x$  é o número da banda);

$Q_{cal}$  = corresponde ao número digital para cada pixel (DN).

- **A refletância no topo da atmosfera com uma correção para o ângulo do sol foi calculo usando:**

$$\rho\lambda = \rho\lambda' \cos(\theta_{SZ}) = \rho\lambda' \sin(\theta_{SE}) \text{ onde:}$$

$\rho\lambda$ = refletância planetária no topo da atmosfera;

$\theta_{SE}$  = Ângulo de elevação do sol local. O ângulo de elevação do sol no centro da cena em graus é fornecido nos metadados (`SUN_ELEVATION`);

$$\theta_{SZ} = \text{Ângulo zenital solar local; } \theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}.$$

---

<sup>3</sup> Disponível em [Using the USGS Landsat Level-1 Data Product | U.S. Geological Survey](#)

**Cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI):** um índice espectral é uma equação que combina valores de pixel de duas ou mais bandas espectrais em uma imagem multiespectral usando vários algoritmos, principalmente focados na proporção de bandas ou na escala de recursos (por exemplo, algoritmos normalizados ou padronizados). Os índices espectrais são calculados para destacar pixels em uma imagem que não apenas mostram a abundância relativa de uma cobertura de terra de interesse, mas também enfatizam uma função de ecossistema. Eles apresentam melhor sensibilidade do que as bandas espectrais individuais para a detecção de assinatura espectral (XUE e SU, 2017; TRAN, REEF e ZHU, 2022).

**O NDVI foi calculado conforme Rouse et al (1974) com a fórmula:**

$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ , onde:

NIR é a refletância da luz infravermelha próxima (banda 5 em imagens Landsat 8);

RED é a refletância da luz vermelha (banda 4 em imagens Landsat 8).

No presente estudo, por meio da utilização do software Quantum GIS Desktop 3.16.8 Hannover, o NDVI foi aplicado para as imagens Landsat referente ao ano de 2020 que apresentaram as seguintes características: Imagem Landsat 8 Operational Land Imager – OLI. Foram utilizadas as bandas 4 (vermelho - *Red*) e bandas 5 (Infravermelho próximo - *Near Infrared*) referente ao ano de 2020 de resolução espacial de 30 m. As bandas tiveram respectivamente como resolução radiométrica banda 4 (0.63 – 0.67  $\mu m$ ) e banda 5 (0.85 – 0.88  $\mu m$ ).

$$NDVI = (B5 - B4) / (B5 + B4)$$

O NDVI combina essas características de refletância em uma proporção, portanto, é um índice relacionado à capacidade fotossintética. A faixa de valores obtidos está entre -1 e +1. Somente valores positivos correspondem a zonas vegetadas; quanto maior o índice, maior o conteúdo de clorofila do alvo.

#### 4.2.9 ETAPA 8: PLANOS DE INFORMAÇÕES RESULTANTES- MANIPULAÇÕES, CRUZAMENTOS E ANÁLISES

Esta etapa trata da manipulação, cruzamento e análise dos planos de informações gerados acima, com vistas a validar ou invalidar a hipótese dessa tese: Para tanto, os cruzamentos e análises foram realizados entre:

- Plano de informação do Uso da Terra e Cobertura Vegetal (2020) X Plano de informação Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI)



- Plano de informação do Uso da Terra e Cobertura Vegetal (2020) X Plano de informação do Zoneamento Ecológico-Econômico (2016)
- Plano de informação do Uso da Terra e Cobertura Vegetal (2020) X Plano de informação das Áreas de Proteção Permanente
- Plano de informação do NDVI X Plano de informação da Análise Multicritério

Para espacializar e precisar a localização das manipulações, cruzamentos e análises acima, foi utilizado o Plano de informação dos bairros de Paranaguá.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo apresenta os resultados que serviram de base para a comprovação da hipótese e suas respectivas discussões, para tal será estruturado conforme apresentado a seguir:

**1. Mapeamentos de usos da terra e cobertura vegetal de 1985, 2000, 2010 e 2020:** nesta etapa, são apresentados os resultados relativos à evolução da ocupação urbana dentro da área de estudo durante o período de análise de 1985 a 2020. Esses resultados tratarão de mostrar o processo histórico do desenvolvimento, ocupação e organização espacial dentro do perímetro urbano de Paranaguá.

**2. Mapeamento do avanço da antropização nas formações pioneiras com influência flúvio marinha – manguezal (1985, 2000, 2010, 2020) :** nesta etapa, o foco da análise se direciona para a forma como os manguezais foram se alterando na paisagem dentro do período analisado (1985, 2000, 2010, 2020).

**3. Dinâmica espaço temporal:** Esta etapa apresenta os resultados obtidos no processamento da dinâmica espaço temporal para verificação das alterações que ocorreram na área de estudo dentro do recorte temporal (1985, 2000, 2010 e 2020).

**4. Análise multicritério (Combinação Linear Ponderada):** esta etapa é direcionada a apresentar o resultado decorrente da rotina de combinação linear ponderada das variáveis utilizadas para realizar a avaliação da qualidade ambiental da área de estudo para o ano de 2020.

**5. Instrumentos de ordenamento territorial:** esta etapa apresenta os resultados do mapeamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal junto ao Zoneamento do Plano Diretor referente ao perímetro urbano de Paranaguá; Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), Áreas de Proteção Permanente (APPs) cujos resultados auxiliaram na comprovação da hipótese dessa tese.

**6. Análise multicritério (Combinação Linear Ponderada) e instrumentos de ordenamento territorial:** esta etapa tratará de apresentar os resultados referentes ao cruzamento entre o mapeamento da qualidade ambiental e Plano Diretor, Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), Áreas de Proteção Permanente (APPs).

**7. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI):** serão apresentados os resultados das manipulações, cruzamentos e análises entre o e mapeamentos do Uso da Terra e Cobertura Vegetal, Plano de Desenvolvimento Integrado (PDDI), Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) e Áreas de Preservação Permanentes (APPs).

#### 5.1 MAPEAMENTOS DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL DE 1985, 2000, 2010 E 2020

De acordo com os dados apresentados na tabela 4 e figura 8, observou-se ao longo do período em análise (1985, 2000, 2010 a 2020) uma configuração no padrão de uso da terra liderado em termos decrescentes pelas classes de Áreas Edificadas, Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga) e Portuário e Industrial que concentram cerca de 84% das classes de uso da terra dentro do perímetro urbano. Essas classes concentraram em termos percentuais, respectivamente, 81,63% em 1985, 81,36% em 2000, 81,88% em 2010 e 84,00% em 2020 do total das classes de uso da terra e cobertura vegetal.

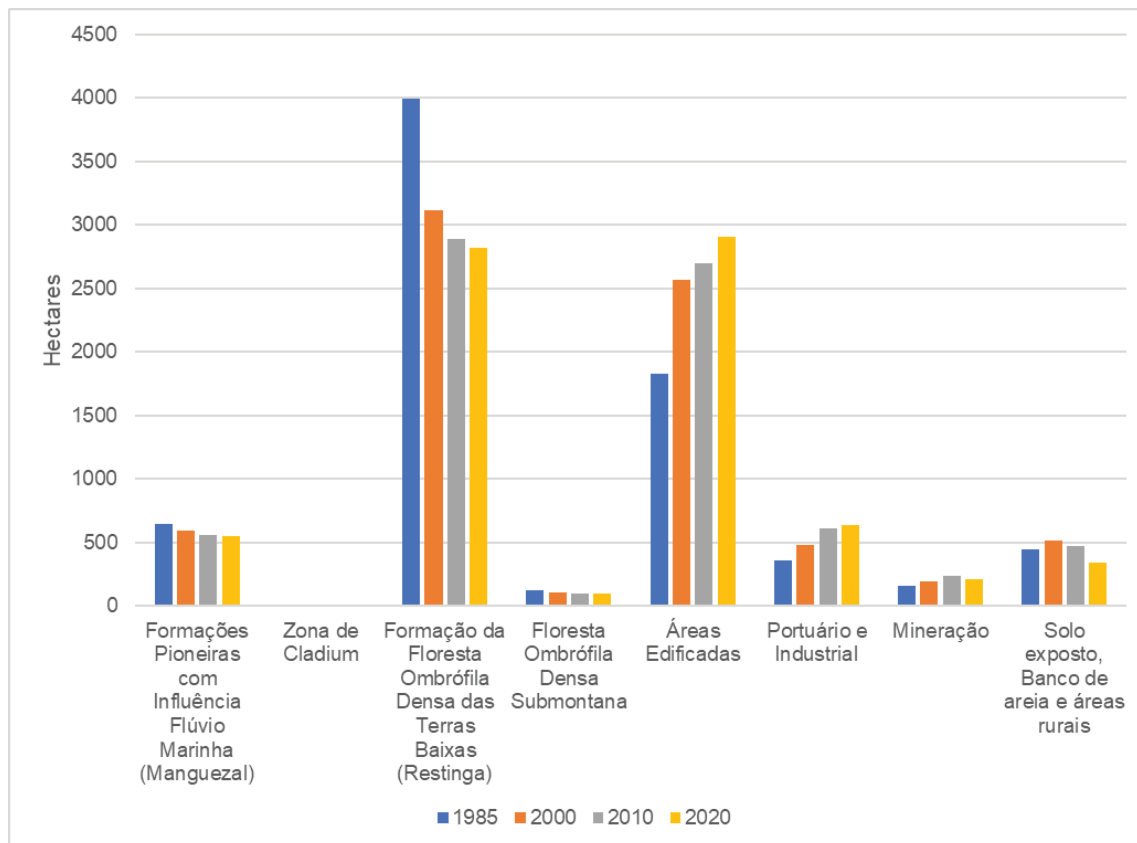
No mesmo tempo, dentro dessas três classes de maior representatividade, observou-se uma tendência de queda que se aplicou especificamente à classe de "Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga)", sendo que as classes de "Áreas Edificadas e "Portuário e Industrial" foram as que obtiveram um aumento expressivo durante o período analisado. Considerando a série histórica analisada e o conjunto de todas as classes de uso mapeadas, a classe de restinga perdeu expressiva área.

TABELA 4 - USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ  
(1985, 2000, 2010, 2020)

Classes	1985		2000		2010		2020	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Formações Pioneiras com Influência Flúvio Marinha (Manguezal)	650,63	8,59	593,12	7,83	563,79	7,44	552,26	7,29
Zona de Cladium	5,49	0,07	4,32	0,06	3,93	0,05	3,47	0,05
Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga)	3997,43	52,77	3114,13	41,11	2889,46	38,14	2819,19	37,22
Floresta Ombrófila Densa Submontana	125,02	1,65	108,12	1,43	101,39	1,34	100,61	1,33
Áreas Edificadas	1829,31	24,15	2564,71	33,86	2701,03	35,66	2906,65	38,37
Portuário e Industrial	356,54	4,71	483,75	6,39	611,92	8,08	637,03	8,41
Mineração	162,51	2,15	191,35	2,53	234,83	3,10	211,23	2,79
Solo Exposto, Banco de Areia e Áreas rurais	448,34	5,92	515,77	6,81	468,92	6,19%	344,83	4,55
<b>TOTAL</b>	<b>7575,27</b>	<b>100</b>	<b>7575,27</b>	<b>100</b>	<b>7575,27</b>	<b>100</b>	<b>7575,27</b>	<b>100</b>

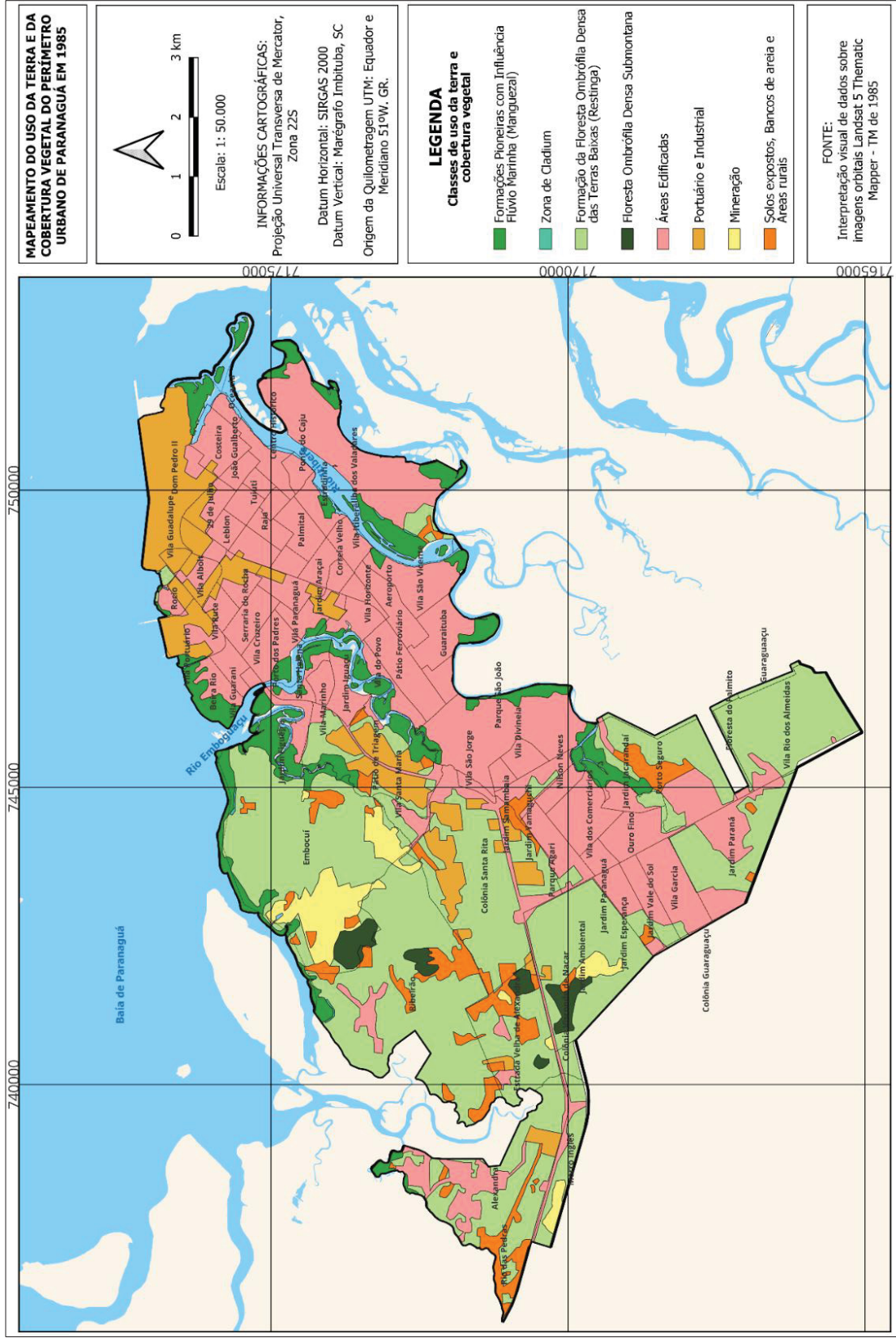
FONTE: Planos de informações do Uso da Terra e Cobertura Vegetal no Perímetro urbano de Paranaguá (1985, 2000, 2010 e 2020).

FIGURA 8 - USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ  
(1985, 2000, 2010, 2020)



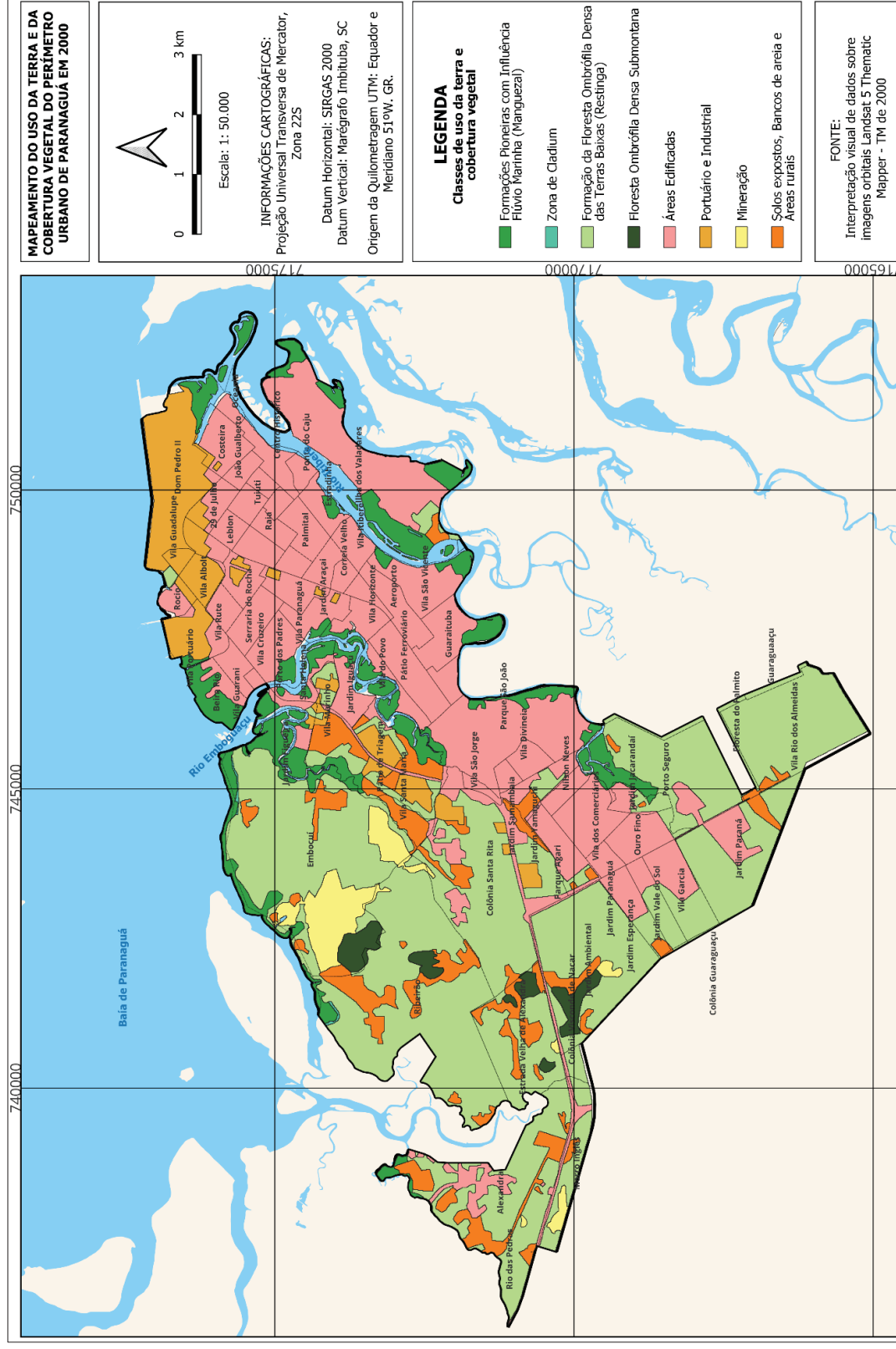
FONTE: Planos de informações do Uso da Terra E Cobertura Vegetal o Perímetro Urbano de Paranaguá (1985, 2000, 2010 e 2020).

FIGURA 9 - MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 1985



FONTE:O autor (2023)

FIGURA 10 - MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 2000



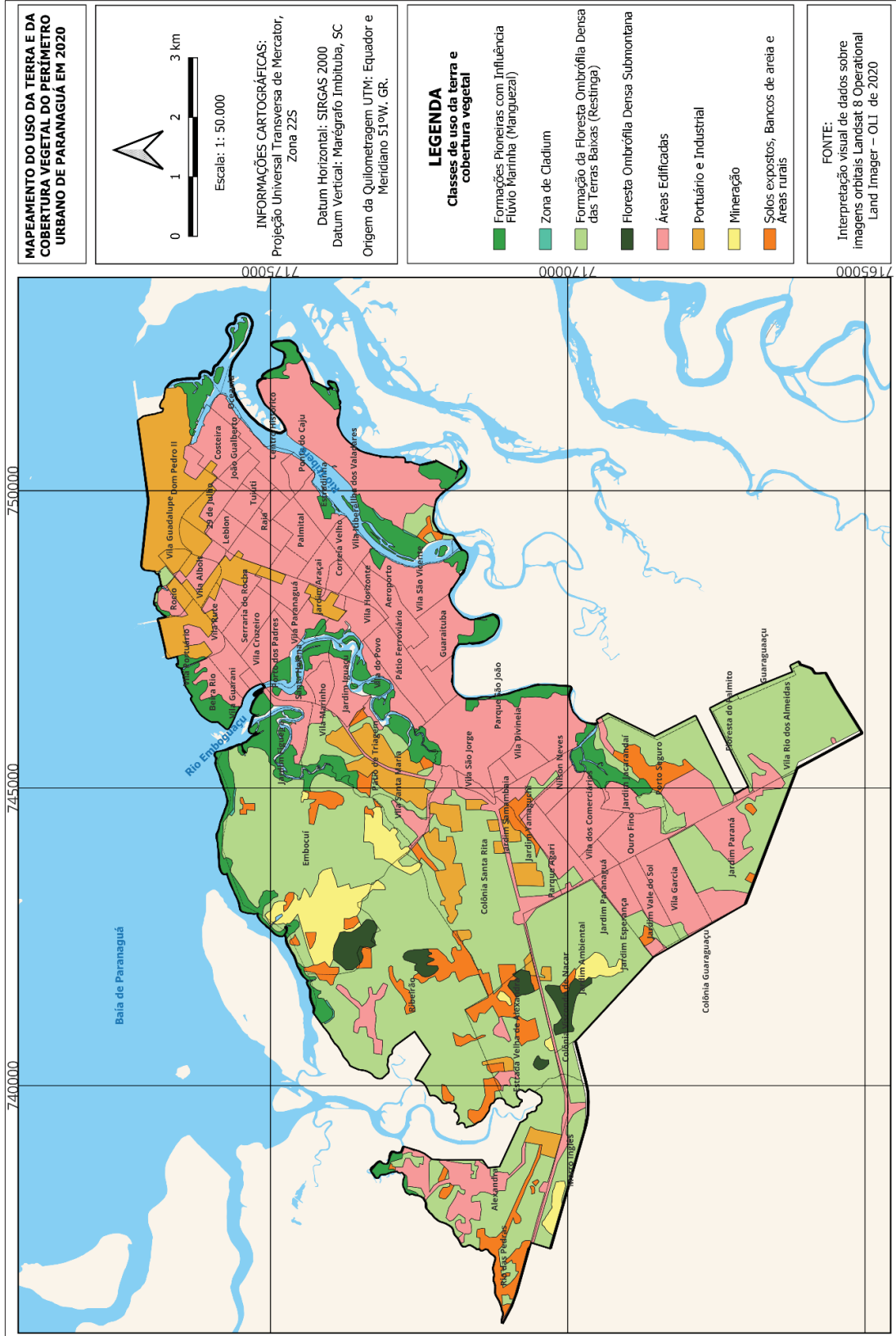
FONTE: O autor (2023)







FIGURA 12 - MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 2020



FONTE: O autor (2023)

### **Classe 1: Formações Pioneiras com Influência Flúvio Marinha (Manguezal)**

Conforme anteriormente apresentado nas figuras 09, 10, 11 e 12, esta formação vegetal se localiza nas margens da baía de Paranaguá e dos principais rios (Itiberê, Emboguaçu e Emboguaçu Mirim) especificamente em suas desembocaduras para o mar. Ao longo da série histórica analisada a representatividade das áreas abrangidas por esta classe teve uma queda passando, respectivamente de 8,59 % em 1985, 7,83% em 2000, 7,44% em 2010 para finalmente chegar a 7,29% em 2020.

Em termos espaciais com base nos mapeamentos do Uso da Terra e Cobertura Vegetal figuras 09, 10, 11 e 12 e o mapa de localização dos bairros (figura 5), a porção norte da área de estudo apesar de ter um perfil mais voltado para a atividade Portuário e Industrial também teve uma ocupação que mesclou o uso da classe de Áreas Edificadas e Portuária/Industrial Na porção localizada ao oeste do porto, em 1985 existia uma área formada pela vegetação de manguezal. No entanto, esta área foi sendo substituída aos poucos pela classe de Áreas Edificadas, especificamente, por uso residencial e de serviços, conforme apresentado no mapeamento dos anos posteriores. Destaca-se a ocupação dos bairros Beira Rio, Vila Portuária. Na região central, observou uma alteração na classe dos manguezais em partes das áreas dos bairros Porto dos Padres, Jardim Araça, Emboguaçu, Vila do Povo. Na porção leste do perímetro urbano, a ocupação foi observada nos bairros Guaraituba, Vila São Vicente e Estradinha.

A ocupação urbana que gerou alteração na classe dos manguezais, na porção norte que se acentuou conforme apresentado na série histórica. Estas áreas conforme expostas em Caneparo (1999) foram classificadas como de Franjas Insalubres, tendo como principal característica servir de moradias para população desempregada, de baixo poder aquisitivo e que vivem em condições precárias.

### **Classe 2: Zona de Cladium**

Esta cobertura vegetal apresentou uma queda na área de estudo ao longo da série histórica, conforme apresentado nas figuras 09, 10, 11 e 12. Trata-se de uma vegetação de transição entre a vegetação do ecossistema de manguezal e restinga. Por se tratar de uma área de transição, a perda da sua cobertura vegetal se deu por meio de transformação em áreas Edificadas.

### **Classe 3: Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga)**

Conforme apresentado nas figuras 09, 10, 11 e 12, esta classe apresentou uma dupla configuração. De um lado, representou uma das principais classes de Uso da Terra e Cobertura Vegetal na área de estudo, passando, respectivamente, de 52,77% em 1985, 41,11% em 2000,

38,14% em 2010 e 37,22% em 2020 e, por outro lado, foi a classe que mais perdeu em termos de vegetação. Uma parte importante desta cobertura vegetal se perdeu entre o período de 1985 a 2000. Este padrão seguiu para os anos posteriores, mas em menor proporção.

Observou-se também um processo de fragmentação desta classe que passou a ver suas áreas sendo convertidas nas demais classes mapeadas (Portuária/Industrial e Solo Exposto), em especial para a classe de Áreas Edificadas que, por sua vez, passou a se desenvolver tanto em áreas já ocupadas e consolidadas, como em novos espaços.

Em termos espaciais, a fragmentação desta classe seguiu o padrão de ocupação urbana, seja, parte significativa da perda desta cobertura vegetal foi transformada em classe de áreas edificadas, por meio de surgimento de novos loteamentos. Uma relevante alteração na cobertura vegetal foi observada também nas áreas localizadas nos bairros de Jardim Samambaia, Vila Divinéia, Vila São Jorge, Guaraituba, Vila São Vicente e em Ilha dos Valadares.

#### **Classe 4: Floresta Ombrófila Densa Submontana**

Conforme apresentado nas figuras 09, 10, 11 e 12ª classe, analisando o conjunto da série histórica, perdeu em extensão, passando em termos de representatividade, de 1,65% em 1985 para 1,33% em 2020. Em termos espaciais, ela está localizada nas encostas dos morros isolados, no setor oeste, mais precisamente nas áreas próximas a extração de areia e margeando a rodovia BR 277, entre as entradas das rodovias PR 407 – Estrada das Praias e a PR 508 - Rodovia Alexandra Matinhos.

#### **Classe 5: Áreas Edificadas**

Conforme apresentado nas figuras 09, 10, 11 e 12, esta classe agrupa o conjunto formado pelas áreas residenciais, de serviços, de comércios, infraestruturas urbanas, lazer, entre outros.

Considerando o período analisado, essas áreas passaram respectivamente, em termos de representatividade, de 24,15% em 1985 para 33,86% em 2000, 35,66% em 2010 e 38,37% em 2020. Conforme a tabela 4, houve um crescimento expressivo desta classe ao longo do período analisado.

Conforme a tabela 2 apresentada na caracterização da área de estudo, em 1980, a população urbana era de 72.027 habitantes e passou para 122.347 habitantes em 2010, ou seja, um aumento de 69,86%. Este acréscimo populacional teve como desdobramento uma ocupação mais intensiva do perímetro urbano. É fruto da atração gerada por Paranaguá materializado no crescimento das atividades de serviços, como é o caso das relacionadas ao comércio e a própria prestação de serviços na maioria, ligadas diretamente ao Porto.

As atividades de prestação de serviços (principalmente relacionados à atividade portuária), bem como, outras atividades como alojamento, alimentação, comércio, em especial de combustíveis, serviços a transportadores tiveram um importante aumento devido a dinâmica econômica gerada pelas movimentações portuárias.

Em termos espaciais, em 1985, foi possível observar uma ocupação mais acentuada na região central do perímetro urbano. No mesmo período, iniciava-se um loteamento nos bairros Parque Agari, Vila Garcia, Jardim Paranaguá, Vila dos Comerciantes, entre outros bairros localizados na porção sul do perímetro urbano. O mesmo é observado nos bairros Vila Marinho e Jardim Iguaçu localizados na porção centroeste do perímetro urbano. A ilha dos Valadares também apresentava um loteamento e conforme apresentado em Ricobom (2012), iniciava-se a construção de uma ponte, que se tornou um fator importante para a futura ocupação da Ilha com residências.

A partir dos anos 2000, observa-se uma intensificação do processo de ocupação urbana com o surgimento de novos bairros e a consolidação dos já existentes. Em termos quantitativos, entre os anos 1985 a 2000, houve um aumento de cerca de 41,40% desta classe sendo que espacialmente, observa-se o surgimento de novos loteamentos em Parque Agari, Jardim Paranaguá, Ouro Fino, Jardim Esperança, Vila Garcia, Jardim Paraná, entre outros bairros localizados na região sul da área de estudo. A situação é observada nos bairros Jardim Iguaçu, Vila Marinha e Emboguaçu. No mesmo período, inicia-se na região norte a ocupação rumo aos manguezais nos bairros Vila Guarani e Beira Rio.

A porção norte da área de estudo, apesar de ter um perfil mais voltado para a atividade portuário e industrial também teve uma ocupação que mesclou o uso residencial e de serviços (Categoria Áreas Edificadas nos mapeamentos) e as portuárias/industrial. Na porção localizada ao oeste do porto, em 1985 existia uma área formada pela vegetação de mangues. No entanto, esta área foi sendo substituída aos poucos por áreas residências conforme observadas no mapeamento dos anos posteriores.

Entre 2010 e 2020, observou-se uma organização mais generalizada nas demais áreas do perímetro urbano. Novos loteamentos foram realizados como pode se observar em Vila Garcia cuja expansão urbana ultrapassou os limites delimitados no perímetro urbano. A ocupação urbana se consolidou na porção sul do município com destaque para os bairros Porto Seguro, Vila Rio dos Almeidas. Os bairros Guaraituba, Vila São Vicente e ilha dos Valadares seguiram o mesmo padrão.

Analisando no conjunto dos mapeamentos da série histórica, observou-se uma expansão urbanizada generalizada na área de estudo, sendo que em novas áreas foram realizados loteamentos e em outras houve consolidação. A direção, ou seja, a tendência de crescimento urbano seguiu os eixos rodoviários especificamente a BR 277 e a PR 407.

#### **Classe 6: Área Portuária e industrial**

Conforme apresentado nas figuras 09, 10, 11 e 12, esta classe é representada pela área física de instalação do porto e as atividades correlatas que dão suporte para o pleno desenvolvimento e a realização das operações portuárias. A classe inclui também as indústrias que operam na área. Em termos quantitativos, observou-se um aumento gradativo em relação ao espaço físico utilizado para esta atividade econômica, passando em termos de representatividade das classes de uso da terra de 4,71% em 1985 a 8,41 em 2020.

Em termos espaciais, especialmente na região norte do município, área que abriga a instalação física e os equipamentos para o desenvolvimento desta atividade portuária, foi observado que entre o mapeamento de 1985 a 2000, houve um aumento da área do porto instalado. O aumento observado em 2000 é fruto de um aterro realizado, investimentos para construção de novos armazéns e pátios de armazenagem de contêineres.

#### **Classe 7: Área de mineração**

Conforme apresentado nas figuras 09, 10, 11 e 12, esta classe apresentou um aumento entre os anos 1985 a 2010, totalizando 162,51 ha em 1985 para 234,83 ha em 2010 e uma queda registrada no mapeamento do ano de 2020, totalizando 211,23 ha. Tratam-se de áreas específicas que, em termos espaciais, são localizadas predominantemente na porção noroeste do perímetro urbano, precisamente na região de Emboguaçu e em menor proporção na região sul da área de estudo com instalação de pedreira. A atividade econômica representada por esta classe abrange a extração mineral, em particular, a extração de areia e a atuação de algumas pedreiras. A importância desta classe está ligada ao setor da construção civil. O abandono dessas áreas gera cavas preenchidas por águas pluviais.

#### **Classe 8: Solo Exposto, Banco de Areia e áreas agricultáveis**

Conforme apresentado nas figuras 09, 10, 11 e 12, esta classe é caracterizada principalmente pela remoção da sua cobertura vegetal, sem a implantação de um devido uso. Observou-se um aumento durante o período de 1985 a 2000, 515,77 ha em 2020. Porém, houve um decréscimo nas áreas abrangidas a partir de 2010 até 2020, totalizando 344,83 ha em 2020.

Detectou-se que o processo de derrubada e ou retirada vegetação ocorreu devido a alguns fatores: agricultura, pecuária, mineração, passagem de redes de alta tensão e futuras construções.

Em termos espaciais, em 1985 a ocorrência desta classe abrangeu a porção oeste do perímetro urbano, além de algumas áreas na região sul. Em 2000, a tendência se manteve igual sendo que algumas novas áreas na região de Alexandra começaram a surgir. A partir de 2010, mesmo tendo o recorte espacial localizado nas mesmas áreas, observou-se um decréscimo em relação a 2000. Este padrão se manteve até 2020.

Compreender a dinâmica espaço temporal vigente no município de Paranaguá, especificamente na área de estudo (perímetro urbano) nos remete, em um primeiro momento, em entender a forma como se organiza o espaço urbano. As alterações nos padrões de uso da terra e cobertura vegetal decorrentes da urbanização representam, hoje em dia, uma discussão crucial. Nessa lógica, o crescimento urbano e a expansão da urbanização são dois fenômenos dinâmicos que são caracterizados pelo fato que, ao mesmo tempo que se urbanizam novas áreas, há a intensificação da vida citadina em vários pontos do país (MORAES, 1999). Corrêa (1995) ressalta que o espaço urbano tem como característica ser o reflexo da sociedade, carregando em si as ações que se realizaram no passado e que deixaram presentes suas marcas na configuração espacial presente.

Os resultados obtidos apontam para uma ocupação distribuída ao longo da área de estudo que abrange tanto a porção sul como na porção norte, além da área central já ocupada. Esta ocupação apresenta uma configuração que difere entre as duas extremidades do perímetro urbano. A porção norte abriga o perfil portuário da área de estudo e a porção sul engloba as áreas edificadas e que apresentam novos loteamentos ou se configuram como vetores de expansão. A área central historicamente sempre foi ocupada e apresenta áreas consolidadas caracterizadas por uma concentração e centralidade no que diz com disponibilidade de infraestruturas urbanas, de serviços, de comércios, pavimentação, entre outros.

A dinâmica espacial que configurou a forma como o perímetro urbano de Paranaguá foi se consolidando antecede o ano de 1985. Esta expansão urbana, além da área central consolidada, passou pela abertura de loteamentos, marginais aos eixos rodoviários. O histórico de abertura destes loteamentos (inicialmente irregulares), por meio da ação de particulares, remonta ao final da década de 1960, tendo também como fator importante a inauguração da BR 277 em 1968. Parte significativa desses loteamentos deixou a clandestinidade e nas décadas seguintes passaram a ser incentivados pelo poder público municipal como forma de

direcionamento do crescimento urbano, no primeiro plano diretor de Paranaguá em 1987. O direcionamento dado por meio do plano diretor (loteamentos da porção sul) era a ocupação dessas áreas para fins de instalação residencial e de serviços ao passo que a porção norte da cidade deveria ser ocupada como área de uso industrial e de serviços (CANEPARO, 1999; RICOBOM, 2012).

Nesta perspectiva, embora sendo a cobertura vegetal predominante, a restinga vem perdendo em extensão para fins de usos antrópicos, por meio de fragmentação da sua extensão. Adicionalmente, conforme apresentado por Ricobom (2012), a ocorrência de áreas com solo exposto pode ser justificada por várias razões. Dentro, destas justificativas destacam-se a retirada da vegetação sem atribuição de um uso específico, a ocorrência de áreas sem vegetação, mas podendo ser ulteriormente para plantios e, em alguns locais, tratam-se de áreas que apresentam pressão imobiliária, para aprovação oficial de loteamentos.

A expansão urbana observada na área de estudo tem uma estreita relação com o desenvolvimento das atividades portuárias, ou seja, os dois fenômenos se retroalimentam. Isto se deu pelo fato que a atividade portuária existente acaba atraindo um fluxo maior de pessoas para busca de melhores oportunidades de renda e trabalho. A modernização do sistema portuário traz consigo uma nova dinâmica que dispensou, em particular, os trabalhadores de baixa qualificação.

O porto apresenta um importante papel na geração de empregos e renda em Paranaguá, bem como, influencia atividades correlatas como comércio, serviços e indústrias. Neste sentido, o porto representa um elemento de suma relevância quando se trata da dinâmica econômica de Paranaguá. Esta importância não se limita apenas "fisicamente" à Paranaguá, posto que o porto tem importância estratégica tanto no âmbito regional (municípios do litoral do Paraná), estadual como nacional. Nele, são gerados anualmente um fluxo expressivo de mercadorias tanto para importação como exportação. A presença de uma atividade econômico de tamanha dimensão gera desdobramento sobre o padrão espacial, seja a forma de organização do espaço.

Nesta perspectiva, de acordo com Godoy (1998), em Paranaguá, as atividades vinculadas ao porto influenciam o crescimento do setor urbano, o movimento econômico no comércio e nas atividades do setor de serviços motivo, o porto é o principal agente responsável pela organização do espaço e da economia local.

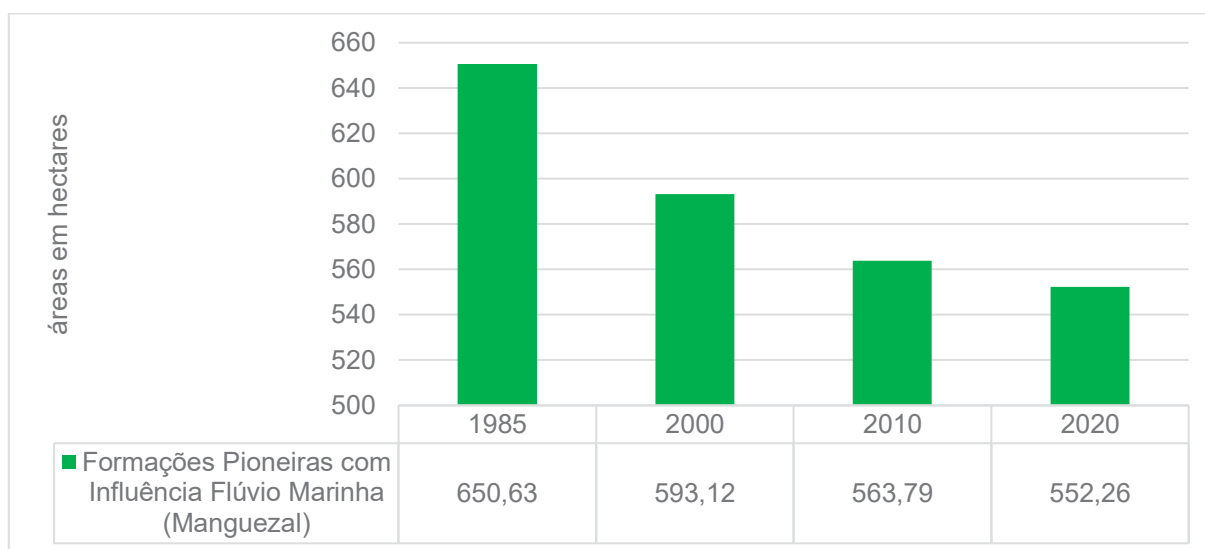


## 5.2 MAPEAMENTO DO AVANÇO DA ANTROPIZAÇÃO NAS FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA – MANGUEZAL (1985, 2000, 2010, 2020)

O manguezal é um ecossistema que desempenha importantes serviços ecossistêmicos, além de ter uma importância econômica para as populações que dependam dela para sua sobrevivência. O desenvolvimento deste bloco foi aprofundar a discussão sobre a antropização das áreas de manguezais dentro do perímetro urbano e apontar os impactos deste processo. Dedicar-se em entender esta dinâmica tem uma importância capital visto o histórico do município. Segundo Caneparo (1999), o manguezal é o principal ecossistema encontrado nas margens dos rios que banham o perímetro urbano de Paranaguá, e desta forma, é possível afirmar que foi o primeiro ecossistema a sofrer alteração antrópicas, posto que a colonização de Paranaguá.

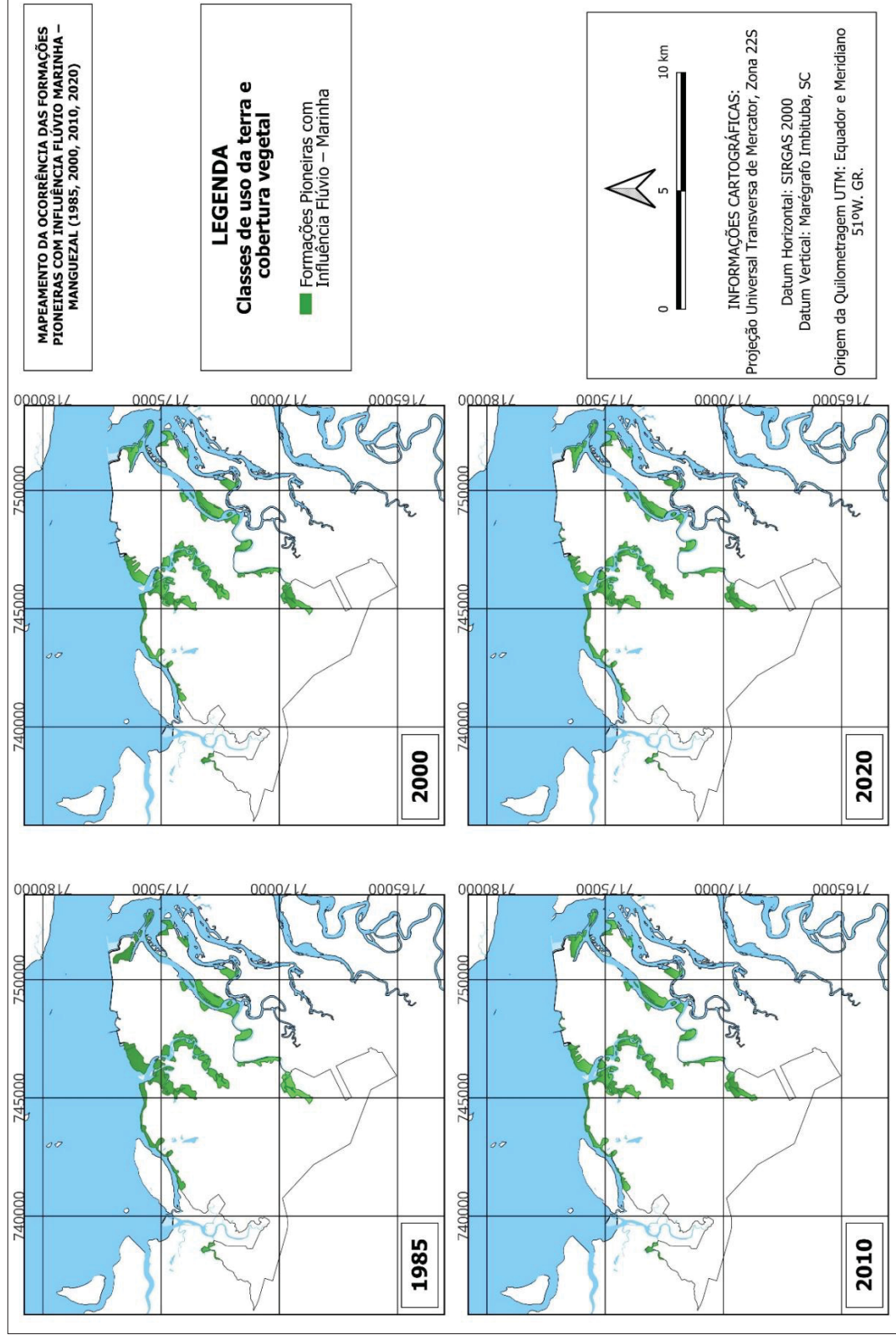
Em termos quantitativos, conforme apresentado na tabela 4 e figuras 13 e 14, a área de estudo ao longo da série histórica analisada, a área com enfoque nos manguezais, abrangia em torno de 650,63 ha em 1985. Nos anos subsequentes houve um decréscimo para 593,12 ha em 2000, 563,79 em 2010 e finalmente representou em 2020, 552,26 ha.

FIGURA 13 -OCORRÊNCIA DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA – MANGUEZAL (1985, 2000, 2010, 2020) - COMPARAÇÃO DAS ÁREAS EM HECTARES



FONTE: Planos de informações do Uso da Terra e Cobertura Vegetal no Perímetro Urbano de Paranaguá (1985, 2000, 2010 e 2020).

FIGURA 14 - OCORRÊNCIA DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA – MANGUEZAL (1985, 2000, 2010, 2020)



FONTE: PLANOS DE INFORMAÇÕES DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ (1985, 2000, 2010 E 2020).

Com base na ocupação dos manguezais, em 1985, esta classe apresentava um padrão de distribuição que abrangia parte significativa dos bairros que compõem hoje o perímetro urbano, sendo que esses bairros se localizam nas margens dos rios Emboguaçu e Itiberê e Ilha dos Valadares. Considerando o período de análise, de forma geral, foi observada uma perda na área de abrangência dos manguezais, sendo que esta retração se deu de forma mais avançada em algumas áreas em detrimento de outras.

O manguezal, teve uma perda de 98,37 hectares. Vale a pena também frisar que algumas áreas, especificamente banco de areia passaram a abrigar ou ser colonizados pelo manguezal. Em um primeiro momento, é importante fazer uma ressalva. Embora o recorte temporal da presente pesquisa se inicia em 1985, é preciso salientar que a ocupação antrópica, ou seja, a pressão sobre os manguezais não começa necessariamente na década de 1985. O histórico de expansão urbana de Paranaguá antecede a década de 1980, haja vista os importantes ciclos econômicos conforme apresentado na caracterização da área de estudo.

Dos anos 1985 a 2000, houve uma diminuição das áreas abrangidas pelos manguezais na porção norte do município, sobretudo para a construção de residências. Este fenômeno foi observado em parte dos bairros de Beira Rio e Vila Portuária e na porção leste do porto. No mesmo sentido, destacam-se às áreas ocupadas nos bairros Jardim Figueira e Porto dos Padres que passaram por um processo de avanço de áreas residenciais rumo aos manguezais. Na porção centro-oeste, o desaparecimento dessa categoria, foi observado nas áreas abrangidas por partes dos bairros Jardim Araça, Santa Helena, Emboguaçu e Jardim Iguaçu. Na porção leste do perímetro urbano, a perda dessa cobertura vegetal foi observada em partes dos bairros Vila São Vicente, Vila Itibere e Estradinha e Ilha dos Valadares.

Considerando o período de 2000 a 2010, houve uma manutenção do padrão anteriormente descrito, além de uma ocupação que se expandiu para novas áreas. Na porção norte, permanece o avanço rumo aos manguezais em parte dos bairros de Beira Rio e Vila Portuária e na porção leste do porto. Na região centro-oeste, a ocupação continuou também nos bairros de Jardim Figueira e Porto dos Padres. Neste período, a área central, especificamente as localizadas na margem esquerda rio Emboguaçu tiveram um expressivo processo de avanço de áreas residenciais rumo aos mangues. Neste sentido parte dos bairros como Embocuí, Vila do Povo, além dos bairros Jardim Araça, Santa Helena, Emboguaçu e Jardim Iguaçu tiveram perda da sua cobertura vegetal de mangues. Na porção leste, a perda dos mangues foi perdida em parte dos bairros Jardim Jacaranda, Porto Seguro, Parque São João, Guaraituba, além dos bairros Vila São Vicente, Vila Itibere e Estradinha e Ilha dos Valadares.

Considerando o período de 2010 a 2020, o padrão de ocupação observado se manteve nas mesmas áreas e ainda houve acréscimos. Para tanto, ocorreu um incremento progressivo nas áreas antropizadas sobre os manguezais no perímetro urbano de Paranaguá, ao longo dos períodos analisados.

A ocupação dos bosques de manguezais, ou seja, a antropização observada, configura-se dentro do atual perfil da população brasileira. Em outras palavras, trata-se do processo de expansão urbana, que no presente caso, tem na presença e consequente desenvolvimento de atividades portuárias seus elementos fomentadores.

Com base nos resultados supracitados, percebe-se que as tendências do crescimento antrópico, ou seja, os vetores de expansão urbana se orientaram para as regiões situadas entre os rios Embocuí e Emboguaçu; entre a margem direita do rio Itiberê e a margem esquerda do Guaraguaçu e na Ilha dos Valadares. Deste modo, foi possível observar que houve de fato um processo de ocupação dos mangues ao longo do perímetro urbano como um todo, sendo que a forma de ocupação tem os mais diversos usos.

O perímetro urbano de Paranaguá apresenta peculiaridade segundo a qual a malha urbana carece de alternativas para crescer. Neste sentido, novas áreas para expansão dos usos do solo residencial, comercial e de serviços competem com o interesse pela expansão de áreas portuárias, industriais e de infraestrutura logística, bem como com o interesse de preservação dos ambientes naturais sensíveis (PDS, 2018).

### 5.3 DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DE FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA (MANGUEZAL) ENTRE OS ANOS 1985, 2000, 2010 E 2020

Conforme exposto na tabela 5 e figura 15, serão apontados os principais resultados frutos da dinâmica espaço-temporal no que diz respeito às alterações antrópicas sobre os manguezais. O foco é separar qual tipo de ocupação predominou na perda da extensão dos manguezais.

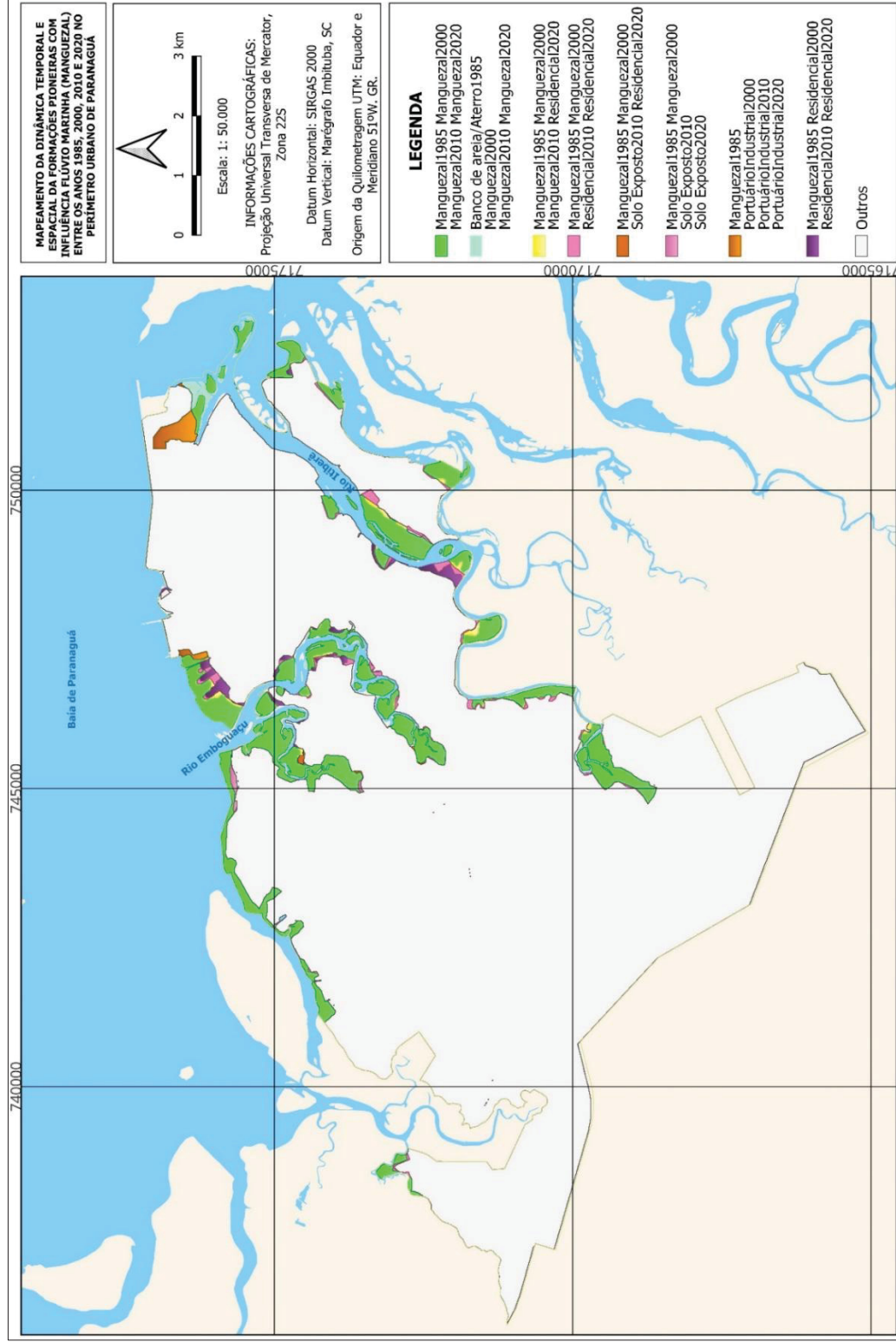
Tabela 6 Dinâmica espaço temporal da ocorrência Formações Pioneiras com Influência Flúvio Marinha (Manguezal) entre os anos 1985, 2000, 2010 e 2020

TABELA 5 - DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA OCORRÊNCIA FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA (MANGUEZAL) ENTRE OS ANOS 1985, 2000, 2010 E 2020

Classes	Área (ha)	%
Manguezal1985 Manguezal2000 Manguezal2010 Manguezal2020	527,19	6,96%
Banco de areia/Aterro1985 Manguezal2000 Manguezal2010 Manguezal2020	24,96	0,33%
Manguezal1985 Manguezal2000 Manguezal2010 Áreas Edificadas2020	16,96	0,22%
Manguezal1985 Manguezal2000 Áreas Edificadas2010 Áreas Edificadas2020	31,13	0,41%
Manguezal1985 Áreas Edificadas2000 Áreas Edificadas2010 Áreas Edificadas2020	36,7	0,48%
Manguezal1985 Portuário/Industrial2000 PortuárioIndustrial2010 Portuário/Industrial2020	31,57	0,42%
Manguezal1985 Manguezal2000 Solo Exposto2010 Solo Exposto2020	8,96	0,12%
Manguezal1985 Manguezal2000 Solo Exposto2010 Áreas Edificadas2020	2,85	0,04%
Outros	6.894,95	91,02%
TOTAL	7575,27	100,00%

FONTE: Mapeamentos de Uso da Terra e Cobertura Vegetal (1985, 2000, 2010 e 2020)

FIGURA 15 - MAPEAMENTO DA DINÂMICA ESPAÇO TEMPORAL DA OCORRÊNCIA FORMAÇÕES PIONEIRAS COM INFLUÊNCIA FLÚVIO MARINHA (MANGUEZAL) ENTRE OS ANOS 1985, 2000, 2010 E 2020



FONTE: O autor (2023)



Em termos quantitativos, um total de 510, 19 ha referentes aos manguezais se mantiveram ao longo da série histórico foi de 510,19 ha seja 6,73%. Ao mesmo tempo, fatores que atuam conjuntamente como a dinâmica dos estuários e do próprio manguezal fizeram com que tornasse possível a ocorrência de movimento de migração (colonização ou acréscimo), é o caso da colonização das áreas formadas por bancos de areia. Fenômeno parecido foi observado na área de aterro na porção leste do Porto de Paranaguá. Por outro lado, considerando o conjunto formado por atividades antrópicas como áreas edificadas, atividade portuária e solo exposto, chega-se a um total de 138,44 ha de perda de abrangência dessa cobertura. Em termos espaciais, os manguezais se mantiveram em seus ambientes naturais de ocorrência, com destaque para algumas áreas que obtiveram acréscimo (porção norte do perímetro urbano).

No tocante a antropização, considerando os dados apresentados tabela 5, as primeiras manchas de antropização dentro do recorte temporal começaram a surgir em 2000 em partes dos bairros Vila São Vicente e Itibere nas margens do rio homônimo e nas margens do rio Emboguaçu nos bairros Jardim Iguaçu, Santa Helena, Porto dos Padres. O mesmo aconteceu na região mais ao norte do Perímetro Urbano. Nessas áreas o padrão de ocupação foi mais para fins residenciais. Esta perda se acentuou em 2000, consolidou e se expandiu nas áreas referidas anteriormente. Tanto nos anos 2010 como 2020, o mesmo fenômeno foi observado, a ocupação foi consolidada e se expandiu para novas áreas.

A antropização de manguezais para fins de atividades portuárias foi observada, mais fortemente, na região norte da área de estudo e em pequena proporção na área abrangida pelo Pátio de triagem, que se localiza no bairro homônimo. Por fim, foi notada também uma área localizada no bairro Embocuí. Nesta área, ao longo da série histórica, o manguezal foi desmatado, se tornou área de solo exposto para, posteriormente, ser convertida em área edificada, sobretudo para construção de residências.

A configuração atual de uma sociedade ou a forma de organização espacial é fruto do conjunto de ações que foram sendo tomadas ao longo do tempo. Paranaguá não se exime à esta regra no sentido de que seu processo de ocupação especificamente a construção do Porto D. Pedro II (1873) se deu à custa da antropização de áreas de manguezais. Neste sentido, Caneparo (1999) retratou o histórico de ocupação que foi marcado pela construção e expansão do Porto D. Pedro II e como isso se desdobrou no desaparecimento dos manguezais da baía, assim como, o desenvolvimento do setor industrial relacionado ao porto. O porto acabou atraindo um expressivo contingente populacional como é o caso do bairro Vila Guarani, que se tornou uma das concentrações populacionais formadas pela proximidade do porto, inicialmente sobre uma



área não inundável e que ao longo do tempo foi expandindo-se rumo à baía sobre o manguezal. Posteriormente, a área de manguezal que foi alterada deu surgimento ao bairro Beira Rio. Novamente, observa-se a relação existente entre expansão urbana e atividade portuária cujo um dos principais desdobramentos é a ocupação de áreas de manguezais.

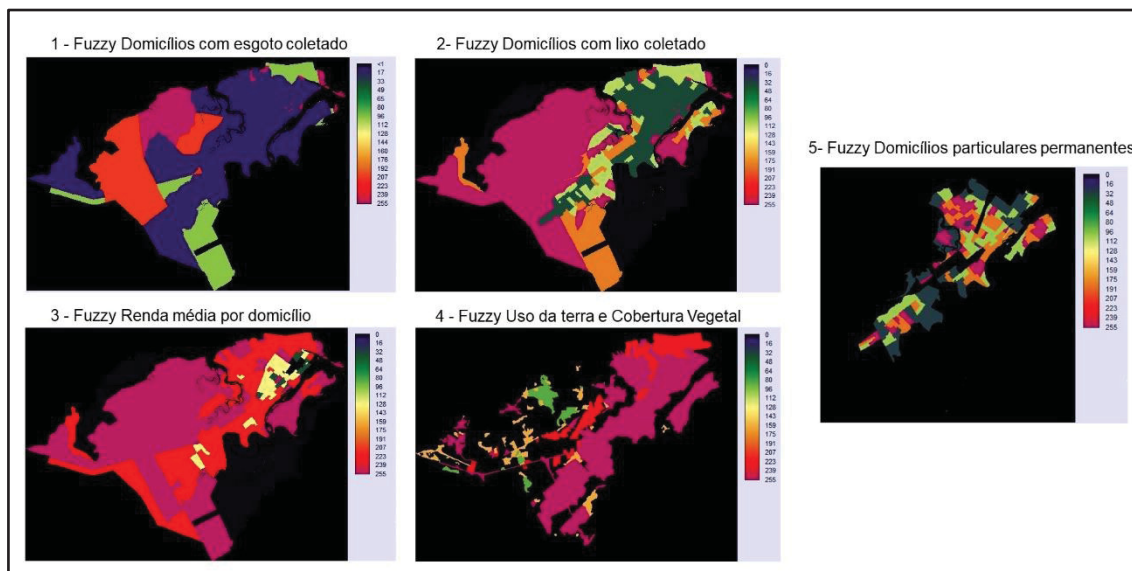
#### 5.4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO - COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA

Nesta etapa, com base na aplicação da Análise Multicritério, o foco foi direcionado a apresentar o resultado decorrente da rotina de Combinação Linear Ponderada das variáveis identificadas ao longo da pesquisa (Figura 16), com vistas a testar a hipótese. As variáveis: Domicílios com esgoto coletado; Domicílios com lixo coletado; Renda média por domicílio; Uso da terra e Cobertura Vegetal e Domicílios particulares permanentes. Os dados aqui utilizados foram dos Setores Censitários do IBGE, do Censo de 2010.

Os primeiros resultados obtidos foram referentes ao processo de padronização dos mapas. Isto foi possível por meio da padronização Fuzzy aplicada a todas as variáveis individualmente. O resultado foi um conjunto de Planos de Informação (PI's) em escala contínua de valores comuns adaptados às funções de pertinência Fuzzy, de acordo com os parâmetros utilizados e conforme características específicas inerentes às variáveis selecionadas. Assim, obteve-se como resultados iniciais, conforme apresentado na figura 20

O pressuposto que norteou a análise se fundamenta na hipótese da pesquisa segundo a qual os Indicadores geográficos de qualidade ambiental no entorno dos manguezais, permitem avaliar o estado de proteção de ecossistemas sensíveis que frequentemente estão sob a pressão antrópica.

FIGURA 16 - PADRONIZAÇÃO FUZZY DOS PLANOS DE INFORMAÇÃO (PI'S): 1 - FUZZY DOMICÍLIOS COM ESGOTO COLETADO; 2- FUZZY DOMICÍLIOS COM LIXO COLETADO; 3 - FUZZY RENDA MÉDIA POR DOMICÍLIO; 4 - FUZZY USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL E 5- FUZZY DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES



FONTE: IBGE CENSO (2010); mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal (2020). Organização o autor (2023)

**1- Fuzzy Domicílios com esgoto coletado:** A padronização foi realizada recorrendo à função Linear Crescente com variação entre os pontos de controle de 0 a 175 e gerou em plano de informação (PI) que espacializou as áreas atendidas pela coleta de esgoto domiciliar. A premissa norteadora da padronização foi que áreas não atendidas e localizadas próximas aos manguezais pelo despejo *in natura* e sem tratamento do esgoto acabam prejudicando a qualidade ambiental destes. As cores em tons avermelhados são as mais críticas.

**2- Fuzzy Domicílios com lixo coletado:** Por meio da função Linear Crescente com variação entre os pontos de controle de 0 a 175, a padronização resultou em plano de informação (PI) que apresentou as áreas atendidas pela coleta de lixo. Isto porque a falta ou não atendido ou o despejo de lixo *in natura*, especificamente nas áreas localizadas no entorno dos manguezais acaba comprometendo a qualidade ambiental destes. Adicionalmente, o lixo também é usado por aqueles que invadem os manguezais, como uma forma de aterrar e assim realizar um processo de expansão e ocupação. Considerando a proximidade dos manguezais e um percentual de atendimento inferior a 50% se destacaram, parte dos setores censitários localizados nos bairros de Vila Portuário, Porto dos Padres, Vila Marino, Santa Helena, Vila do Povo, Vila São Vicente, Parque São João, Jardim Jacaranda e parte sul da ilha dos Valadares.

As cores em tons avermelhados são as mais críticas, onde a antropização afetou ou poderá afetar os manguezais.

**3 - Fuzzy Renda média por domicílio:** a padronização *Fuzzy* se deu pela adoção da Função Sigmoidal Crescente com variação entre os pontos de controle 25 a 255 gerou um plano de informação (PI) que retratou a distribuição da renda dentro do perímetro urbano com base no salário mínimo vigente em 2010 de R\$ 510,00. O direcionamento que norteou a padronização foi identificar qual a faixa de renda das populações que moram em áreas adjacentes aos manguezais, e que geram maior pressão sobre os manguezais. Os dados de renda mostraram uma concentração das parcelas de maior poder aquisitivo dentro dos setores censitários localizados na porção nordeste da área de estudo. Estes englobam os bairros próximos do Centro Histórico e localizados à margem direita da BR 277 e o Centro Histórico, sendo os bairros Leblon, 29 de julho, João Gualberto e Costeira. Os bairros com os menores níveis em relação à renda, neste caso, até dois salários mínimos e levando em conta a adjacência com os manguezais destacam-se na porção norte Beira Rio e Vila Portuário. O mesmo é observado na porção central do perímetro urbano nos bairros Santa Helena, Vila Marinho, Vila do povo, Emboguaçu e Jardim Iguaçu. A ilha dos Valadares, os bairros Vila Itibere, Guaraituba, Parque São João e Jardim Jacaranda também se apresentaram áreas com população de até dois salários mínimos. As cores em tons avermelhados são as mais críticas.

**4 - Fuzzy Uso da Terra e Cobertura Vegetal:** A padronização foi realizada por meio da Função Sigmoidal Crescente com variação entre os pontos de controle 0 a 255 gerou um plano de informação (PI) sobre a forma de uso da terra do perímetro urbano, bem como, das classes da sua cobertura vegetal. Neste sentido, as áreas com cobertura vegetal de Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga) e Formações Pioneiras com Influência Flúvio Marinha (Manguezal), Floresta Ombrófila Densa Submontana e Zona de Cladium localizadas ao longo da área de estudo apresentaram os maiores valores em relação às demais classes de uso da terra de áreas edificadas, portuário e indústria, solo exposto e mineração. Isto porque a padronização foi embasada na premissa que a manutenção da cobertura vegetal é um elemento crucial para se ter uma qualidade ambiental adequada. As cores em tons avermelhados são as mais críticas.

**5 - Fuzzy Domicílios particulares permanentes:** ao adotar Função Sigmoidal Crescente com variação entre os pontos de controle 25 a 255, a padronização fuzzy para a densidade demográfica, ou seja, a quantidade de moradores por hectares resultou em um plano de informação (PI) que apresentou um padrão de distribuição e concentração da população

dentro dos setores censitários do IBGE de 2010. A premissa desta padronização foi que quanto maior a densidade populacional em áreas adjacentes aos manguezais, maior será a pressão antrópica sobre os manguezais. Neste sentido, destacaram-se áreas específicas dentro do perímetro urbano. Na porção mais ao norte, levando em consideração a contiguidade com os mangues, o destaque foi para os bairros Vila Guarani, Beira Rio e Vila Portuário. Na área mais central do perímetro urbano, nas margens do rio Emboguaçu, os bairros Santa Helena, Vila Marinho e Jardim Iguaçu apresentaram uma expressiva densidade populacional. O mesmo foi observado nas margens do rio Itiberê, nos bairros Guaraituba, Vila São Vicente e ilha dos Valadares. Na porção mais ao sul, o destaque foi para os bairros Jardim Yamaguchi, Ouro fino, Vila dos comerciários, Jardim Esperança, Jardim Vale do sol, Jardim paraná e Vila Garcia. As cores em tons avermelhados são as mais críticas.

Após o processo de padronização *Fuzzy*, as variáveis (critérios) selecionadas foram ponderadas, sendo que o resultado dos pesos finais está abaixo listado:

1. Uso do solo e Cobertura Vegetal (peso 0,3888)
2. Domicílios particulares permanentes - Densidade (0,2890)
3. Domicílios com lixo coletado (0,1583)
4. Domicílios com coleta de esgoto (0,1060)
5. Renda média por domicílio (0,0579)

A taxa ou razão de consistência obtida foi de 0,05, sendo considerada aceitável, dentro das recomendações do *software* IDRISI.

Por fim, a Combinação Linear Ponderada foi realizada com objetivo de realizar uma avaliação da qualidade ambiental no entorno dos manguezais dentro do perímetro urbano. O mapa resultante (figura 21) da Combinação Linear Ponderada apresenta a variação da qualidade ambiental dentro da área de estudo como um todo, sendo que cada pixel representa o valor recebido em todo no desenvolvimento da rotina de Avaliação Multicritério e que considerou variáveis (critérios) padronizados e devidamente ponderados de acordo com seus pesos de importância relativa. Assim, os pixels com maiores valores, representados pelas cores mais escuras retratam as áreas com melhor grau de qualidade ambiental e os pixels com menores valores representados pela cor mais clara, às áreas com baixa qualidade ambiental. Por se tratar de uma representação contínua, os dados intermediários são representados conforme o gradiente.

Como a Combinação Linear Ponderada faz a total compensação entre as variáveis (critérios), os escores de qualidade ambiental obtidos na presente pesquisa, se apresentaram

com níveis medianos. Isto por que houve influência equivalente entre todos os critérios envolvidos no processo, limitando o nível máximo de qualidade ambiental ao valor de 229, na escala de variação entre 0 a 255.

Com o plano de informação gerado com a variação das classes entre 0 a 229, foi realizado um processo de reclassificação de temas, por meio do uso da rotina *Reclass* disponível no software IDRISI, sendo que as categorias resultantes foram:

1 – Muito Baixo: 1 a 50;

2 – Baixo: 50 a 100;

3- Médio: 100 a 150;

4- Alto: 150 a 200;

5- Muito alto: > 200.

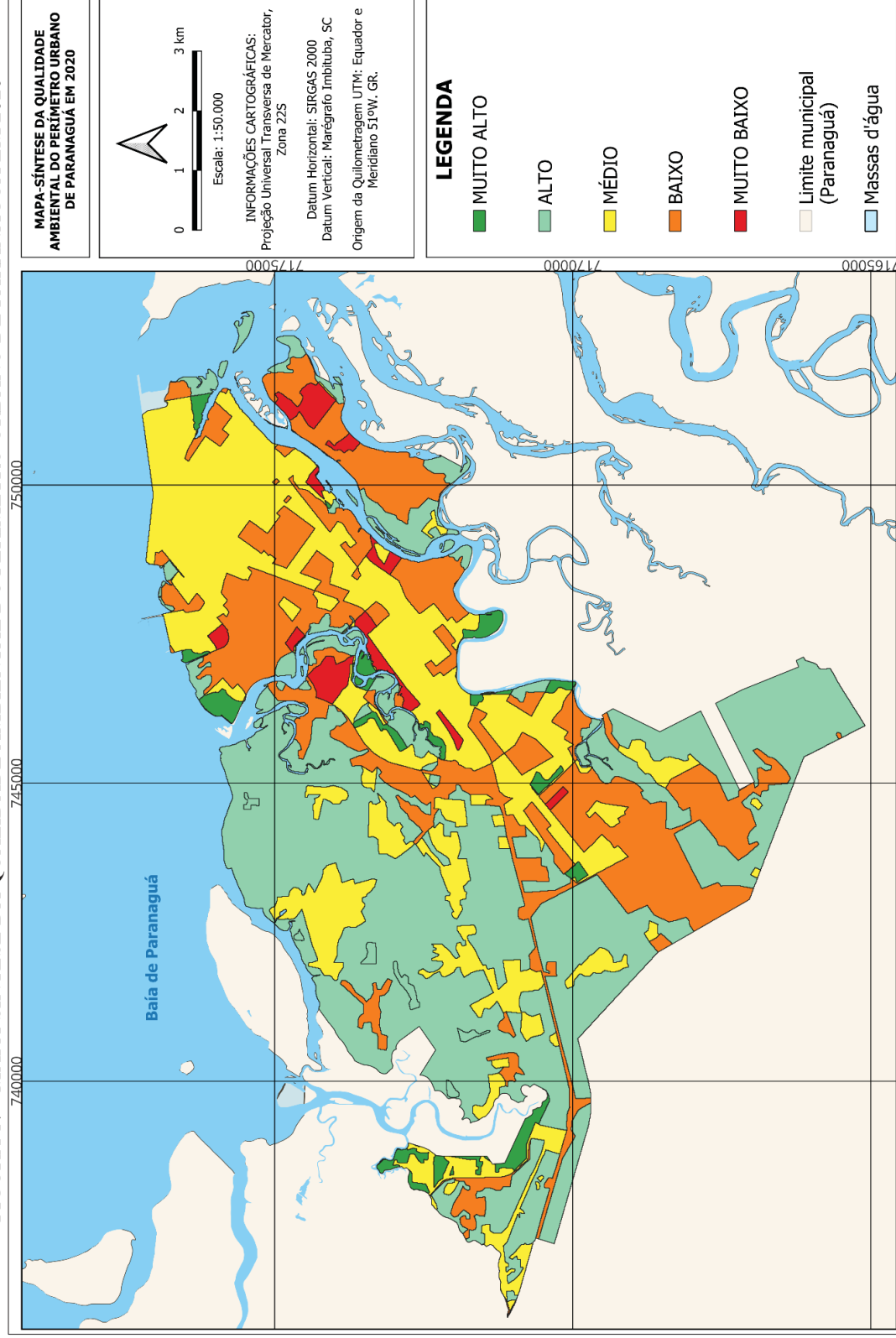
Os resultados obtidos são apresentados na tabela 6 e figura 17 a seguir:

TABELA 6 – DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE QUALIDADE AMBIENTAL NO ENTORNO DOS MANGUEZAIS COM BASE NA COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA

<b>Classes</b>	<b>Área (hectares)</b>	<b>%</b>
Muito alto	178,16	2,33%
Alto	3370,27	44,11%
Médio	2078,98	27,21%
Baixo	1851,81	24,24%
Muito Baixo	160,89	2,11%

FONTE: Padronização Fuzzy dos Planos de Informação (PI's): 1 - Fuzzy Domicílios com esgoto coletado; 2- Fuzzy Domicílios com lixo coletado; 3 - Fuzzy Renda média por domicílio; 4 - Fuzzy Uso da terra e Cobertura Vegetal e 5- Fuzzy Domicílios particulares permanentes

FIGURA 17 - MAPA-SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 2020



FONTE: Padronização Fuzzy dos Planos de Informação (PI's): 1 - Fuzzy Domicílios com esgoto coletado; 2- Fuzzy Domicílios com lixo coletado; 3 - Fuzzy Renda média por domicílio; 4 - Fuzzy Uso da terra e Cobertura Vegetal e 5- Fuzzy Domicílios particulares permanentes/ pessoas responsáveis domicílios particulares permanentes

Em termos quantitativos, com base na tabela 6 as classes resultantes do processo abrangeram de forma decrescente: alto (44,11%), médio (27,21%), baixo (24,24%), muito alto (2,33%) e muito baixo (2,11%). Observa-se que as classes que apresentam maior qualidade ambiental dentro do perímetro urbano são as representadas pelas categorias "alto" e "médio". As duas classes com pior desempenho em relação à qualidade ambiental somam cerca de 26,35 %

Em relação a questão de análise espacial da qualidade ambiental em Paranaguá observa-se dois padrões. De um lado observa-se que as áreas com qualidade ambiental alta são as áreas que coincide com a cobertura vegetal. Dentro das classes que representam o conjunto formado pela cobertura vegetal, destacam-se predominante a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, mas ainda encontram -se as Formações Pioneiras com Influência Flúvio – Marinha (Manguezal), Zona Cladium e Floresta Ombrófila Densa Submontana. A cobertura vegetal está localizada nas margens esquerda e direita do perímetro urbano, sendo fragmentada em parte pelas demais classes de menor grau de qualidade ambiental.

Nesse sentido pode se afirmar que um fator importante na definição das áreas com qualidade ambiental, especificamente na área urbana do perímetro urbano tem uma forte ligação com a cobertura vegetal presente. Isto reforça o papel crucial da vegetação no que se trata de qualidade ambiental e, conseqüentemente de qualidade de vida.

Por outro lado, observa-se que as áreas com média qualidade ambiental estão localizadas predominantemente na área central do perímetro urbano. As áreas localizadas no centro do município abrangem diferentes usos da terra. Assim é comum observar tanto áreas com um perfil industrial e portuário como a áreas que combinam uso residencial com de serviços e comércio.

Ao considerar o núcleo central da área de estudo, apesar de apresentar uma qualidade ambiental predominantemente média, destacam-se algumas regiões que possuem menores desempenhos na avaliação da qualidade ambiental, seja áreas classificadas como baixa e muito baixa. é o caso das áreas localizadas na margem direito do rio Emboguaçu que engloba de parte dos bairros Vila Portuária, Vila Guarani, Beira Rio, Vila Cruzeiro, Porto dos Padres, Serraria do Rocha, Jardim Araça e Emboguaçu

Na margem esquerda do Rio Emboguaçu, destacam-se partes dos bairros Vila Marinho, Jardim Figueira, Santa Helena, Vila São Jorge. Mais para a região Sul, essas áreas abrangem parte dos bairros Parque Agari, Nilson Neves, Vila dos Comerciantes, Ouro Fino, Jardim Vale do Sol, Vila Garcia, Parque São João e Jardim Paraná. Nas margens do Rio Itibere,



foi identificado parte do Jardim América, Vila São Vicente, Estradinha, Bockmann, Raia, Palmital, Alvorada, Eldorado e grande parte da ilha dos Valadares.

De modo geral, observou-se que a classe de qualidade ambiental "alta" foi assegurada predominante pela cobertura vegetal e, geralmente em locais fora da área central do perímetro urbano. Em algumas regiões, esta classe se encontrou mais fragmentada como é o caso na região sul nas margens da PR 407 onde o principal motivo da descontinuidade desta classe foi a presença de uso residencial. Na porção mais ao oeste do perímetro urbano, a fragmentação é mais vigente haja vista que nesta área há uma mescla de uso residencial, áreas com solo exposto e de extração de areia (mineração, entre outros). Nesta mesma região, destaca-se áreas com menor nível de qualidade ambiental na região de Alexandra.

A classe média baixa e muito baixa de qualidade ambiental se concentraram na área central do município coincidindo quase que exclusivamente com as áreas de uso antrópica. No caso da classe baixo e muito baixa, essas áreas obtiveram esses níveis de qualidade ambiental por além de apresentar uma falta na cobertura vegetal, um menor desempenho nos demais critérios de avaliação.

Dentro da área central do perímetro urbano, observou-se também algumas áreas que se classificaram como muito alta no quesito da qualidade ambiental. No que diz respeito a estas áreas elas se caracterizam, além de apresentar algum tipo de cobertura vegetal (restinga, manguezal ou zona de cladium) tiveram bom um desempenho no que diz respeito às demais variáveis analisadas.

Cabe aqui ressaltar que a Combinação Linear Ponderada representa um dos principais métodos utilizados quando se trata da Análise Multicritério. A aplicação desta rotina reside, em primeiro na elaboração de mapas que espacializam os critérios (fatores e restrições) selecionados para o estudo. Posteriormente, realiza-se a multiplicação de cada mapa de fator (pixel de cada mapa) pelo seu peso e, então, somar os resultados. Posto que os pesos terem de ser igual a 1, o mapa final obtido varia segundo os mapas de fatores padronizados que foram previamente usados. Para a presente pesquisa, este procedimento deu subsídio para a definição da qualidade ambiental dentro do perímetro urbano de Paranaguá.

Os resultados obtidos, analisados segundo a aplicabilidade do Sistema de Informações Geográficas (SIG), especificamente no uso da Análise Multicritério demonstraram que a área de estudo apresenta em sua maior parte as classes de "alto" e "médio" qualidade ambiental tendo como principais condicionantes naturais e antrópicos, os domicílios com lixo coletado e esgoto,

a renda média por domicílio, o uso da terra e cobertura vegetal e os domicílios particulares permanente/pessoas responsáveis domicílios particulares permanentes.

Os bairros citados na presente pesquisa se caracterizaram por apresentar condições que têm o potencial de causar pressões antrópicas para os manguezais. Dentro destas condições, as variáveis referentes ao saneamento ambiental urbano aqui expressos pelo atendimento na coleta de lixo e esgoto se tornaram fatores importantes. No entanto, a falta ou baixa cobertura de atendimento no que diz respeito ao saneamento ambiental urbano também constituem fator prejudicial a qualidade ambiental no entorno dos manguezais. Isto porque o despejo sem tratamento prévio de esgoto nos manguezais acaba causando alteração nos parâmetros físicos e químicos deste ecossistema.

O mesmo é observado quando se joga lixo em áreas ocupadas pelos manguezais. O caso do lixo ainda apresenta um destaque adicionalmente, pois o mesmo serve de “matéria-prima” para auxiliar no processo de aterramento. De qualquer forma, tanto o desmatamento como a falta de saneamento acabam causando prejuízos para os manguezais. Quando se falar de pressão ou antropização dos manguezais, é possível notar que este se dá pelos mais diversos mecanismos. A destruição ou desmatamento para fins de expansão urbana, por meio da construção de moradias, é um deles. Atualmente, a antropização dos manguezais ainda permanece uma problemática presente, sendo que conforme apresentado por Caneparo (1999) e Vikou *et al*, (2023), a antropização dos manguezais urbanos é dominada pelo despejo de lixo domiciliar, lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, entulhos (material de construção) e manilhas. Os autores citados, mostram que esse problema continua perdurando ao longo dos anos.

Neste sentido, especial atenção deve ser dada a pressão antrópica sobre os manguezais em uma perspectiva de acesso ao saneamento, haja visto que na falta do saneamento, há o despejo de efluentes sem tratamento diretamente das residências ou de manilhas, para o interior dos manguezais. Isso traz à tona algumas considerações que dizem respeito à salubridade e qualidade de vida das populações que moram nessas áreas de manguezais e que fazem uso desta forma de despejo de seus resíduos. Assim, tratar da ocupação urbana irregular ultrapassa a mera questão de proteção ambiental dos manguezais para se tornar uma questão de saúde pública.

A presente pesquisa abordou também o papel tanto da renda como a densidade dos domicílios. Isto porque, as cidades organizam geralmente a questão fundiária em torno de um mercado formal de terras. A instalação de equipamentos e infraestruturas urbanas, a proximidade aos centros ou locais de trabalho acabam gerando um encarecimento do preço da

terra. Este aumento do valor vai definindo como as parcelas da população com seus respectivos poderes aquisitivos vão se organizar no espaço. Além disso, o município de Paranaguá sofre de um déficit habitacional. Essa conjuntura cria um mercado informal de terra que encontra na ocupação dos manguezais uma forma de garantir um espaço de moradias para as populações de menor poder aquisitivo que buscam condições de trabalho. O manguezal se torna uma possível forma de aquisição de terra com baixo custo. Este baixo custo se deve às condições em que se desenvolvem este ecossistema como presença de áreas alagadiças. Adicionalmente à problemática de aquisição de terrenos em áreas de manguezais, a concentração da população (densidade demográfica) nestas áreas acaba gerando uma pressão que ainda se amplia quando falta infraestruturas básicas de saneamento.

A forma de uso da terra e a proteção dada a cobertura vegetal também representaram elementos importantes que influenciam a qualidade ambiental no entorno dos manguezais. Na porção mais ao norte da área de estudo a presença do porto é um elemento importante que precisa de ações de monitoramento no que diz respeito aos possíveis impactos gerados por esta atividade. Vale ressaltar que o próprio porto também tem seus respectivos programas de monitoramento. Por outro lado, as áreas edificadas que se caracterizam pelas mais diversas formas de uso tais como residências, de serviços, comércios, entre outros também acabam gerando impacto na sua forma ou grau de uso, especificamente em áreas próximas aos manguezais. Conforme apresentado no Zoneamento do Plano Diretor (2022), os manguezais se encaixam na Zonas de Restrição à Ocupação (ZROs). Nas áreas limítrofes a estas zonas, foram criadas a Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), especificamente as da categoria ZEIS-II que são direcionadas a processos que necessitem de realocação de moradores devido à vulnerabilidade e riscos apresentados na área que inviabilizem a regularização da ocupação.

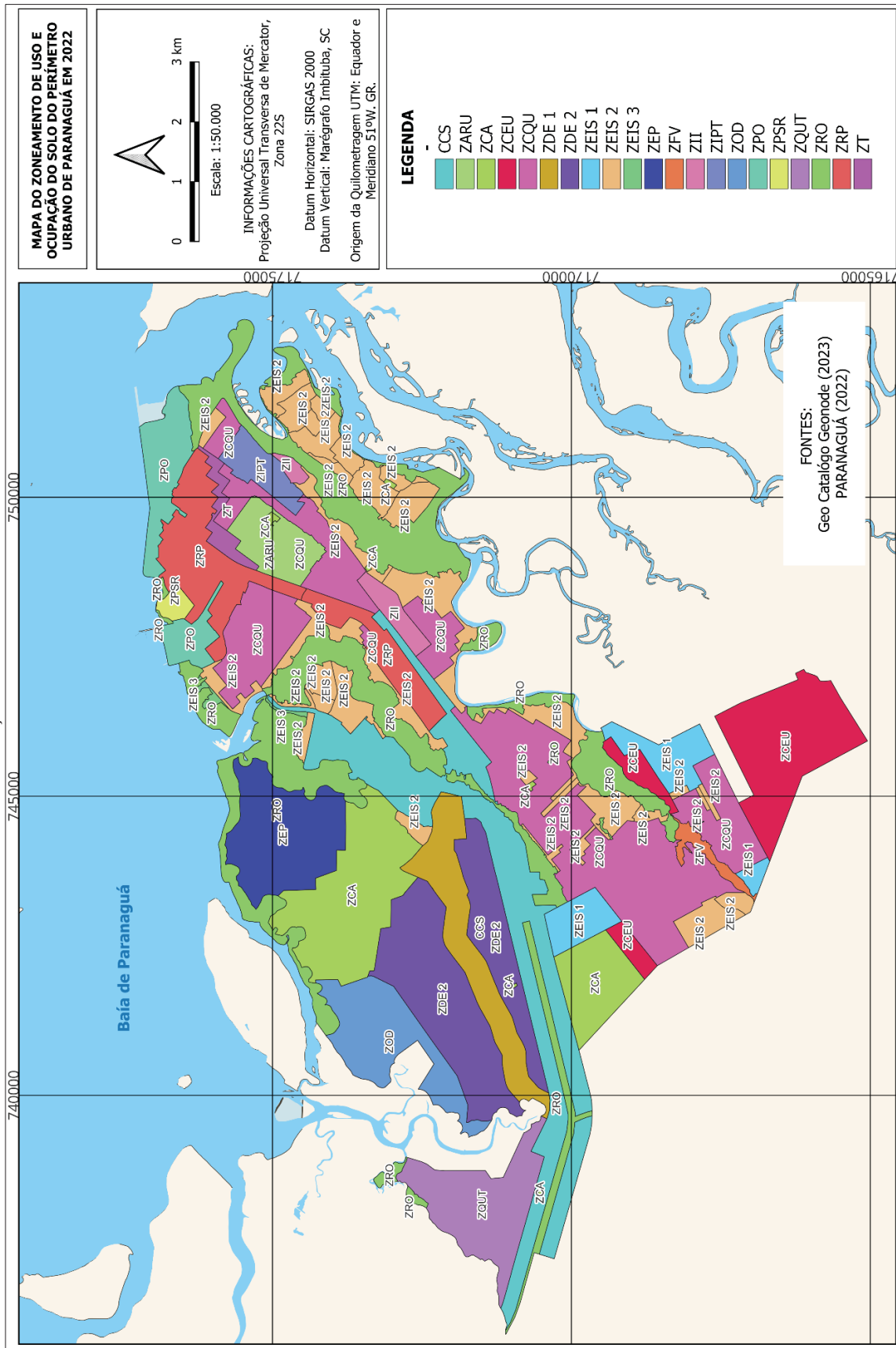
## 5.5 MAPEAMENTO DE USO DA TERRA E INSTRUMENTOS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL

Esta etapa tem como intuito apresentar os resultados do mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal junto ao Zoneamento do Plano Diretor referente ao Perímetro Urbano de Paranaguá; Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), Áreas de Proteção Permanente (APPs), cujos resultados auxiliaram na comprovação da hipótese dessa tese.

**A - Zoneamento do Plano de Desenvolvimento Integrado (PDDI)**

Esta etapa tem como intuito apresentar os resultados do mapeamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal junto ao Zoneamento do Plano Diretor referente ao Perímetro Urbano de Paranaguá. A lei complementar municipal nº 296, de 07 de dezembro de 2022 que “institui o zoneamento de uso e ocupação do solo do município de Paranaguá, e dá outras providências.” apresenta as categorias de zoneamento do perímetro urbano, conforme exposto na figura 18.

FIGURA 18 - MAPA DO ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ EM 2022



FONTES: Geo Catálogo Geonode (2023); PARANAGUÁ (2022). Organizado pelo autor (2023).

LEGENDA: Corredor de Comércio e Serviço (CCS-U); Zona de Adensamento e Requalificação Urbana (ZARU); Zona de Consolidação e Expansão Urbana (ZCEU); Zona de Consolidação e Qualificação Urbana (ZCQU); Zona de Controle Ambiental (ZCA); Zona de Desenvolvimento Econômico (ZDE); Zona de Expansão Portuária (ZEP); Zona de Fundo de Vale (ZFV); Zona de Interesse Institucional (ZII); Zona de Interesse Patrimonial e Turístico (ZIPT); Zona de Ocupação Dirigida (ZOD); Zona de Proteção do Santuário do Rocío (ZPSR); Zona de Qualificação Urbana e Turística (ZQUT); Zona de Restrição à Ocupação (ZRO); Zona de Transição (ZT); Zona do Porto Organizado (ZPO); Zona Especial de Interesse Social (ZEIS); Zona Retro Portuária (ZRP).

Dentro das categorias que compõem o zoneamento do perímetro urbano, destacam-se:

- Zona Especial de Interesse Social (ZEIS); definida pelo Poder Executivo e caracteriza-se por áreas reservadas para fins específicos, com normas próprias, para promover a regularização fundiária de assentamentos irregulares, a realocação de moradores, quando necessária, a produção de novos núcleos habitacionais de interesse social, a recuperação de imóveis precários ou deteriorados, a recuperação e/ou estruturação urbanística dos assentamentos existentes, a implantação de infraestruturas, equipamentos urbanos e serviços públicos, bem como para fazer cumprir a função social da propriedade. Esta zona, por sua vez, é dividida em:

- (ZEIS-I): direcionada à regularização fundiária em áreas passíveis de regularização;

- (ZEIS-II): direcionada a processos que necessitem de realocação de moradores devido à vulnerabilidade e riscos apresentados na área que inviabilizem a regularização da ocupação;

- (ZEIS-III): direcionada à implantação de novos loteamentos regularizados e à produção de novas moradias de interesse social, em conformidade com os parâmetros específicos (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona de Controle Ambiental (ZCA): caracterizadas por áreas compostas por atividades que apresentam risco potencial à conservação e à qualidade ambiental, e por áreas destinadas à preservação ambiental, sendo necessário monitoramento permanente (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona de Restrição à Ocupação (ZRO): caracteriza-se pela existência de áreas com atributos naturais que exigem tratamento especial devido a seu potencial paisagístico e ambiental (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona de Fundo de Vale (ZFV): caracteriza-se por área destinada prioritariamente à proteção dos cursos d'água, compreendendo as matas ciliares, áreas de preservação permanente (APPs) (PARANAGUÁ, 2022).

Essas zonas se destacam para os objetivos da presente pesquisa por tratar de aspectos relativos à proteção dos manguezais e a ocupação urbana no entorno destes. No entanto, a presente pesquisa não objetivou desconsiderar a importância das demais zonas, especificamente as que tratam de atividades econômicas dentro do perímetro urbano relacionado ao uso industrial e portuário, como é o caso de:

- Zona de Desenvolvimento Econômico (ZDE): caracteriza-se por glebas desocupadas ou ocupadas parcialmente, servidas por importante rede viária, aptas à ocupação por atividades industriais, de comércio e serviços de grande porte e retroportuárias, que apresentam potencial de incômodo ao uso residencial. O uso e ocupação da ZDE deve estar em conformidade com a legislação ambiental federal, estadual e municipal (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona do Porto Organizado (ZPO): constituída pelo Porto Organizado de Paranaguá, em conformidade com sua lei específica, e se caracteriza pelo uso prioritário e preponderante de atividades portuárias e correlatas, com potencial de impacto ambiental e urbano significativos (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona Retro Portuária (ZRP): caracteriza-se por áreas contínuas à Zona do Porto Organizado e ao Pátio de Manobras Ferroviárias, bem como pelo uso prioritário e preponderante de atividades retroportuárias e correlatas, com potencial de impacto ambiental e urbano significativos (PARANAGUÁ, 2022).

- Zona de Expansão Portuária (ZEP) caracteriza-se por área ao norte do perímetro urbano, livre de ocupação, que apresenta potencial para abrigar atividades portuárias e similares. A ocupação é sujeita a elaboração de planos específicos de urbanização e que garantam a continuidade do sistema viário municipal, em conformidade com a legislação municipal pertinente (PARANAGUÁ, 2022).

Feita a ressalva supracitada e voltando às zonas que tratam da ocupação no entorno dos manguezais, a ZCA se localiza em vários lugares dentro da área de estudo e com base no mapeamento de cobertura vegetal e uso da terra de 2020, diferentes usos foram observados nesta zona. Na porção mais central da área de estudo e na ilha dos Valadares, esta zona abrange os diferentes cemitérios do município. Esta configuração de uso muda se considerar as duas maiores ZCA. Uma se localiza no bairro Jardim Ambiental. Nesta área, além da cobertura vegetal de restinga, localiza-se uma pedreira. Trata-se da Pedreira – Serra da Prata que



desenvolve atividades de mineração de pedras e agregados. A outra ZCA se localiza predominante no bairro Embocuí. Nesta área predominou uma heterogeneidade de uso da terra e cobertura vegetal. Em termos, de cobertura vegetal, destacam-se a Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga) e Floresta Ombrófila Densa Submontana. No entanto, na mesma área, destaca-se uma importante área de mineração abandonada e áreas de solo exposto.

A ZFV se localiza na porção mais ao sul da área de estudo abrangendo principalmente os bairros Jardim Paraná, Ouro Fino e Porto Seguro. De acordo com o mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal, esta zona é coberta pela Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga).

Por fim, a ZRO também se destaca como a zona de suma importância para a pesquisa. Abrange as áreas de mangues dentro da área de estudo. Adicionalmente, abrange a faixa da BR 277 que se inicia na rotatória de acesso da PR 407 e Avenida Ayrton Senna até o final do perímetro urbano na região de Alexandra. Com base no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal de 2020, nos bairros Jardim Jacarandá e Ouro fino, esta zona além de abranger a cobertura vegetal de Formações Pioneiras com Influência Flúvio-Marinha (Manguezal), inclui pequenas áreas de uso residencial e a vegetação de Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga). No bairro Vila São Vicente, a ZRO abrange as áreas de manguezais e as parcelas de áreas edificadas (principalmente de uso residencial) que se localizam dentro dos manguezais. Nos bairros Parque São João, Colônia Santa Rita, Vila São Jorge, Jardim Yamaguchi, a ZRO abrange principalmente a vegetação de restinga e pequenas parcelas de áreas edificadas (principalmente de uso residencial). Vale ressaltar que especificamente nesta região, a ZRO abrange a extensão da UC Parque Municipal Ambiental Linear Emboguaçu.

A ZRO, localizam-se nas suas adjacências as diferentes classes de ZEIS, sendo principalmente a ZEIS 2. Esta classe de ZEIS é caracterizada por ser uma área direcionada a processos que necessitem de realocação de moradores devido à vulnerabilidade e riscos apresentados na área que inviabilizem a regularização da ocupação

Com base no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal, nesta zona, destacam-se predominante a classe de áreas edificadas com uso residencial. As ZEIS 2 são localizadas nas adjacências de Formações Pioneiras com Influência Flúvio-Marinha (Manguezal). Em termos espaciais, a ilha de Valadares apresenta uma concentração expressiva de ZEIS 2; da porção norte da área de estudo até a margem direita do Rio Itibere, as ZEIS 2 se localizam nos bairros Costeira, Oceania, Ponta do Caju, Estradinha, Vila Itiberê, Vila São Vicente e

Guaraituba. Esses bairros são caracterizados, conforme o mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal de 2020 por abranger a classe de áreas edificadas; para tanto, o uso residencial, de comércio e serviços e os destacados nesses bairros.

Na porção mais ao sul do perímetro urbano considerando a proximidade dos manguezais, as ZEIS 2 se localizam nos bairros Parque São João, Jardim Yamaguchi, Nilson Neves, Vila dos Comerciantes, Jardim Jacarandá e Ouro Fino. Destacam-se para a zona referida anteriormente também na porção sul, os bairros Vila Garcia e Jardim Paraná; porém esses bairros não apresentam circunvizinhança com o manguezal. Na área mais central do perímetro urbano, nas margens do rio Emboguaçu, as ZEIS 2 se localizam nos bairros Porto dos Padres, Jardim Araçaí, Emboguaçu, Vila do Povo, Jardim Iguaçu, Vila Marinho, Santa Helena, Jardim Figueira.

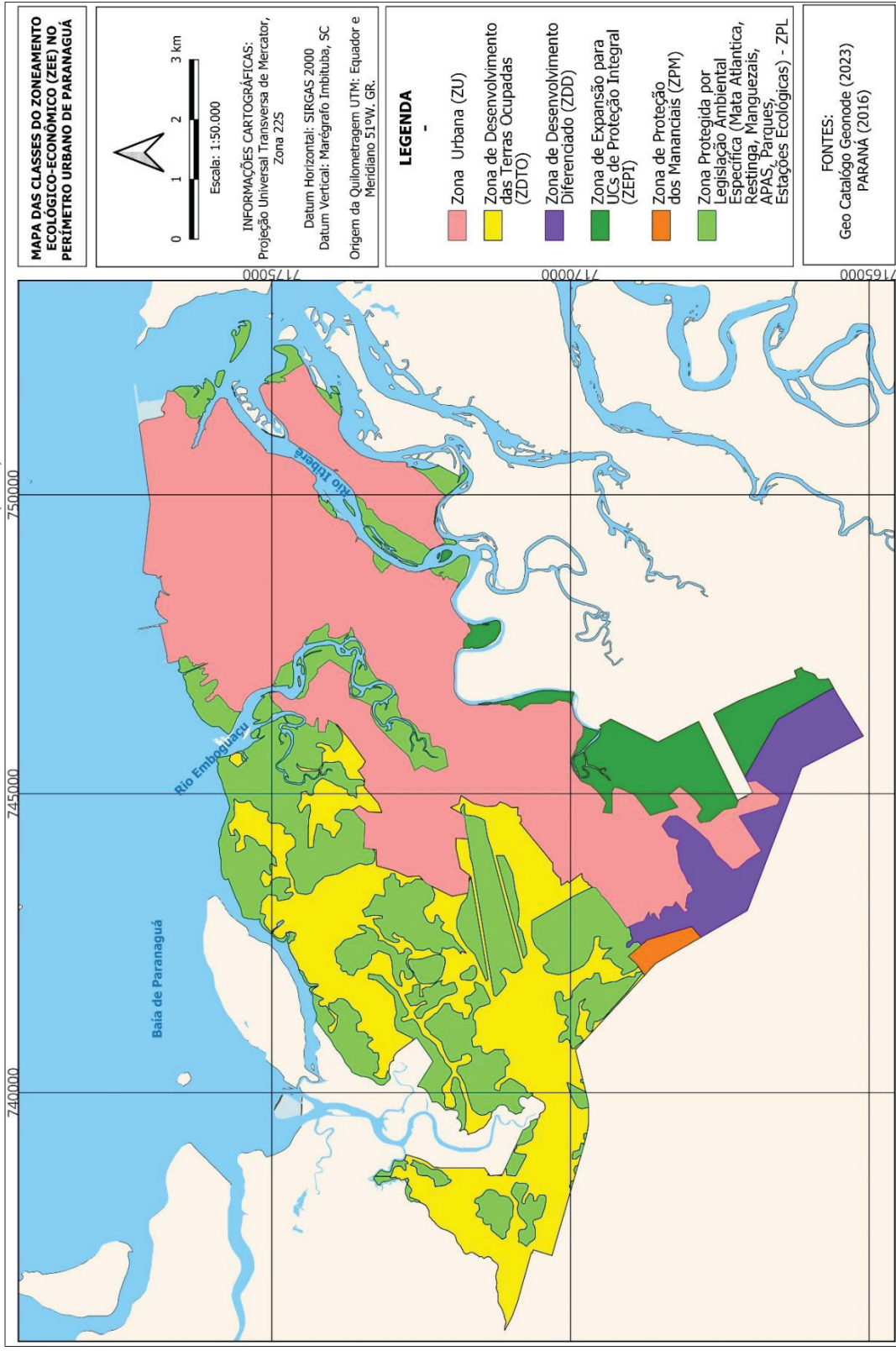
De forma geral, observou-se que a localização das ZEIS 2 abrange as áreas limítrofes aos manguezais localizados na área de estudo à diferença dos bairros Beira Rio, Embocuí. Nestes bairros, acrescenta-se a ZEIS 3 que está localizada de forma contígua à ZRO, seja áreas ocupadas por manguezais. De forma específica, as ZEIS 3 são entendidas como direcionada à implantação de novos loteamentos regularizados e à produção de novas moradias de interesse social, em conformidade com os parâmetros específicos.

## **B - Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)**

O ZEE do Estado do Paraná, em seu recorte para o litoral do estado, especificamente para a área do perímetro urbano de Paranaguá, apresentou, conforme a figura 19, as seguintes classes:

- Zona Protegida Por Legislação Ambiental Específica
- Zona De Proteção Dos Mananciais
- Zona De Expansão Para UCs De Proteção Integral
- Zona Urbana
- Zona De Desenvolvimento Das Terras Ocupadas
- Zona De Desenvolvimento Diferenciado

FIGURA 19 - MAPA DAS CLASSES DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE) NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ



FONTES: GEO Catálogo Geonode (2023); paraná (2016). Organizado pelo autor (2023).

Dentro dessas classes anteriormente apresentadas, a zona urbana é a classe predominante e ao comparar ao mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal de 2020, observa-se uma sobreposição das duas classes. Esta classe é caracterizada por uma ocupação urbana na área central seguindo para a porção sul (direção da PR 407), concentrada nas margens dos rios Emboguaçu e Itibere e na Ilha dos Valadares. Apesar deste padrão ter sido também observado no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal de 2020, há pontos de divergências. Essas diferenças começam a surgir na porção mais ao sul da área de estudo, onde as classes mapeadas como de uso residencial conforme a presente pesquisa, diverge da classe apresentada no ZEE que são classificadas como Zona De Desenvolvimento Diferenciado (ZDD).

A ZDD está localizada e concentrada exclusivamente na porção sul do município, abrangendo especificamente, parte das áreas dos bairros de Jardim Esperança, Jardim Vale do Sol, Jardim Paraná e Vila Rio dos Almeidas. Com base no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal de 2020, essa zona é composta pelas classes de uso residencial e restinga. São áreas que apresentam loteamentos recentes que se desenvolvem na margem da PR 407 e que em alguns pontos estão extrapolando os limites do perímetro urbano. O ZEE define essas zonas como as que correspondem a faixa de terras marginais aos eixos viários principais recobertos de forma descontínua por mata atlântica de restinga parcialmente degradada pela intervenção humana, com tendência potencial para expansão urbana, portuária e industrial.

Outra classe identificada foi a Zona De Desenvolvimento Das Terras Ocupadas (ZDTO) localizada quase exclusivamente na porção mais ao oeste da área de estudo. É caracterizada por áreas da Planície Costeira com terras que foram ocupadas com atividades antrópicas, distribuídas de forma descontínua. A ZDTO ao comparar com o mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal de 2020 abrange um conjunto variado de classes de uso. Assim, em termos de uso antrópico, esta zona engloba áreas de uso residencial localizada na porção mais ao sul na margem da BR 277 até Alexandra. Abrange parte da classe portuária e industrial, especificamente a área retroportuária. Destaca-se as áreas de mineração como as de extração de areia. As classes de cobertura vegetal abrangem a Zona de cladium, Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga) e Floresta Ombrófila Densa Submontana

A zona de expansão para UCs de proteção integral está localizada na parte leste do perímetro urbano e encontra-se na transição entre depósitos marinhos e fluviais em ambiente estuarino, com inúmeros canais meandantes sujeitos à influência das marés. Esta zona deve manter-se como área de preservação ambiental, haja vista a fragilidade de seu ambiente e sua importância ecológica. É um ecossistema com grande representatividade de comunidades

bióticas e diversidade de espécies, representando significativo berçário marinho. Com base no mapeamento de uso e cobertura da terra de 2020, a área abrange parte das Unidades de conservação, sendo Estação Ecológica do Guaraguaçu e o Parque Estadual do Palmito cujas coberturas vegetais são compostas por restinga e manguezal.

A Zona De Proteção Dos Mananciais está localizada na área sul do perímetro urbano, abrangendo os bairros Jardim Ambiental, Jardim Esperança Jardim Vale do Sol e Vila Garcia. O mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal de 2020 caracteriza esta área como uma composta pela cobertura vegetal de restinga e uso residencial. Na mesma área, existe uma usina de asfalto.

A Zona Protegida Por Legislação Ambiental Específica (Mata Atlântica, Restinga, Manguezais, APAS, Parques, Estações Ecológicas) legislação é entendida como áreas com cobertura vegetal do bioma Mata Atlântica que recobre partes da planície costeira, escarpa e morros da Serra do Mar, definindo-se como importante reserva hídrica e da biodiversidade paranaense. Corresponde às unidades de diagnóstico que já são protegidas por leis existentes. Em relação ao mapeamento de uso e cobertura da terra de 2020, esta zona abrange as áreas formadas pela cobertura vegetal composta pela Zona de cladium, Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga) e Floresta Ombrófila Densa Submontana.

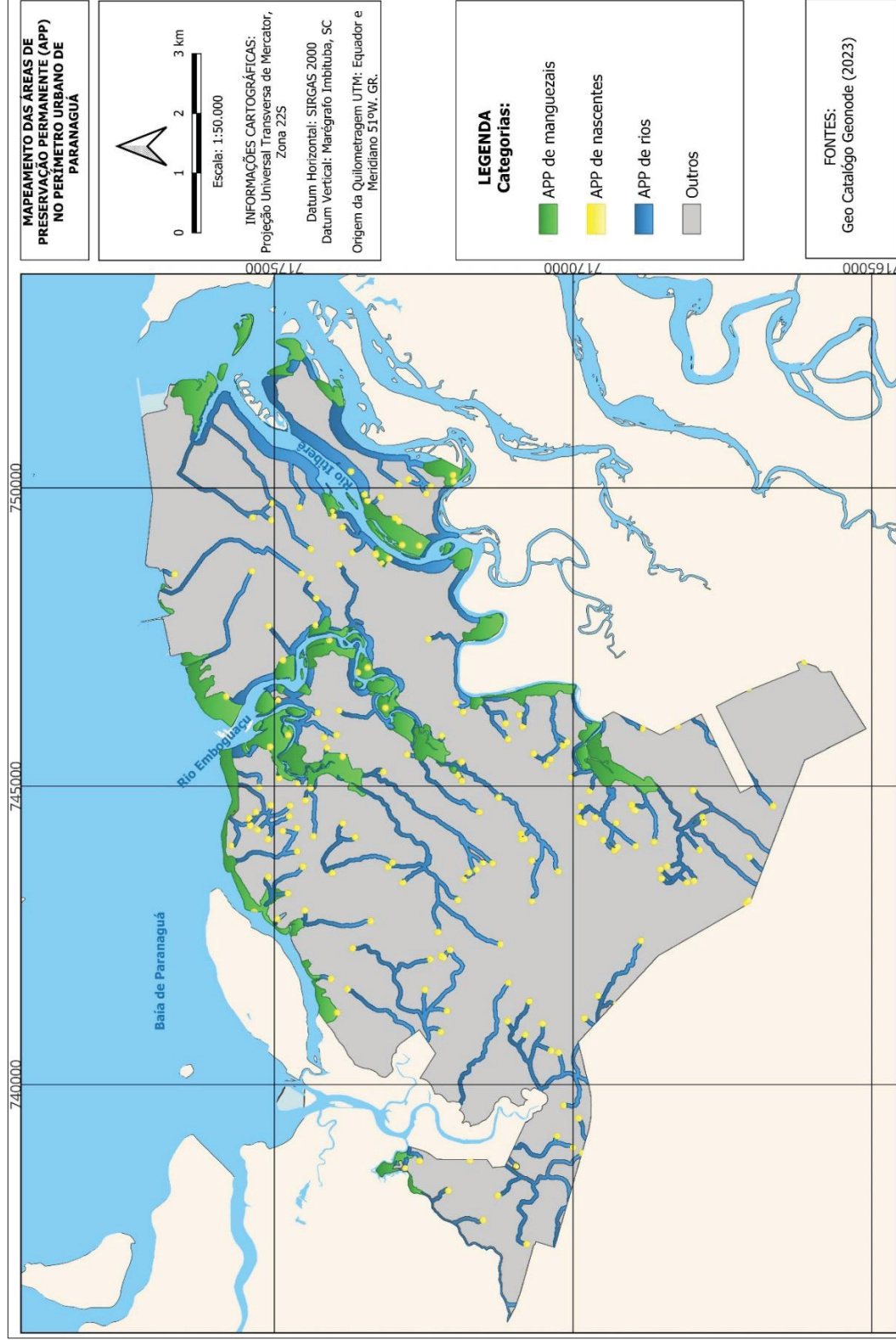
### **C - Áreas de Preservação Permanente (APPs)**

As APPs são definidas pela Lei 12.651/2012 como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas". Dentro do perímetro urbano, foram mapeadas, conforme apresentado na figura 20

1. APP de nascentes, - com um buffer de 50 m
2. APP de rios – com um buffer de 30 m
3. APP de manguezais



FIGURA 20 - MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ



FONTE: Geo Catálogo Geonode (2023). Organizado pelo autor (2023).

Conforme apresentado na figura 20, as APPs de nascentes e dos rios por se localizarem dentro do perímetro urbano estão sujeitas a influência de uso antrópico das classes de uso da terra referentes às áreas residenciais, portuária e industrial, mineração principalmente. A categoria de APPs de manguezais se localiza nas áreas abrangidas pela classe de manguezais do mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal de 2020.

## 5.6 ANÁLISE MULTICRITÉRIO (COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA) E INSTRUMENTOS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL:

esta etapa visa apresentar os resultados referentes ao cruzamento entre o mapeamento da qualidade ambiental e plano diretor, Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), áreas de proteção permanente (APPs)

### **A - Análise multicritério (Combinação Linear Ponderada) e zoneamento proposto no Plano de Desenvolvimento Integrado (PDDI)**

De um lado, a análise multicritério da qualidade ambiental resultou nas classes apresentadas a seguir:

1. Muito alto
2. Alto
3. Médio
4. Baixo
5. Muito baixo

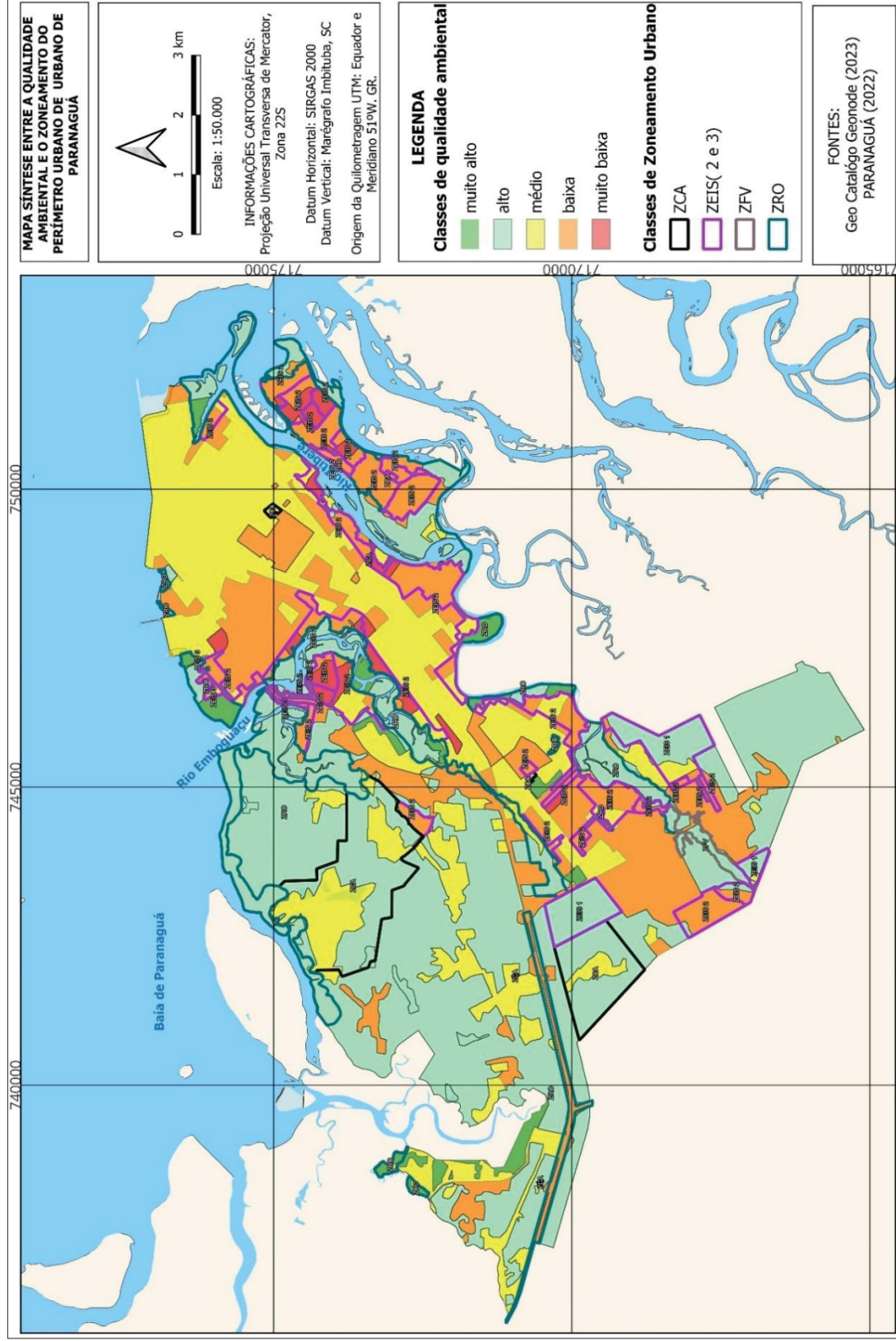
Por outro lado, o zoneamento do plano diretor para o perímetro urbano apresentou:

1. Zona Especial de Interesse Social (ZEIS);
2. Zona de Controle Ambiental (ZCA);
3. Zona de Restrição à Ocupação (ZRO);
4. Zona de Fundo de Vale (ZFV).

Conforme apresentado na figura 21, com base no cruzamento entre as classes de zoneamento do perímetro urbano e as classes de qualidade ambiental fruto da análise multicritério (Combinação Linear Ponderada), alguns pontos se destacaram.



FIGURA 21 - MAPA SÍNTESE ENTRE A QUALIDADE AMBIENTAL E O ZONEAMENTO DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ



FONTES: Geo Catálogo Geonode (2023); PARANAGUÁ (2022). Organizado pelo autor (2023).

As ZEIS se classificam predominantemente na categoria de "baixa" qualidade ambiental. Este padrão é observado na porção mais ao sul do perímetro urbano. Nas margens do Rio Itibere, as ZEIS 2 localizadas na Ilha do Valadares, abrangem as classes de "baixa" e "muito baixa" qualidade ambiental. Em sua margem esquerda, o mesmo padrão é observado nos bairros Vila São Vicente, Vila Itibere, Estradinha, Ponta de Caju e Costeira. Na porção mais ao norte, as ZEIS 2 e 3 localizados no bairro Beira Rio abrangem a classe "baixa" de qualidade ambiental. Nas margens do rio Emboguaçu, as ZEIS 2 localizadas nos bairros Jardim Figueira e Jardim Araça estão classificadas como de "baixa" qualidade ambiental. Nos bairros Porto dos Padres, Santa Helena, Vila Marinho e Jardim Iguaçu, as ZEIS 2 abrangem tanto a classe "baixa" como "muito baixa" qualidade ambiental. O mesmo é observado nos bairros Emboguaçu e Vila do Povo.

No que diz respeito às ZCA localizadas nos bairros Jardim Ambiental e Embocuí, observou-se dois padrões. por um lado, a presença de cobertura vegetal de Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga) possibilitou a classificação como "alta" qualidade ambiental. No entanto, devido ao fato destas zonas abrangerem atividades antrópicas (mineração, principalmente), a classificação da qualidade ambiental abrangeu também a classe "média".

A ZFV por sua vez se encontra localizada predominantemente na classe de "alta" qualidade ambiental. Esta zona é caracterizada por apresentar uma importante cobertura vegetal de Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Restinga). Esta zona se localiza nos bairros Ouro Fino e Jardim Paraná.

A ZRO abrange as áreas de manguezais mapeadas no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal. As áreas abrangidas por esta zona se classificam entre as classes de "alta" e "muito alta" qualidade ambiental.

## **B - Análise multicritério (Combinação Linear Ponderada) e Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE):**

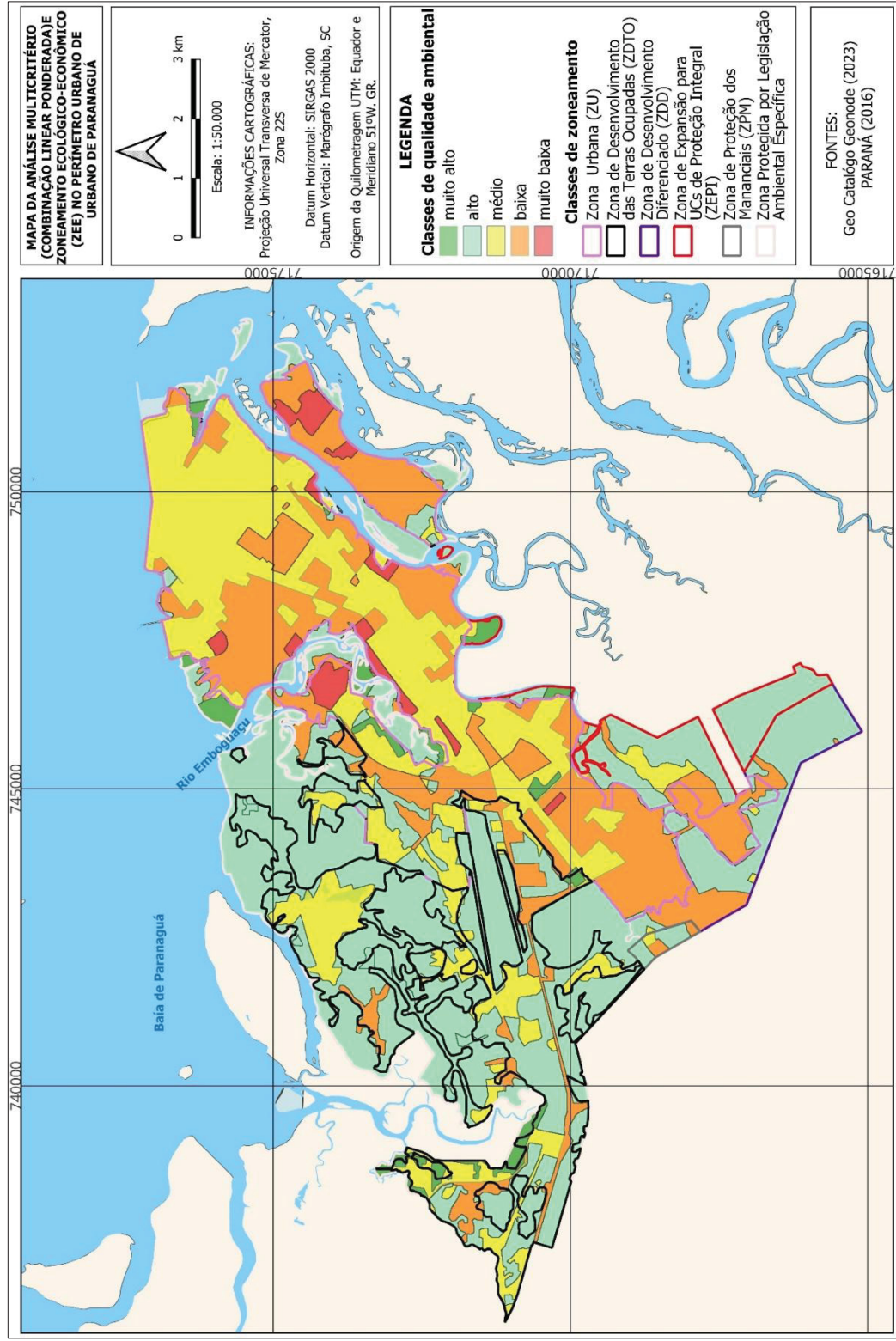
As classes abrangidas pelo Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) foram:

1. Zona Protegida Por Legislação Ambiental Específica (Mata Atlântica, Restinga, Manguezais, Áreas de Proteção Ambiental - APAS, Parques, Estações Ecológicas) - ZPLI;
2. Zona De Proteção Dos Mananciais (ZPM);
3. Zona De Expansão Para UCs De Proteção Integral (ZEPI);
4. Zona Urbana (ZU);
5. Zona De Desenvolvimento Das Terras Ocupadas (ZDTO);

#### 6. Zona De Desenvolvimento Diferenciado (ZDD).

Conforme apresentado na figura 22, com base no cruzamento entre as classes do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) e as classes de qualidade ambiental fruto da análise multicritério (Combinação Linear Ponderada), alguns pontos se destacaram.

FIGURA 22 - MAPA DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO (COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA) E ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE) NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ



FONTES: Geo Catálogo Geonode (2023); PARANÁ (2016). Organizado pelo autor (2023).

A ZDTO, conforme definida anteriormente encontra-se predominante com qualidade ambiental da categoria "alta". Isso deve ao predomínio da presença da cobertura vegetal que foi um fator primordial para a qualidade ambiental dentro do perímetro urbano. No entanto, a mesma área abrange as classes de "média" e "baixa" qualidade ambiental. Isso é justificado pelo fato de a ZDTO abranger atividades antrópicas tais como as áreas de mineração, retroporto, áreas desprovidas de cobertura vegetal (solo exposto, agriculturas), além de áreas de uso residencial.

A ZDD, por sua vez, localiza-se na porção mais ao sul da área de estudo. Nesta área, observa-se a presença de cobertura vegetal de restinga que garanta a classificação de uma parte desta zona como de "alta" qualidade ambiental. Esta zona abrange também uma área de uso residencial que apresenta uma categoria "baixa" de qualidade ambiental caracterizada pela presença de loteamento urbano.

A ZEPI apresenta principalmente áreas com alta qualidade ambiental. A porção mais ao sul, a expansão de áreas com uso residencial acaba alterando o grau da qualidade ambiental desta zona como todo, sendo que essa porção abrange as áreas de qualidade ambiental média e baixa. é importante também ressaltar que esta zona abrange áreas com alta qualidade ambiental que coincide especificamente com as ocupadas pela cobertura vegetal de mangue.

A ZPM abrange majoritariamente a classe "alta". Destacam-se também as áreas com classes média e baixa de qualidade ambiental devido à presença de uso antrópico. Aqui vale ressaltar a importância da proteção desta área e a necessidade de manter e melhorar a qualidade ambiental desta área por ela representar importante reserva hídrica e na biodiversidade paranaense, portanto, esta zona é de importância capital.

A ZPLI como a nomenclatura indica retrata áreas que desfrutam de alguma proteção legal. Esta zona se localiza em várias porções dentro da área de estudo. O padrão de qualidade ambiental se mostrou quase homogêneo agrupando as classes alta e muito alta de qualidade ambiental. Porém, apesar desta homogeneidade, foram identificadas áreas antrópicas em menor proporção que apresentaram de média a alta qualidade ambiental.

A ZU concentrou as classes de média, baixa e muito baixa qualidade ambiental. As áreas com alta qualidade ambiental foram fragmentos vegetais de restinga dentro do bairro de Jardim Yamaguchi e áreas com mangue nos bairros Parque São João, Pátio de triagem e Jardim Iguaçu.

Do conjunto da análise entre MCE e a ZEE, observou-se que a tipologia da classificação de qualidade ambiental muda conforme a categoria da zona do ZEE. Novamente,

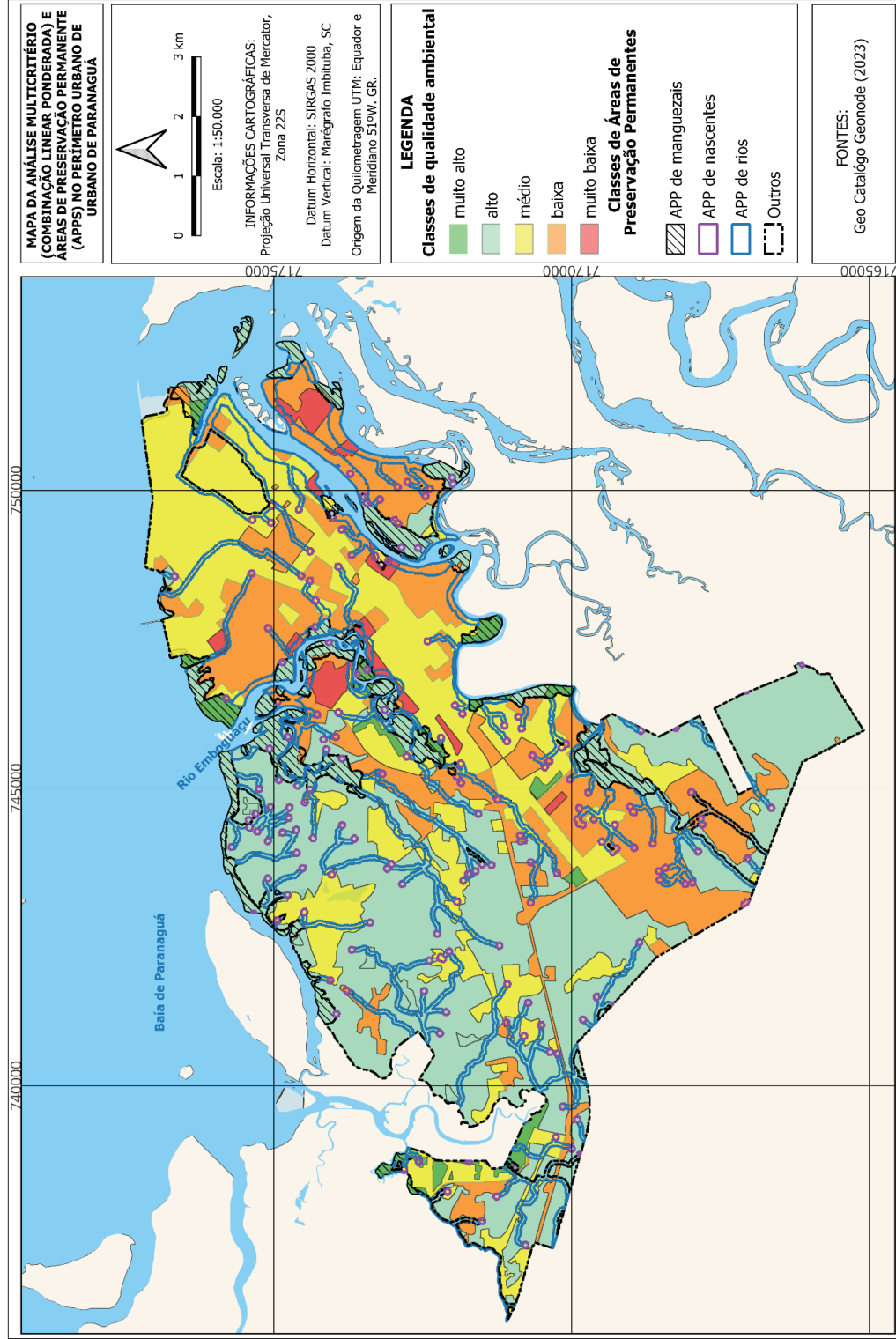


a cobertura vegetal desempenhou um papel fundamental no grau de qualidade ambiental dessas zonas. No entanto, não representou sozinho o elemento norteador. Áreas com baixa e muito baixa qualidade ambiental apresentaram também valores baixos nos demais critérios utilizados tais como coleta de lixo, esgoto, renda e densidade.

**C - Avaliação multicritério (Combinação Linear Ponderada) X Áreas de Preservação Permanente (APPs):**

Conforme apresentado na figura 23, considerando a qualidade ambiental para as APP, observou-se que APP de nascentes e rios localizados na porção central da área de estudo se classificam dentro das categorias de “média” e “baixa” qualidade ambiental por se localizarem em áreas com alto grau de uso antrópico. Na porção ao oeste da área de estudo, as APP de nascentes e rios se encontram predominantemente na categoria de “alta” qualidade ambiental devido à presença da cobertura vegetal e baixo uso antrópico. Na porção a leste na Ilha dos Valadares, o observado é principalmente a categoria de “baixa” qualidade ambiental. Por sua vez, todas as APPs de mangue tiveram as melhores avaliações para a qualidade ambiental, dividindo-se entre as classes de “alta” e “muito alta”.

FIGURA 23 - MAPA DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO (COMBINAÇÃO LINEAR PONDERADA) E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPS) NO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ



FONTES: Geo Catálogo Geonode (2023). Organizado pelo autor (2023).

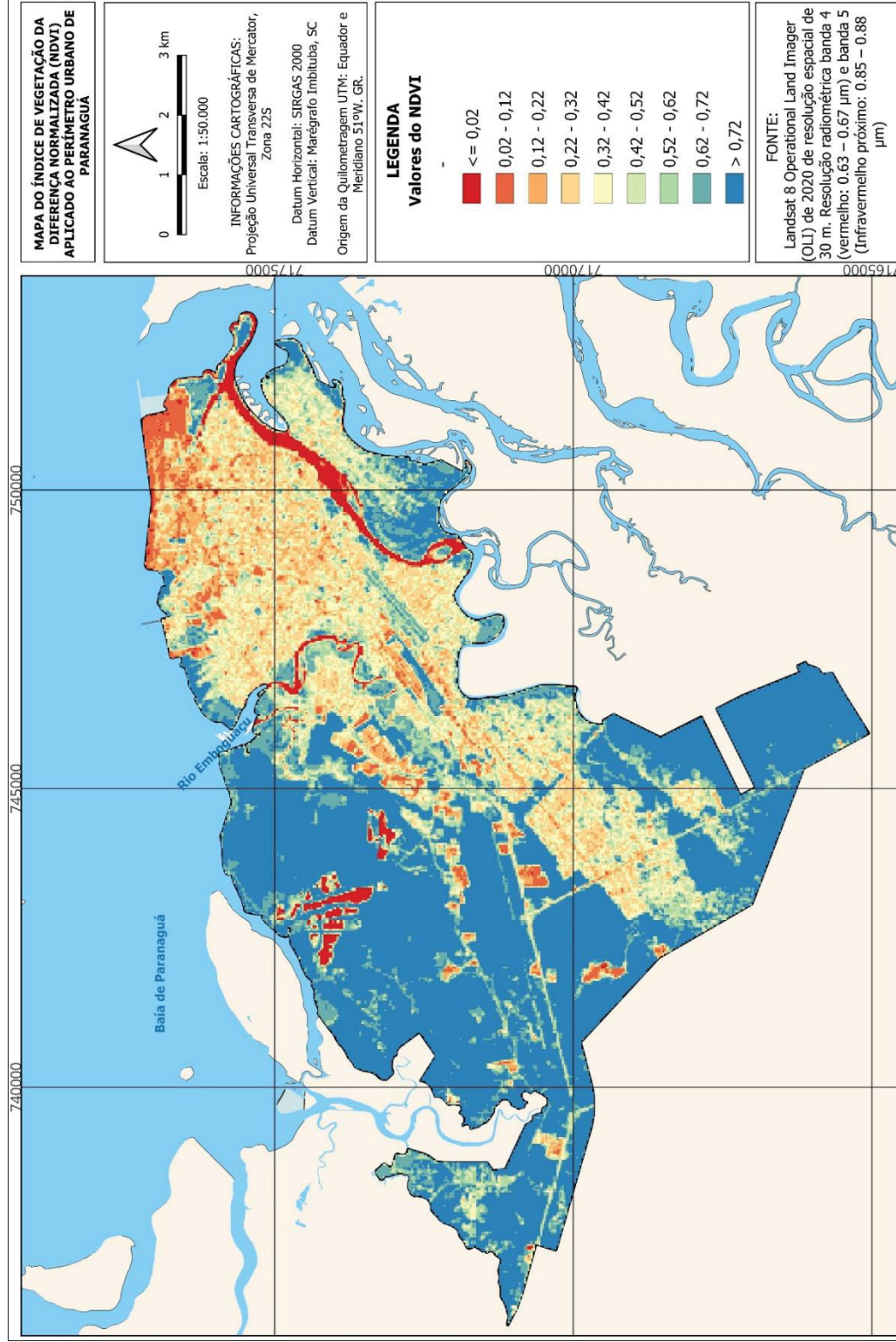


## 5.7 ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) E MAPEAMENTOS DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL, PLANO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO (PDDI), ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE) E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APPS)

A. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) e Mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal de 2020:

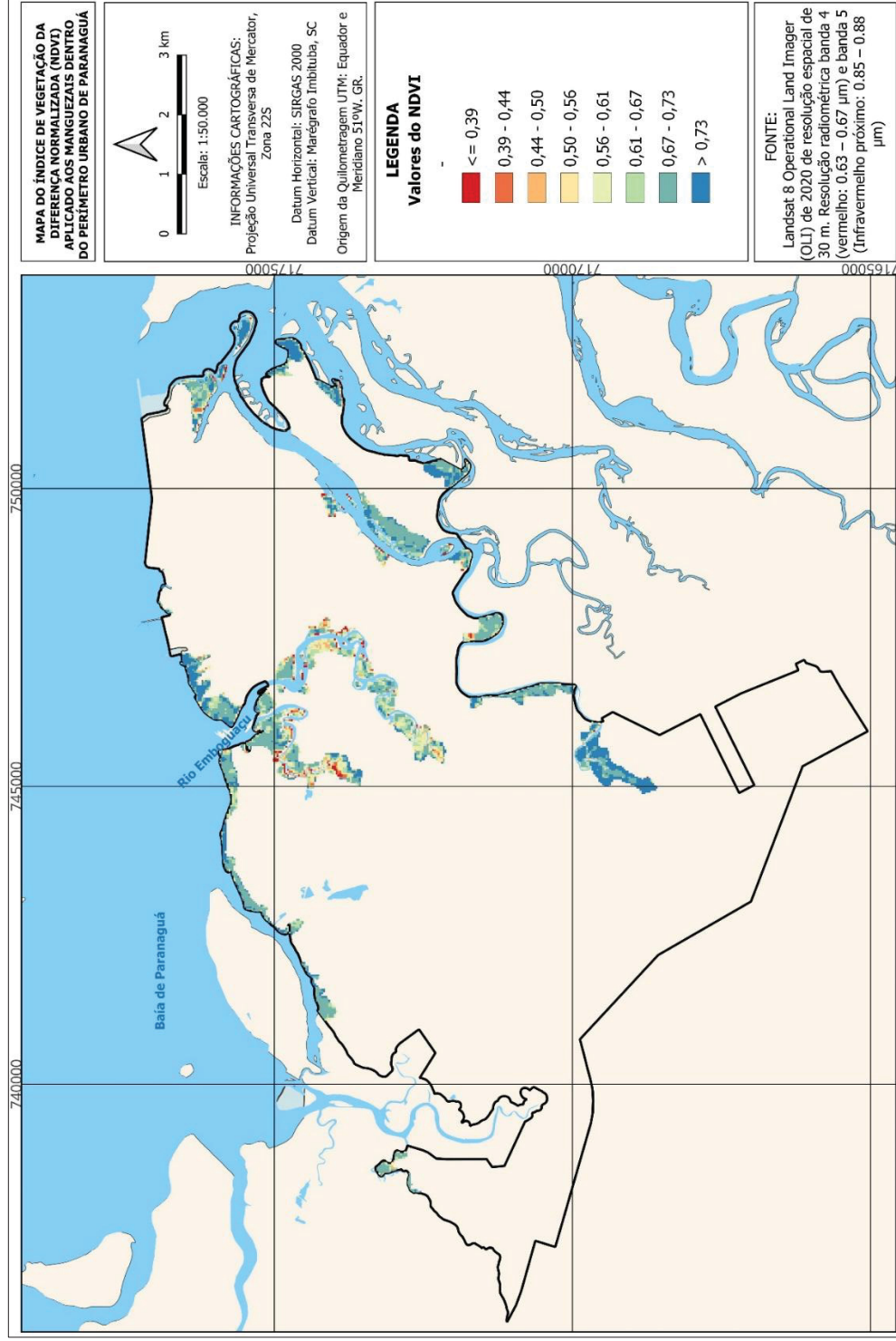
Os valores do NDVI aplicados aos manguezais localizados na área de estudo apresentam variação em relação ao mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal (figura 24 e 25). O NDVI é uma medida da capacidade fotossintética das plantas e da resistência das folhas à transferência de vapor de água. Assim, valores altos de NDVI são indicativos de alta atividade da vegetação. A premissa é que o NDVI é um indicador da saúde da vegetação, porque a degradação da vegetação seria refletida em uma diminuição do valor do NDVI (ALATORRE et al, 2016). Conforme apresentado na figura 24, os valores de NDVI com base nas imagens do satélite Landsat 8 com o sensor *Operational Land Imager* (OLI), a partir das bandas com resolução radiométrica banda 4 (Red: 0.63 – 0.67  $\mu\text{m}$ ) e banda 5 (*Near Infrared*: 0.85 – 0.88  $\mu\text{m}$ ) no perímetro urbano, mas especificamente aplicado para as áreas com vegetação de mangue variam entre -0,74 e 0,82.

FIGURA 24 - MAPA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) APLICADO AO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ



FONTE: Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) de 2020 de resolução espacial de 30 m. Resolução radiométrica banda 4 (vermelho: 0.63 – 0.67 µm) e banda 5 (Infravermelho próximo: 0.85 – 0.88 µm).

FIGURA 25 - MAPA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) APLICADO AOS MANGUEZAIS DENTRO DO PERÍMETRO URBANO DE PARANAGUÁ



FONTE: Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) de 2020 de resolução espacial de 30 m. Resolução radiométrica banda 4 (vermelho: 0,63 – 0,67 µm) e banda 5 (Infravermelho próximo: 0,85 – 0,88 µm).

Conforme apresentado nas figuras 24 e 25, em termos espaciais, o padrão de alteração dos valores do NDVI no manguezal (cuja variação foi de -0,16 a 0,82.) se concentrou na área central do perímetro urbano, especificamente nas margens do Rio Emboguaçu. Essas áreas têm como características principais agrupar uma mescla de usos da terra tais como residencial, comercial, serviço e uma parte do setor retroportuário. Na região mais ao norte do município, nos bairros Beira Rio e Vila Portuário, a alteração do valor do NDVI se observa nas adjacências da área urbanizada. Na região ao sul especificamente em Alexandra, observou-se que a alteração dos valores do NDVI no manguezal pode ser explicada pela mescla de áreas de solo exposto ou presença de água localizada na margem do rio Ribeirão. Nas margens do rio Itibere, especificamente nos bairros de Guaraituba, Vila São Vicente, Vila Itibere e Estradinha, observou-se também uma alteração no valor do NDVI, relacionado ao uso residencial da terra.

No cruzamento entre os dados do NDVI e as zonas propostas no ZEE, a aplicação do NDVI, dentro das categorias propostas pelo ZEE, a que apresenta cobertura vegetal de manguezal foi a Zona protegida por legislação ambiental específica.

O valor do NDVI aplicado à zona protegida por legislação ambiental específica apresentou variação entre -0,42 até 0,85. Em termos espaciais os manguezais dentro desta classe situados mais na região central das áreas de estudo mostraram-se com menores valores. Dentro destes, destacam-se os dos bairros Jardim Araça, Santa Helena, jardim Figueira e Embocuí. O mesmo é observado na porção ao norte em Beira Rio e Vila Portuária e a leste no bairro Guaraituba.

Conforme apresentado nas figuras 24 e 25, os manguezais dentro desta classe situados mais na região central das áreas de estudo mostraram-se com menores valores. A alteração nos valores se percebe nas áreas contíguas às manchas urbanas como é o caso nos bairros Beira Rio e Guaraituba.

Na presente pesquisa foi também realizado um cruzamento entre os dados do NDVI e as zonas propostas pelo plano diretor. Como a aplicação do NDVI levou em conta apenas as áreas com cobertura vegetal de manguezal. Neste sentido, dentro das categorias propostas pelo plano diretor apenas a ZRO apresentou cobertura de manguezal.

Em termos espaciais, o padrão de variação dos valores encontrados no NDVI na ZRO seguiu os apresentados relativos ao mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal para a classe de manguezal. Neste sentido, a maior diferenciação de valores foi observada na área central do perímetro urbano nas margens do Rio Emboguaçu que, por sua vez, abrange um conjunto de atividades antrópicas como as residências, os serviços, comércios e as áreas portuárias e

industriais. Na porção norte do município, a alteração do valor do NDVI se observa nas áreas próximas à área urbanizada, especificamente, nos bairros Beira Rio e Vila Portuário. Nos bairros de Guaraituba, Vila São Vicente, Vila Itibere e Estradinha que se localizam nas margens do rio Itibere, observou-se alteração no valor do NDVI, sendo que nesta área a principal forma de uso da terra é a classe de áreas edificadas.

Os resultados da análise multicritério que retratam o grau da qualidade ambiental dentro da área de estudo ao serem cruzados com o NDVI apresentaram duas características. Na porção ao leste do perímetro urbano, observou-se que os valores mais altos de NDVI coincidem com as áreas classificadas como de alta qualidade ambiental. Na mesma área, os valores baixos de NDVI, podem ser traduzidos pela presença de banco de areia ou água predominantes no pixel analisado devido a presença de rios e o aporte de sedimentos. Na margem esquerda do rio Itibere, observou alteração do valor do NDVI para menor na porção urbana, especificamente nos lugares nos bairros Garaituba, Vila São Vicente, Vila Itibere e Estradinha que também são as áreas classificadas como "muito baixo" no quesito de qualidade ambiental.

Uma outra configuração é observada na porção central, especialmente nos mangues localizados nas margens do rio Emboguaçu. Apesar das áreas com cobertura vegetal de mangues terem sido classificado como "alto" no quesito de qualidade ambiental, essas áreas apresentaram heterogeneidade nos valores do NDVI. Isso pode traduzir os efeitos que o processo de antropização está causando sobre a saúde dos mangues localizados nesses bairros. Adicionalmente, nesta área, observa-se uma concentração das classes de baixa a muito baixa qualidade ambiental.

As atividades realizadas em campo ajudaram a entender a configuração do uso dentro da área de estudo. O uso antrópico dos manguezais é realizado das mais diversas formas. Foram observadas situações como construções de casa dentro do limite do manguezal conforme exposto na figura 26. Nessas situações, observou-se condições precárias das moradias e uma falta de infraestruturas básicas de saneamento. Também foi constatado um despejo de lixo dentro dos manguezais. A área de despejo é considerável haja vista a quantidade de lixo que foram se acumulando. Neste mesmo sentido, a falta de infraestruturas básicas também pressupõe o provável despejo de esgoto doméstico nos manguezais.



FIGURA 26 - CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS RETRATANDO A OCUPAÇÃO RESIDENCIAL PRECÁRIA NOS MANGUEZAIS



FONTE: O autor (2020). Bairro Parque São João.

Outra situação que foi retratada nas observações de campo foi o despejo de lixo nas ruas em áreas adjacentes aos manguezais. Isto retrata a falta de cobertura de infraestruturas relativas à coleta de lixo domiciliares (figura 27).

FIGURA 27 - CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS RETRATANDO O DESPEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ÁREAS CONTIGUAS AOS MANGUEZAIS



FONTE: o autor (2020). Bairros Parque São João e Beira Rio.

Dentro das situações encontradas em campo, foi possível observar o despejo de esgoto *in natura* em áreas próximas aos manguezais. Essas áreas apresentam uso de residências precárias e de modo geral, há falta de infraestruturas de saneamento (presença de manilhas) (figura 28).

FIGURA 28 - CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS RETRATANDO O DESPEJO DE ESGOTO EM ÁREAS CONTIGUAS AOS MANGUEZAIS



FONTE: o autor (2020). Bairro Beira Rio



A questão do acúmulo de resíduos sólidos foi identificada (figura 29). Porém, no presente caso, a conotação era diferente. O acúmulo de lixo tinha como papel auxiliar no processo de aterrar o manguezal e assim expandir a ocupação urbana. Neste tipo de caso, o lixo abrangia entre outros restos de material de construção (entulhos).

FIGURA 29 - CONJUNTO DE FOTOGRAFIAS RETRATANDO O DESPEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ÁREAS CONTIGUAS AOS MANGUEZAIS PARA FINS DE ATERRAMENTO



FONTE: o autor (2020). Bairro Vila São Vicente

De forma geral, do conjunto das observações de campo, pode se concluir que o processo de antropização no entorno dos mangues ocorre das mais diversas formas. São áreas caracterizadas por ocupações irregulares, sendo que o padrão e tipo de construções das moradias apresentam variações em relação ao material utilizado (madeira, alvenaria, mista). Há uma carência de atendimento para a coleta de esgoto e lixo e para tanto um despejo *in natura*.

Adicionalmente, foi possível observar vários pontos de descarte de resíduos sólidos. Esses resíduos sólidos englobam desde lixo doméstico até entulhos. Este último é geralmente utilizado para aterrar posteriormente o manguezal. Não há um lugar definido ou central para o

descarte desses resíduos sólidos, resultando assim, no seu acúmulo nos mais diversos lugares. Os locais identificados foram os que são perto do manguezal (suas margens), na esquina das ruas, nas adjacências das casas, entre outros.

Também, foi observado que nos pontos de descarte a quantidade acumulada era variável de um ponto para outro, assim como o tipo de resíduos descartados, sendo esses: madeiras, pneus, sacolas plásticas, entulhos, entre outros.

Assim, a pressão antrópica observada foi mais no sentido de ocupação ou avanço da ocupação rumo ao mangue por meio da realização de aterramento. Isso poderia possivelmente acabar criando uma situação de contínua expansão sobre o manguezal. Nesta lógica, duas grandes vertentes se destacam: a remoção da vegetação do manguezal e seu aterramento. Neste último, o aterramento se realiza por meio da deposição de lixo domiciliar e de entulhos (material de construção) que funcionam com um sustentáculo (suporte ou base) para a construção das casas. Essas casas apresentam os mais diversos padrões de construção, assim como, de localização. Nesta ótica, é comum encontrar casas localizadas no final da rua, seja na divisa com a mancha do manguezal ou casas localizadas dentro das manchas de manguezal em si.

A pressão antrópica também foi observada a luz da questão do saneamento haja vista que nas manchas, foi identificado o despejo de esgoto in natura diretamente das residências para o manguezal. Isso traz à tona algumas considerações que diz respeito à salubridade e qualidade de vida das populações que moram nessas áreas. Áreas nas quais o lixo domiciliar que é utilizado como forma de aterramento do manguezal acaba se misturando com o esgoto que provém das casas.

Por fim, partindo da conjuntura supracitada, é também possível notar que este quadro acaba comprometendo a qualidade e saúde do manguezal devido às alterações vigentes no seu interior e nos seus arredores. As manchas de manguezal imageadas apresentam maior ou menor grau de antropização que não retratam um fenômeno pontual, mas histórico que vem ocorrendo a mais tempo.

Com base nos levantamentos de campo e os resultados anteriormente apresentados foi possível comprovar que as variáveis utilizadas e sistematizadas em indicadores temáticos conseguiram retratar a qualidade ambiental no entorno dos manguezais do perímetro urbano. Neste sentido, os indicadores saneamento ambiental urbano, uso da terra e cobertura vegetal; saúde dos manguezais, socioeconômico e ordenamento territorial (políticas públicas) auxiliam na avaliação da qualidade ambiental e, para tanto, podem fornecer importantes informações

para auxiliar os tomadores de decisões no que diz respeito ao planejamento, gestão das áreas contiguas aos manguezais e, conseqüente, assegurar sua proteção.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa foi desenvolvida tendo como hipótese que os indicadores geográficos de qualidade ambiental permitem avaliar o estado de conservação no entorno de ecossistemas sensíveis, tal como os manguezais que frequentemente estão sob a pressão antrópica. Nesse contexto, os bosques de manguezais localizadas na porção urbana do município de Paranaguá estão sujeitas a fragilização decorrente de atividades humanas desenvolvidas ao longo do tempo no seu entorno e para tanto, o objetivo geral que norteou a realização foi propor um escopo metodológico de construção de indicadores para a investigação da qualidade ambiental em entorno de ecossistemas sensíveis, tal como o manguezal. A pesquisa buscou compreender de forma específica a relação entre a dinâmica de expansão urbana e portuária e os manguezais urbanos de Paranaguá. O histórico de ocupação urbana na área de estudo foi norteado considerando o recorte temporal por processos que atuam de forma conjunta sobre a organização espacial.

Para tanto, o mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal foi de expressiva relevância neste processo. Na área de estudo foram identificadas oito classes de uso da terra e cobertura vegetal. o uso antrópico foi retratado pelas classes de áreas edificadas, uso portuário e industrial, mineração e áreas com solo exposto. a cobertura vegetal apresentou as seguintes formações fitogeográficas: Formações Pioneiras com Influência Flúvio Marinha (Manguezal), Zona de cladium, Formação da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Floresta Ombrófila Densa Submontana.

Em termos de dinâmica de ocupação urbana dentro da área de estudo, observou-se uma tendência marcada pela diminuição das áreas com cobertura vegetal, especificamente as formações pioneiras com influência flúvio-marinha (manguezal) e formação da floresta ombrófila densa das terras baixas (restinga). Por outro lado, houve um aumento decorrente do processo de antropização da área de estudo caracterizado pela expansão predominante das áreas edificadas. Neste sentido, pode-se concluir que a perda da cobertura vegetal se deu por meio da remoção e substituição desta por áreas ocupadas para fins urbanos ou para o desenvolvimento de atividades econômicas. É o caso da instalação de indústrias, expansão de atividades de comércio, serviços, mercados, infraestruturas urbanas, aumento e delimitação de áreas de interesse portuário, e construção de moradias (tanto no mercado formal imobiliário como informal), entre outros.

Neste último caso em específico, a falta, ou seja, o déficit habitacional aliado ao poder aquisitivo das parcelas com menor renda acaba se desdobrando na ocupação dos manguezais que, geralmente, são lugares poucos valorizados do ponto de vista econômico. Nos locais mais afastados da área urbana, como é o caso na PR 407, a redução da cobertura vegetal foi causada pelo processo desencadeado pela abertura de estradas, loteamentos e implantação de áreas rurais, a mescla de uso residências e comerciais, entre outros.

Em termos cronológicos, a área de estudo, em 1985, era possível observar uma ocupação mais acentuada na região central do perímetro urbano que a partir dos anos 2000, intensificou-se com o surgimento de novos bairros e a consolidação dos já existentes. Nos anos 2010 para 2020, surge uma organização mais generalizada nas demais áreas do perímetro urbano e novos loteamentos passaram a ser realizados. Em outras palavras, o recorte temporal de 1985 a 2020, evidenciou um constante e crescente processo de expansão urbana.

Tratar da ocupação urbana e levando em consideração o recorte temporal faz vislumbrar tanto as alterações que foram ocorrendo ao longo do tempo como identificar os vetores de expansão. Neste sentido, destaca-se como fator importante para entender a dinâmica de ocupação na área de estudo a presença das infraestruturas de transporte e logística (rodovias e ferrovia), as áreas para ocupação urbana e sobretudo a proximidade destas áreas com o centro da cidade e o porto (caso da Ilha dos Valadares). Dentro da área de estudo, a ilha dos Valadares se destaca pelo rápido processo de ocupação pelo qual passou. A década de 1960 e particularmente a expansão do ciclo do café representou o período que mais contribuiu a antropização da ilha, haja vista a sua proximidade com o centro urbano de Paranaguá. A crise cafeeira e a dispensa do contingente de trabalhadores com pouca qualificação, bem como, a construção da BR277 e a construção da ponte sobre o rio Emboguaçu (acesso a ilha dos Valadares) tiveram como consequências a abertura de novas áreas de expansão e o adensamento de áreas já ocupadas, a ocupação sobre os manguezais aí localizados.

A proximidade direta dos manguezais com a malha urbana e às atividades produtivas, sem a existência de nenhuma barreira física, acarreta a sua conversão em áreas com uso antrópico por estarem próximos. Nesta conjuntura, as principais ameaças à proteção dos manguezais são a expansão urbana que faz com que as parcelas de baixo poder aquisitivo encontrem nas áreas pouco valorizadas, entre elas os manguezais, possíveis locais de instalação e construção de moradias, a expansão das atividades portuárias e indústrias correlatas que acabam atraindo um fluxo migratório pela expectativa de geração de empregos e renda e, por fim migração e crescimento natural da população. Outra realidade presente na área de estudo é

o afastamento e migração dos moradores de locais onde se desenvolvem atividades industriais com potencial risco de acidentes para locais mais afastados.

Esta configuração urbana faz com que seja possível também identificar as tendências de crescimento ou vetores de expansão dentro da área de estudo. Estes se concentram na PR 407 onde há surgimento de loteamentos, bem como, na área formada pelo bairro Alexandra onde existe uma ocupação nem que seja ainda em menor proporção. Toda esta dinâmica acaba gerando alterações sobre o ambiente e especificamente sobre o ecossistema manguezal.

Neste sentido, com base na premissa que norteou a pesquisa e que se fundamentou em avaliar a qualidade ambiental da área de estudo, tornou-se necessário desenvolver métodos que pudessem auxiliar nesta tarefa, os procedimentos metodológicos desenvolvidos se embasaram no uso sistema de informação geográfica para o estabelecimento de variáveis e construção de indicadores temáticos para se construir um diagnóstico da qualidade ambiental na área de estudo. Por meio de uso das variáveis de Uso da terra e cobertura vegetal, Renda média por domicílio, Domicílios com coleta de esgoto, Domicílios com lixo coletado e Domicílios particulares permanentes e as classes de Zoneamento Ecológico-Econômico, Áreas de Proteção Permanentes, Zoneamento Urbano do Plano Diretor e Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), sendo agrupados em indicadores temáticos de Saneamento Ambiental Urbano, Uso da terra e Cobertura Vegetal, Saúde dos manguezais, Socioeconômico e ordenamento territorial, foi possível realizar o mapeamento da qualidade ambiental dentro da área de estudo

Falar de qualidade ambiental dentro da configuração urbana de Paranaguá é de suma importância, pois diz respeito a proteção a um leque de possibilidades que envolve a própria qualidade de vida das populações que ali residem, a proteção e necessidade de permanência da cobertura vegetal e, especificamente dos manguezais urbanos localizados no perímetro urbano do município.

O perímetro urbano do município de Paranaguá se encaixa nas classes de média e baixa quando se trata de qualidade ambiental. esta classificação se deve ao conjunto de fatores que caracterizam a área de estudo como é o caso da forma de uso da terra que mescla dentro do perímetro urbano os usos relacionados a atividade portuária, industrial, comercial, de serviços e residencial.

Dentro do conjunto de variáveis, as áreas cobertas com vegetação foram as que apresentaram os melhores níveis de qualidade ambiental variando entre as classes “alta” a



“muito alto.” Isto comprova a designação da cobertura vegetal como indicador importante para qualidade ambiental.

As demais áreas classificadas nos menores níveis de qualidade ambiental representam as que têm condições potenciais de causar pressões antrópicas sobre os manguezais. Neste sentido, a problemática de atendimento ao requisito de saneamento ambiental urbano marcado pelo correto destino para o lixo e esgoto domésticos representaram fatores de suma importância. Isto porque o manguezal já sofre pressão por desmatamento para fins de ocupação. Nesta conjuntura acrescentaria o despejo irregular *in natura* de lixo e esgoto nas áreas adjacentes aos manguezais que tem potencial de comprometer os parâmetros físico-químicos e biológicos dos manguezais.

A falta de saneamento na área de estudo como um todo e especificamente no entorno dos manguezais traz vários desdobramentos. de um lado, há a ameaça direta aos manguezais. Por outro lado, problemas para a saúde humana proliferação de doenças. Nas bibliografias que tratam da qualidade ambiental é comum encontrar uma ligação deste conceito ao conceito de qualidade de vida. Neste sentido, as áreas mapeadas com menores classes de qualidade ambiental podem ter como desdobramento uma piora na qualidade de vida das populações. Isto porque um fator importante e característico da área de estudo é a existência da atividade portuária e indústrias correlatas que tem potencial poluidores importantes em caso de acontecer algum acidente. Neste sentido, o recomendado seria pensar em mecanismo que não misture áreas residências nas proximidades das áreas industriais.

Tratando ainda da qualidade ambiental, um fator que também desempenha um papel relevante é a renda das populações que residem nessas áreas. Neste sentido, vale ressaltar que Paranaguá sofre de um déficit habitacional. A presente pesquisa abordou também o papel tanto da renda como a densidade dos domicílios. Isto porque, as cidades organizam geralmente a questão fundiária em torno de um mercado formal de terras. A instalação de equipamentos e infraestruturas urbanas, a proximidade aos centros ou locais de trabalho acabam gerando um encarecimento do preço da terra. Este aumento do valor vai definindo como as parcelas da população com mais ou menor poder aquisitivo vão se organizar no espaço.

Além disso, o município de Paranaguá sofre de um déficit habitacional. Essa conjuntura cria um mercado informal de terra que encontra na ocupação dos manguezais uma forma de garantir um espaço de moradias para as populações de menor poder aquisitivo que buscam condições de trabalho. O manguezal se torna uma possível forma de aquisição de terra com baixo custo. Este baixo custo se deve às condições em que se desenvolvem este



ecossistema como presença de áreas alagadiças. Adicionalmente à problemática de aquisição de terrenos em áreas de manguezais, a concentração da população (densidade demográfica) nestas áreas acaba gerando uma pressão que ainda se amplia quando falta infraestruturas básicas de saneamento.

A forma de uso da terra e a proteção dada a cobertura vegetal também representaram elementos importantes que influenciam a qualidade ambiental no entorno dos manguezais. Na porção mais ao norte da área de estudo a presença do porto é um elemento importante que precisa de ações de monitoramento no que diz respeito aos possíveis impactos gerados por esta atividade. Vale ressaltar que o próprio porto também tem seus respectivos programas de monitoramento.

A realização da presente pesquisa, contou com o levantamento (não exaustivo) de alguns instrumentos legais incidentes sobre a área de estudo, específicos. Neste sentido, a atual proposta de zoneamento do Plano Diretor traz alguns aspectos importantes para se tratar da qualidade ambiental na área de estudo. Uma primeira ressalva foi o vigente desenho do perímetro urbano que buscou fomentar a ocupação de vazios urbanos, a promoção e a oferta de loteamentos regulares, a ocupação em áreas limítrofes à malha urbana com o propósito de impedir o crescimento desordenado que acarreta diversos conflitos e problemas sociais e financeiros, tanto ao poder público quanto à população.

Neste sentido, em relação ao desenho do anterior plano diretor (2007) as áreas localizadas na porção leste do perímetro urbano foram excluídas do perímetro urbano. Essas áreas abrangiam parte importantes de manguezais, restinga e Unidades de Conservação. O atual zoneamento também traz tanto, a proteção aos manguezais na categoria da ZRO, como ao seu entorno com a designação das ZEIS 2. Outro instrumento analisado foi o ZEE que apresenta um zoneamento no qual, a zona urbana se destaca por representar a área de concentração dos usos antrópicos sendo residências ou relacionados para as atividades econômicas e produtivas. Neste sentido o próprio ZEE traz algumas recomendações dentro de um cenário prospectivo.

Além da qualidade ambiental, dos instrumentos de ordenamento territorial, o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) também desempenhou um importante papel na presente pesquisa ao informar sobre a saúde dos manguezais na área de estudo. Neste sentido, os manguezais localizados na área central do perímetro urbano foram os que apresentaram alterações nos padrões do índice.

Neste sentido, com base nas conclusões anteriormente apresentadas, a análise multicritério por meio da combinação linear ponderada aliada ao índice de vegetação da

diferença normalizada (NDVI) e aos instrumentos de ordenamento territorial permitiram realizar uma avaliação da qualidade ambiental no entorno dos manguezais urbanos de Paranaguá, demonstrando assim, seu potencial de auxiliar os tomadores de decisão em prol a proteção deste ecossistema.

Neste sentido, a importância de integração dos instrumentos anteriormente citados, ao conjunto de leis de proteção ao manguezal (federal, estadual e municipal), deve ser acompanhada a ações concretas de educação ambiental, fomento na fiscalização dessas áreas e/ou implantação de Unidades de Conservação específicas para o manguezal, com zona de amortecimento devidamente estipulada. Especialmente no caso de implantação de Unidades de Conservação, conforme o estudo desenvolvido por Lima et al. (2021), os autores apontaram que as Unidades de Conservação de Proteção Integral cumprem um papel importante na manutenção do estado de conservação do manguezal e na estabilidade do microclima.

Com base na conjuntura supracitada, recomenda-se:

- Implementação de um programa contínuo de monitoramento da ocupação dos manguezais no perímetro urbano de Paranaguá;
- Implementar um programa de realocação das famílias das áreas ocupadas especialmente com base no grau de precarização das famílias em manguezal para outras áreas dentro do perímetro urbano junto com um programa de disponibilização de infraestruturas urbanas e de saneamento;
- Propor a criação de projetos para proteção do manguezal (“guardião do manguezal”) que envolva primeiro as populações que dependem do manguezal para sua subsistência (pescadores) em parcerias com o Poder Público e Universidades;
- Concorrer a editais nacionais ou internacionais de financiamento de projetos para proteção dos manguezais (GEF Mangue, *blue carbon*, entre outros) em especial o poder público;
- Priorizar nas áreas vizinhas aos manguezais projetos específicos e ações de educação ambiental no que diz respeito ao lixo e esgoto;

Ampliar os equipamentos públicos e cobertura no que diz respeito à coleta de resíduos sólidos e esgotos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, C. M. S. **Porto de Paranaguá: transformações espaciais decorrentes do processo de modernização capitalista e integração territorial entre os anos 1970 e 2010**. 2011. 295p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011
- ALATORRE, L.C.; SANCHEZ-CARRILLO, S.; MIRAMONTES-BELTRAN, S.; MEDINA, R.J.; TORRES-OLAVE, M. E.; BRAVO, L.C.; WIEBE, L.C.; GRANADOS, A.; ADAMS, D.K.; SANCHEZ, E. MARIO, U. Temporal changes of NDVI for qualitative environmental assessment of mangroves: Shrimp farming impact on the health decline of the arid mangroves in the Gulf of California (1990 e 2010). **Journal of Arid Environments** 125, pp 98 – 109, 2016.
- ALBUQUERQUE, A.; FREITAS, E.; MOURA-FÉ, M.M.; BARBOSA, W. A proteção dos ecossistemas de manguezal pela legislação ambiental brasileira. **GEographia** - Ano. 17 - Nº33 – 2015, 126.
- ALONGI, D. M. Present state and future of the world's mangrove forests. **Environmental Conservation**, 29: 331–349, 2002.
- ANGULO J. R. **Mapa do Cenozóico do litoral do estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências**, n. 55, p. 25-42, Editora UFPR, 2004.
- ANGULO, Rodolfo. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992, 334p.
- ANTUNES, Paulo Bessa de. **Direito ambiental**. Rio de Janeiro : Lumen Juris, 1996. 446p.
- BALOLOY, A. B.; BLANCO, A. C.; STA ANA, R. R. C.; NADAOKA, K. Development and application of a new mangrove vegetation index (MVI) for rapid and accurate mangrove mapping. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** 166 (2020) 95-117.
- BARGOS, D. C. **Mapeamento e análise das áreas verdes urbanas como indicador da qualidade ambiental urbana: estudo de caso de Paulínia-SP**. Dissertação de mestrado em Geografia. Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2010.
- BERNARD, R. Petite histoire de la mangrove depuis les origines : perception d'un écosystème tropical et transferts dans l'imagination populaire. In: **Côtes et estuaires : milieux naturels. Actes du 124<sup>e</sup> Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, « Milieu littoral et estuaires »**, Nantes, 1999. Paris : Editions du CTHS, 2002. pp. 107-122. (Actes du Congrès national des sociétés savantes, 124);
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J.; WERNER, A. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento do Paraná, 1978.

BIGARELLA, J.J. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. In: **Brazilian Archives of Biology and Technology – An International Journal**. Jubilee Volume (1946-2001) p. 65 – 110. Dezembro, 2001.

BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; MARQUES FILHO, P.L. Ocorrência de depósitos sedimentares continentais no litoral do estado do Paraná (Formação Alexandra). Notas Preliminares. **Est. Inst. Biol. Pesq. Tecnol.**, Curitiba, n. 1, 1959.

BLASCO, F., GAUQUELIN, T., RASOLOFOHARINORO, M., DENIS, J., AIZPURU, M., & CALDAIROU, V. Recent advances in mangrove studies using remote sensing data. **Marine and Freshwater Research**, 49(4), 287-296, 1998

BORJA, P. C. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA: **Uma contribuição metodológica**. Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia. Salvador - Bahia, 1997.

BRANDÃO, E. J. O Ecossistema Manguezal: aspectos ecológicos e jurídicos. Revista do Curso de Direito da Uniabeu, Belford Roxo, v. 1, n. 2, ago./dez., 2011.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Congresso Nacional, 2012.

BRIEN P., 1948 - Propositions d'incorporer les mangroves des criques de l'estuaire du Congo dans les parcs nationaux de la colonie. **Bulletin des Séances de l'Institut Royal Colonial Belge**, Bruxelles, vol. 19, p. 764-767.

BRIGUENTI, E. C. **O uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da Bacia do Ribeirão Anhumas, Campinas/SP**. Dissertação de mestrado em Geografia. Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2005.

BURROUGH, P. A. Development of intelligent geographical information system. In: **International Journal of Geographical Information Systems**. (1): 1 – 11, 1992.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução a Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, SP: INPE, 2001.

CÂMARA, G.; MOREIRA R. F.; BARBOSA C. C.; FILHO R. A.; BÖNISCH S. **Inferência Geográfica e Suporte à Decisão**. São José dos Campos, SP: INPE, 2001.

CANEPARO, S. C. **Manguezais de Paranaguá: uma análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica – 1952-1996**. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Meio Ambiente) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

CANEPARO, S. C. Análise Da Dinâmica Espacial Da Ocupação Antrópica Em Paranaguá/Pr (1952-1996), Através Do Uso De Sistema De Informações Geográficas. In **RA'EGA**, Curitiba, n. 4, p. 111-130. 2000.

CANEPARO, S. C.; BRANDALIZE, M. C. B.. Ocupações Irregulares e suas Implicações Ambientais no Município de Paranaguá, Estado do Paraná. **Geodesia**, v. 1, p. 1-12, 2008.

CAVALCANTE, J. C.DE.; LIMA, A.M.M.DE.; SILVA, J.C.C.DA.; HOLANDA, B. S. DE.; ALMEIDA, C.A. Temporal Analysis of the Mangrove Forest at the Mocajuba River Hydrographic Basin-Pará. **Floresta e Ambiente** 2021; 28(2).

CARVAJAL-OSÉS, M., HERRERA-ULLOA, A.; VALDÉS-RODÍGUEZ, B.; CAMPOS-RODRIGUEZ, R. Manglares y sus Servicios Ecosistémicos: hacia un Desarrollo Sostenible. **Gestión y ambiente** 22(2), 277-290, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15446/ga.v22n2.80639>

CERDEIRA, P. C.R. **A percepção do lixo na perspectiva de diferentes autores sociais no ambiente urbano de Paranaguá**: Em Estudo de Caso, Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1999.

CINTRÓN, Gilberto; SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. Introduccion a la ecologia del manglar. Montevideo: **Oficina Regional de Ciência y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe**, 109p, 1983.

COSTA, L. J. M. et al. **Diagnóstico socioambiental da cidade de Paranaguá -1995**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. 47p.

XIA, Q.; HE, T.-T.; QIN, C.-Z.; XING, X.-M.; XIAO, W. An Improved Submerged Mangrove Recognition Index-Based Method for Mapping Mangrove Forests by Removing the Disturbance of Tidal Dynamics and *S. alterniflora*. **Remote Sens.** 2022, 14.

ROLLET BERNARD. Les utilisations de la Mangrove. In: **Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée**, vol. 22, n°7-9, Juillet-août-septembre 1975. pp. 203-235; doi: <https://doi.org/10.3406/jatba.1975.3210>

CUEVAS-DÍAZ, M.C; HERNÁNDEZ-ROMERO, A. H.; VÁZQUEZ-LUNA, D.; LARA-RODRÍGUEZ, D.A.; GUZMÁN-LÓPEZ, O.; GONZÁLEZ-ARVIZU, J.E.; ONTIVEROS-JOSÉ, J.I. Efecto de las actividades antropogénicas sobre la cobertura de mangle en la cuenca baja del río Coatzacoalcos. **Ecosistemas** 29(3):1954.

CUNHA-LIGNON, M.; COELHO, C.; ALMEIDA, R.; et al. Characterisation of mangrove forest types in view of conservation and management: A review of mangals at the Cananéia region, São Paulo State, Brazil. **Journal of Coastal Research**, , n. SPEC. ISSUE 64, p. 349–353, 2011.

DAHDOUH-GUEBAS, F. THE USE OF REMOTE SENSING AND GIS IN THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TROPICAL COASTAL ECOSYSTEMS in **Environment, Development and Sustainability** 4: 93–112, 2002.

DAY, H.; JANKEY, S.G. Lessons from the literature: toward a holistic model of quality of life. In: RENWICK, R.; BROWN, I.; NAGLER, M. (Eds.). **Quality of life in health promotion and rehabilitation: conceptual approaches, issues and applications**. Thousand Oaks: Sage, 1996.

DELGADO M. G.; BARREDO CANO J. I. **Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio (2ª Ed.)** Alfaomega, México, 2005.

DETWYLER, T. R.; MARCUS, M. G. (orgs.). *Urbanization and Environment. The Physical Geography of the City*. Belmont (California): Duxbury Press. 1972.

DIAS, F.A.de.; GOMES, L. A.; ALKMIM, J. K. de. Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT. In **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 23 (1): 127-147, abr. 2011

DIEGUES, C. A. **Diversidade Biológica e Culturas Tradicionais Litorâneas: O Caso das Comunidades Caiçaras**. In: Documento apresentado na 4ª Conferência da UICN União Mundial para Conservação da Natureza, em São Jose, Costa Rica, fevereiro de 1988.

DINIZ, C.; CORTINHAS, L.; NERINO, G.; RODRIGUES, J. Brazilian Mangrove Status: Three Decades of Satellite Data Analysis. **Remote Sens**. 2019, 11, 808.

DUKE, N.C. Mangrove floristics and biogeography. In: Robertson AI, Alongi DM, eds. **Tropical mangrove ecosystems**. Washington DC: American Geophysical Union, 1991. pp 63–100.

DUKE, N.C., BALL, M.C.; ELLISON, J.C. Factors influencing the biodiversity and distributional gradients in mangroves. **Global Ecology and Biogeography Letters** 7: 27–47, 1998.

ESTEVEZ, L.F.; NUCCI, J.C. Análise de relatórios ambientais prévios de Curitiba/pr com base nos princípios do planejamento da paisagem. In **Ra'e Ga** - Curitiba, v.34, p.50-68, Ago/2015

EASTMAN, J. R. **Decision support: decision strategy analysis. IDRISI 32 release 2: guide to GIS and image processing**, Worcester: Clark Labs, Clark University, 2001. V.2, 22p.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows: Introdução e Exercícios Tutoriais – Versão 2**. Tradução: Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre: UFRGS - Centro de Recursos IDRISI, 1998.

EASTMAN, J. R. **IDRISI Taiga Guide to GIS and Image Processing; Manual Version 6.02**; Clark Labs: Worcester, MA, USA, 2009.

EASTMAN, J. R.; JIANG, H. Fuzzy Measures in Multi-criteria Evaluation. In: International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in **Natural Resources and Environmental Studies**, 2., Colorado, 1996. Proceedings. Colorado: USDA, 1996. p.527-534.

EMBRAPA - CNPS. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006.

\_\_\_\_\_. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 2009. 412p.

FARINON, S. J.; MIRON, L. I. G.; OLIVEIRA, W. M.de. Contribuição para a elucidação dos conceitos de qualidade de vida urbana e qualidade ambiental sob a ótica dos indicadores ambientais. In: **Pixo: revista de arquitetura, cidade e contemporaneidade**. Pelotas. Vol. 4, n.14(2020), p. 204-217



FERNANDES, R. T. V.; OLIVEIRA, J. F. de; OLIVEIRA, J. C. D. de; FERNANDES, R. T. V.; NASCIMENTO, L.; PINTO, A. R. M.; NOVAES, J. L. C. Impact of carciniculture in mangrove of rio das conchas, Porto do Mangue, Rio Grande do Norte. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 30, n. 3, p. 64-84, 2018. Available <https://doi.org/10.14393/SN-v30n3-2018-4>

FERREIRA, A. C.; LACERDA, L. D. Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. **Ocean and Coastal Management**, v. 125, p. 38–46, 2016.

FERREIRA, R. D. **Os manguezais da baía de Vitória (ES): um estudo de geografia física integrada**. São Paulo, 1989. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia , Universidade de São Paulo. 302p.

FONSECA, L. C. DE M. DA.; CIOFFI, G.; FAGUNDES, K. R. C.; PRATEZI, M. R.; CAMARGO, P. R.; CUNHA-LIGNON, M. MANGUEZAIS DO PARANÁ: ZONA ÚMIDA COSTEIRA E SEUS ATRIBUTOS. In: **Ecologia e conservação da biodiversidade 2** / Organizadores José Max Barbosa Oliveira-Junior, Lenize Batista Calvão. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

FREITAS, F.R.; CAPETI, K.G.; SAMPAIO, C.R. Uso e ocupação dos manguezais da área urbana de Paranaguá-PR: uma abordagem histórica e socioambiental. In **UNISANTA Bioscience** Vol. 6 nº 2 (2017) p. 93-100

FRIESS, D. A.; ROGERS, K.; LOVELOCK, C. E.; KRAUSS, K. W.; HAMILTON, S. E.; LEE, S. Y.; LUCAS, R.; PRIMAVERA, J.; RAJKARAN, A.; SHI, S. The State of the World's Mangrove Forests: past, present, and future. **Annu. Rev. Environ. Resour.** 44:89–115, 2019.

Ghosh et al.: Change prediction and modeling of dynamic mangrove ecosystem. In: **Journal of Applied Remote Sensing** 042606-1 Oct–Dec 2021 • Vol. 15(4)

GILMAN, E.L.; ELLISON, J.; DUKE, N.C.; FIELD, C. Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review. **Aquat. Bot.** 2008, 89, 237-250.

GIRI, C.; OCHIENG, E.; TIESZEN, L. L.; ZHU, Z.; SINGH, A.; LOVELAND, T.; MASEK, J.; DUKE, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n. 1, p. 154-159, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>

GODOY, A. M. G. Os impactos sócio-ambientais na expansão do porto de Paranaguá frente à maior inserção do Brasil no mercado internacional. In: **Meio ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná: diagnóstico**. Curitiba: UFPR, 1998. P.231-235.

GODOY, A.M.G. **Um olhar sobre a cidade de Paranaguá: os impactos socioambientais das mudanças portuárias**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1998.

GUEBAS, F. Characterisation of mangrove forest types in view of conservation and management: a review of mangals at the Cananéia region, São Paulo State, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. I, p. 349-353, 2011.



GUIMARÃES, S. L.de.; DACANAL, C. Arquitetar para viver. educar para conservar: faces da qualidade ambiental e da qualidade de vida na conservação do meio ambiente. In **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro - Vol.1 - n.1/2 - julho/dezembro/2006, p.20

GUIRAL, D.; ALBARET, J.J.; BARAN, E.; BERTRAND, F.; DEBENAY, J.P.; DIOUF, P. S.; GUILLOU, J.J.; LoeUFF, P. L.; MONTOROI, J.P.; SOW, M. Les écosystèmes à mangrove. In: Goedefroit Sophie. Marie-Christine Cormier-Salem eds., Rivières du Sud. Sociétés et mangroves ouest-africaines.. In: Espace, populations, sociétés, 2000-1. Mélanges (II) - Miscellanies (II) pp. 127-129.  
[www.persee.fr/doc/espos\\_07557809\\_2000\\_num\\_18\\_1\\_1931\\_t1\\_0127\\_0000\\_3](http://www.persee.fr/doc/espos_07557809_2000_num_18_1_1931_t1_0127_0000_3)

HERCULANO, Selene C. A qualidade de vida e seus indicadores. In: HERCULANO, Selene et al.(org.). Qualidade de Vida e Riscos Ambientais. Niterói: EDUFF, 2000, 334p.

HOENE, F. C., Botânica e Agricultura no Brasil no século XVI, São Paulo, Cia. Edit. National, 1937.

HOSSAIN, M.D.; NURUDDIN, A.A. **Soil and mangrove: A Review**. J. Environ. Sci. Technol., 9: 198-207. 2016.

Hu, L.; Li, W.; Xu, B. The role of remote sensing on studying mangrove forest extent change. **International Journal of Remote Sensing**, 39:19, 6440-6462, 2018.

IAPAR. **Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1998.

IAT. INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Geodados**. Disponível em: <<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-geoespaciais-de-referencia>>. Acesso em 23 oct. 2022.

IBGE CIDADES. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Paranaguá**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/paranagua/panorama>>. Acesso em outubro de 2023.

IBGE CIDADES. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Paranaguá**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/paranagua/panorama>>. Acesso em Setembro de 2023.

IBGE. **IBGE em parceria com a Marinha do Brasil lança o Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas**. Disponível em <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=1&idnoticia=2036&t=ibge-parceria-marinha-brasil-lanca-atlas-geografico-zonas-costeiras-oceanicas&view=noticia>>. Acesso em outubro de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**, Rio de Janeiro, 2012.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília, 2018.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Paranaguá. Disponível em <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=83200&btOk=ok>>. Acesso em maio agosto de 2023.

IVERSON, L. R.; GRAHAM, R. L.; COOK, E. A. Applications of satellite remote sensing to forested ecosystems. **Landscape Ecology** vol. 3 no. 2 pp 131-143 (1989)

JADOT, C. 2016. **La Mangrove, un écosystème au service de l'homme**. ES Caribbean LLC. 14pp

JANNUZZI, P. M.; MIRANDA, W. L.; SILVA, D. S. G. Análise multicritério e tomada de decisão em políticas públicas: aspectos metodológicos, aplicativo operacional e aplicações. **Informática Pública**, ano 11, n. 1, p. 69-87, 2009.

JENSEN, J.R.; LIN, H.; YANG, X.; RAMSEY, E.; DAVIS, B. A.; THOEMKE, C. W. The measurement of mangrove characteristics in southwest Florida using SPOT multispectral data. **Geocarto International**

JIANG, H.; EASTMAN, J. R. Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, v.14, n.2, p. 173-184, 2000

JONES, J.; DALE, P.E.; CHANDICA, A.L; BREITFUSS, M.J. Changes in distribution of grey mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) using large scale aerial color infrared photographs: Are changes related to habitat modification for mosquito control? *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 2004, 61, 45-54.

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 socioeconômicos da região urbana do município de Paranaguá – Paraná. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**: 2753-2760, 2007.

KRISHNAN, V. S.; FIROZ, C. M. Regional urban environmental quality assessment and spatial analysis. **Journal of urban management**, v. 9, n. 2, p. 191-204, 2020.

KUENZER, C.; BLUEMEL, A.; GEBHARDT, S.; QUOC, T. V.; DECH, S. Remote sensing of mangrove ecosystems: A review. **Remote Sensing**, v. 3, n. 5, p. 878–928, 2011.

LANA, P. da C. As marismas da Baía de Paranaguá: características gerais, modos de apropriação e implicações para a legislação ambiental. **Revista de Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 8, p. 11-23, jul/dez. 2003. Editora UFPR.

LANA, P.C. Manguezais, legislação e gestão de áreas costeiras: o caso da Baía de Paranaguá. In: VIEIRA, P. F. (org.), **Conservação da Diversidade Biológica e Cultural em Zonas Costeiras: Enfoques e Experiências na América Latina e no Caribe**. Anais, p.313-331, Editora APED, Florianópolis, SC, Brasil, 2003.

LASSALLE, G.; FERREIRA, M. P.; ROSA, L. E. C. La.; SCAFUTTO, R. D. P. M.; SOUZA FILHO, C. R. De. Advances in multi- and hyperspectral remote sensing of mangrove species: A synthesis and study case on airborne and multisource spaceborne imagery. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** n. 195, p. 298–312, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2022.12.003>

LEE, S.Y.; DUNN, R. J. K.; YOUNG, R. A.; CONNOLLY, R. M.; DALE, P. E. R.; DEHAYR, R.; LEMCKERT, C. J.; MCKINNON, S.; POWELL, B.; TEASDALE, P. R.; WELSH1, D.T..

Impact of urbanization on coastal wetland structure and function. **Austral Ecology** ,2006 31, 149–163 doi:10.1111/j.1442-9993.2006.01581.x

LEE, S.Y.; PRIMAVERA, J.H.; DAHDOUNH-GUEBAS, F. MCKEE, K.; BOSIRE, J. O.; CANNICCI, S.; DIELE, K.; FROMARD, F.; KOEDAM, N.; MARCHAND, C.; MENDELSSOHN, I.; MUKHERJEE, N.; RECORD, S.. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. *Global Ecology and Biogeography*, (Global Ecol. Biogeogr.) (2014) 23, 726–743

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. Métodos em Questão. (1). São Paulo: IGEO/USP, 1971.

LIMA, N. G. B. .; CUNHA-LIGNON, M. .; GALVANI, E. . Microclimatic analysis of mangroves in two distinct categories of Protected Areas and conserved status. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 33, 2021. <https://doi.org/10.14393/SN-v33-2021-57483>

LIMA, N. G. B. de.; GALVANI, E. Interação dos atributos climáticos nos manguezais do litoral sul de São Paulo e sua relação com os controles climáticos. **Revista Confins** nº 36, 2018.

LIMA, V. Mapeamento da qualidade ambiental urbana com o uso da técnica AHP. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, Ituiutaba, v. 9, n. 1, p. 60-72, jan./jun. 2018.

LOMBARDO, M.A. Ilha de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

LOPES, G.M. **Aplicação de um modelo numérico hidrodinâmico para as baías de Paranaguá e Antonina - PR**. Pontal do Paraná, 2012

Louis R. Iverson', Robin Lambert Graham<sup>2</sup> and Elizabeth A. Cook' LUENGO, G. Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana. Una propuesta teórico-metodológica. **Anais do IV Seminário Latinoamericano de Calidad de Vida Urbana**. Tandil(Argentina), 8 a 11 de setembro de 1998

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S.C. The Ecology of Mangroves. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Vol. 5 (1974), pp. 39-64

LUO, Y., LIU, P.; LIAO, M. An Artificial Immune Network Clustering Algorithm For Mangroves Remote Sensing Image. **International Journal On Smart Sensing And Intelligent Systems** v. 7, nº 1, 2014

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

MACEDO, R.K. A Importância da Avaliação Ambiental. In: *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*. Sâmia Maria Tauk (organizadora). São Paulo: Ed. Unesp. 1991.

MACEDO, R.K.de. A importância da avaliação ambiental. In: *TAUK, S. M. Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

MACHADO, L. M. C. P. Qualidade Ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. In: MARTOS, H. L. e MAIA, N. B. Indicadores Ambientais. Sorocaba: Bandeirante Ind. Gráfica S.A, 1997, p. 15-21

MACIEL, N. C. Legislação Ambiental e o manguezal. In: Manguezais: educar para proteger. FEMAR/SEMADS, 2001.

MAGRIS, R.A.; BARRETO, R. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** (2010), 5(4):546-556

MALCZEWSKI, J. GIS and multicriteria decision analysis. New York: John Wiley, 1999. 362p.

MALZEWSKI, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning*, v. 62, n. 1, p. 3-65, 2004.

MARTIN, F. **Etude de l'écosystème mangrove de la baie de Paranaguá (Paraná, Brésil) : analyse des impacts et propositions de gestion rationnelle**. Paris, 1992. Tese (Doutorado em Biologia) - Instituto de Biologia, Universidade de Paris VII. 289p.

MARTIN, F.; ZANONI, M. Conflits d'usage sur les mangroves de la baie de Paranaguá, Paraná, Brasil. Urbanisation et préservation ou utilisation rationnelle des ressources? **Journal d'Agriculture traditionnelle et de botanique appliquée**. Paris, v.36, n.2, p.237-269, 1994.

MARTINELLI, P. **Qualidade Ambiental Urbana em Cidades Médias: proposta de modelo de avaliação para o Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, São Paulo, 2004

MATSUMI, Tayuri Ishi; FREITAS, Vladimir Passos de. A proteção do ecossistema manguezal no direito ambiental brasileiro. *Revista Direito e Liberdade*, Natal, v. 20, n. 3, p. 205-229, set./dez. 2018. Quadrimestral.

MENGHINI, R. P.; ROVAI, A. S.; ALMEIDA, R. DE.; COELHO JUNIOR, C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Restauração ecológica de manguezais. In: **ICMBIO. Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 176 p., 2018.

MEZA DIAZ, B.; BLACKBURN, G.A. Remote sensing of mangrove biophysical properties: Evidence from a laboratory simulation of the possible effects of background variation on spectral vegetation indices. *Int. J. Remote Sens.* 2003, 24, 53-73.

Miquilini, L, C., LINS, H. N. **RELAÇÕES CIDADE-PORTO EM PARANAGUÁ (PR): UMA ABORDAGEM EXPLORATÓRIA**. In: *Textos de Economia*, Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 1-30, jul./dez.2019. Universidade Federal de Santa Catarina. ISSN 2175-8085. DOI:<https://doi.org/10.5007/2175-8085.2019.e61087>.

MITHTHAPALA, S. Mangroves. Coastal Ecosystems Series Volume 2 pp 1-28 + iii, Colombo, Sri Lanka: **Ecosystems and Livelihoods** Group Asia, IUCN. 2008

MMA. **Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010. 148 p

MORAES, A.C.R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1999.

MORGENSTERN, A. Porto de Paranaguá contribuição à história período: 1648/1935. Paranaguá, Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina, 1985. 136p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. DA; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.

NABEELAH BIBI S, FAWZI MM, GOKHAN Z, RAJESH J, NADEEM N, KANNAN R R R, R D D G A, PANDIAN SK. Ethnopharmacology, Phytochemistry, and Global Distribution of Mangroves-A Comprehensive **Review**. **Mar Drugs**. 2019 Apr 18;17(4):231. doi: 10.3390/md17040231. PMID: 31003533; PMCID: PMC6520788.

NAGELKERKEN, I. S.J.M. BLABER, S.; BOUILLON, P.; GREEN, M.; HAYWOOD, L.G.; KIRTON, J.-O.; MEYNECKE, J.; PAWLIK, H.M.; PENROSE, A.; SASEKUMAR, P.J. SOMERFIELD. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: **A review**, **Aquatic Botany**, v89, Issue 2, 2008, pp 155-185.ISSN 0304-3770. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.007> .

NAHAS, M.I.P. **O Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte: experiência de construção e perspectivas de aplicabilidade de um instrumento urbanístico, na gestão da cidade**. Escola de Governo da Fundação João Pinheiro – Curso de Gestão Urbana e de Cidades. Belo Horizonte, 2000.

NEU, M.F.R. Porto e cidade: breve estudo comparativo entre Paranaguá (PR) e Rio Grande (RS). In **CaderNAU-Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas**, v.5, n.1, 2011/2012.

NGUYEN, H.T., HOANG, T.T., VAN, L.V., PRAKASH, I., TRAN, T.T. An integrated approach of GIS-AHP-MCE methods for the selection of suitable sites for the shrimp farming and mangrove development- A case study of the coastal area of Vietnam. **Sains Tanah Journal of Soil Science and Agroclimatology**, 19(1): 99-110, 2022. <https://dx.doi.org/10.20961/stjssa.v19i1.58211>

NIMER, E. Clima. In: Geografia do Brasil – Região Sul, v.2, Rio de Janeiro, IBGE, 1990, p.152-181.

NIMER, Edmon. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro : IBGE, 1979. 422p.

NUCCI, J. C. Metodologia para a determinação da qualidade ambiental urbana. Revista do Departamento de Geografia, n. 12, p. 209, 2011

OCDE. ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICOS. **Rumo a um desenvolvimento sustentável**: indicadores ambientais / tradução Ana Maria S. F. Teles. – Salvador: Centro de Recursos Ambientais, 2002. 244 p.

OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E. & KOZCIAK, S. Mapeamento Geomorfológico e Hidrográfico do Litoral Sul do Estado do Paraná. In: Raquel E. B. Negrele; Renato E. Lima

(org.). Meio Ambiente e Desenvolvimento do Litoral do Paraná: Subsídios à Ação. 333 Ed. Curitiba, 2002, v.1, p. 117-127.

OLIVEIRA, L. A Percepção da Qualidade Ambiental. In: Ação do Homem e a Qualidade Ambiental. Rio de Janeiro: Argeo e Câmara Municipal. 1983.

OTTONI, F. P., HUGHES, R. M., KATZ, A.M., RANGEL-PEREIRA, F.S., BRAGANÇA, P. H. N., FERNANDES, R., PALMEIRA-NUNES, A.R.O., NUNES, J.L.S., SANTOS, R.R., PIORSKI, N.M., RODRIGUES-FILHO, J.L. Brazilian mangroves at risk. *Biota Neotropica*, v. 21, 2021. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2020-1172>

OTTONI, F.P., HUGHES, R.M., KATZ, A.M., RANGEL-PEREIRA, F.S., BRAGANÇA, P.H.N., FERNANDES, R., PALMEIRA-NUNES, A.R.O., NUNES, J.L.S., SANTOS, R.R., PIORSKI, N.M., RODRIGUES-FILHO, J.L. Brazilian mangroves at risk. **Biota Neotropica** **21(2)**: e20201172, 2021

PARANÁ Decreto nº 387, de 2 de março de 1999. Institui o sistema de manutenção, recuperação e proteção florestal legal e áreas de preservação permanente. Governo do Estado do Paraná. Curitiba. 1999. 8 p.

PARANÁ Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Coletânea de legislação ambiental federal e estadual. Curitiba, 1990. 536p.

PARANÁ. Coletânea de legislação ambiental federal e estadual. 2.ed. Curitiba, 1996. Paginação irregular.

PARANÁ. Decreto nº 4.493, de 17 de junho de 1998. Cria a Floresta Estadual do Palmito. Governo do Estado do Paraná. Diário Oficial da Estado do Paraná, Curitiba, nº 5272, p.6, 17 jun. 1998.

PARANAGUÁ. LEI COMPLEMENTAR Nº 294, DE 07 DE DEZEMBRO DE 2022 Institui o PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no município de Paranaguá e dá outras providências."

PARANAGUÁ. LEI COMPLEMENTAR Nº 296, DE 07 DE DEZEMBRO DE 2022 Institui o ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO do município de Paranaguá, e dá outras providências.

PASSOS, E. Classificação fitogeomorfológica de ecossistemas florestais numa porção do setor oriental do Estado do Paraná. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal-Área de concentração: Manejo Florestal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2000.

PAULA, A.; SOUZA, S. DE; SOUZA, I. S. DE; OLAVO, G. Mapeamento e identificação de vetores responsáveis pela supressão do manguezal na Zona Costeira do Baixo Sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 07, p. 2503–2521, 2019.

PAULA, E. V.; PIGOSSO, A. M. B.; WROBLEWSKI, C. A. Unidades de Conservação no Litoral do Paraná: Evolução Territorial e Grau de Implementação. In: **Mayra Taiza Sulzbach**,



**Daniela Resende Archanjo , Juliana Quadros. (Org.). Litoral do Paraná: território e perspectivas.** 1ed.Rio de Janeiro: Autografia, 2018, v. 3, p. 41-92.

PAZ, O. L. de S. da; VIKOU, S. V. de P.; PILATTI, D. M.; PAULA, E. V. de; OLIVEIRA, M. de. Assessing the effectiveness of remotely piloted aircraft to map exposed soil in urban mangroves. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 33, 2021. DOI: 10.14393/SN-v33-2021-59586.

PDDI/PARANAGUÁ. Plano diretor de desenvolvimento integrado. Volume I. Análises Temáticas e Diagnóstico – Parte 1 – Contexto Regional. UFPR/FUNPAR, 112 p. 2007.

PDDI/PARANAGUÁ. Plano diretor de desenvolvimento integrado. Volume II. Análises Temáticas e Diagnóstico – Parte 2 – Contexto Municipal. UFPR/FUNPAR, 396 p. 2007

PDDI/PARANAGUÁ. Plano diretor de desenvolvimento integrado. UFPR/FUNPAR, 112 p. 2007.

PDS LITORAL. Plano de Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná. 2019, 703p.

PDS. PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ. PDS Litoral 2035. 703p, 2019

PDT. PLANO DE DESENVOLVIMENTO TURÍSTICO 2021-2024 Destino Turístico Inteligente. PREFEITURA MUNICIPAL DE PARANAGUÁ– PR

PEIXOTO, M.. Pagamentos por Serviços Ambientais: Aspectos teóricos e proposições legislativas. Textos para Discussão, 105, 2011. Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado. 32p.

PEREIRA FILHO, O.; ALVES, J.R.P. **Conhecendo o manguezal**. Apostila técnica, Grupo Mundo da Lama, RJ. 4a ed. 10p., 1999

PEREIRA, E.F.; TEIXEIRA, C.S.; SANTOS, A. dos. Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação. **Rev. bras. Educ. Fís. Esporte**, São Paulo, v.26, n.2, p.241-50, abr./jun. 2012

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE PARANAGUÁ/PR. Produto C - Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo Janeiro/2021 e Curitiba/PR para Paranaguá/ PMSB. PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE PARANAGUÁ/PR. Produto C - Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo. Janeiro, 2021.

PNIA. Painel Nacional de Indicadores Ambientais: Referencial teórico, composição e síntese dos indicadores. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Executiva (SECEX), Departamento de Gestão Estratégica (DGE), Brasília, 2014

Polidoro, B.A., Carpenter, K.E., Collins, L., Duke, N.C., Ellison, A. M, et al. The Loss of Species: Mangrove Extinction Risk and Geographic Areas of Global Concern. **PLoS ONE** 5(4), 2010: e10095. doi:10.1371/journal.pone.0010095

RAMSEY, E.W., III; JENSEN, J.R. Remote sensing of mangrove wetlands: Relating canopy spectra to site-specific data. *Photogramm. Eng. Remote Sensing* 1996, 62, 939-948.



RAZALI, S.M.; RADZI, M. A.; MARIN, A.; SAMDIN, Z. A bibliometric analysis of tropical mangrove forest land use change from 2010 to 2020. *Environment, Development and Sustainability* (2022) 24:11530–11547. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01935-7>

REIS-NETO, A.S. dos.; MEIRELES, A.J.A.de.; CUNHA-LIGNON, M. Natural Regeneration of the Mangrove Vegetation on Abandoned Salt Ponds in Ceará, in the Semi-Arid Region of Northeastern Brazil. *Diversity* 2019, 11, 27

RICKLEFS, R.E. & LATHAM, R.E. (1993) Global patterns of diversity in mangrove floras. **Species diversity in ecological communities** (ed. by R.E. Ricklefs and D. Schuler), pp. 215-229. University of Chicago Press, Chicago.

RICOBOM, A. E. **Metodologia Auxiliar para a Revisão de Planos Diretores Municipais Através da Aplicação da Cartografia Prospectiva, Estudo de Caso – Perímetro Urbano de Paranaguá**. Tese de Doutorado em Geografia, Curitiba- PR, 509p, 2012.

RIVERAU, J. C.; FUCK, R. A.; MURATORI, A. et al. Paranaguá, folha geológica.: mapa; color.; 64 x 46 cm. Escala 1:70.000. **Comissão da Carta Geológica do Paraná**, Curitiba 1969.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. Macrozoneamento florístico da área de proteção ambiental APA - Guaraqueçaba. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1988. 53p.

RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S.; GALVÃO, F. & HATSCHBACH, G.G. Levantamento da vegetação da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba - APA de Guaratuba. UFPR, 78 p. 1996.

ROSARIO, R.P.G.; ABUCHAHLA, G. M. O. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. In: ICMBIO. Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA special publication, v. 351, p. 309, 1974.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA special publication, v. 351, p. 309, 1974.

RUFINO, G. A. de. **Proteção jurídica do litoral - o caso dos mangues brasileiros**. Florianópolis, 1981. Dissertação (Mestrado em Direito), Universidade Federal de Santa Catarina. 158p.

RUFINO, Gilberto D'Avilla. **Proteção jurídica do litoral - o caso dos mangues brasileiros**. Florianópolis, 1981. Dissertação (Mestrado em Direito), Universidade Federal de Santa Catarina. 158p.

SAATY, T. L. Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York, NY, USA.1980.

SANTOS, A. L. G. dos.; FURLAN, S. A. Quem ganha e quem perde com a falta de proteção aos manguezais? Aspectos da Resolução Conama n 303/2002. *REVISTA DO*

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA, Universidade de São Paulo; [www.revistas.usp.br/rdg - ISSN 2236-2878](http://www.revistas.usp.br/rdg-ISSN-2236-2878)

SANTOS, A. V. dos. Memória histórica da cidade de Paranaguá e seu município. 3.ed. Paranaguá: Câmara Municipal, 1952. v.1.

SANTOS, L. C. M.; BITENCOURT, M. D. Remote sensing in the study of Brazilian mangroves: review, gaps in the knowledge, new perspectives and contributions for management. **Journal of Integrated Coastal Zone Management / Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 16, p. 245-261, 2016. <https://doi.org/10.5894/rgci662>

SANTOS, C. M., ROLLO, M., COSTA, M., PINHEIRO, MARCELO A. A., Dahdouh-Guebas, Farid, et al.. Spatial Analysis of a Coastal Area for Conservation and Fishery of Mangrove Edible Crab (*Ucides cordatus*). In *Journal of Coastal Research*, 75(sp1) : 685-689

SANTOS, M. A Urbanização brasileira. 3 ed. São Paulo: Hucitec, 1993. 155p.

SANTOS, M. Manual de Geografia Urbana. 2 ed. São Paulo: Hucitec, 1981. 214p

SARUBO, S. C.; CUNHA-LIGNON, M.. OS MANGUEZAIS DO PARANÁ: RESILIÊNCIA FRENTE AO COMPROMETIMENTO DE SUAS FUNÇÕES E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS. In *O meio ambiente litorâneo e insular do Paraná / Organizadoras Franciane Pellizzari, Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo.* – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. <https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050711>

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Mangue e manguezal. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil** / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p. :il

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R.; DE CAMARGO, T. M. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204-218, 1990. <https://doi.org/10.2307/1351590>

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; LIGNON, M.C.; COELHO-JR., C., 2005. A conceptual hierarchical framework for marine coastal management and conservation: a Janus-like approach. **Journal of Coastal Research**, Special Issue, 42, 191- 197.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, T. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3, n. 4, p. 561–570, 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, T. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 3, n. 4, p. 561-570, 2000. <https://doi.org/10.1080/14634980008650693>

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DEROSA, T. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v. 3, n. 4, p. 561–570, 2000.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. Manguezais. IN: PANITZ, Clarice Maria Neves et al, coord. Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil: lagoas costeiras, manguezais, marismas, dunas e restingas. [s.l, s.n.], 1994. v.7. p.128-196.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. Manguezais. IN: PANITZ, Clarice Maria Neves et al, coord. Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil: lagoas costeiras, manguezais, marismas, dunas e restingas. [s.l, s.n.], 1994. v.7. p.128-196.

SCHMIDLIN, L. A. J.; ACCIOLY, A.; ACCIOLY, P.; KIRCHNER, F. F. Mapeamento e caracterização da vegetação da Ilha de Superagüi utilizando técnicas de geoprocessamento. Floresta, v. 35, n. 2, 2005.

SECRETARIA DO TURISMO SERVIÇO SOCIAL AUTÔNOMO VIAJE PARANÁ  
Secretaria Municipal de Cultura e Turismo de Paranaguá-PR SECULTUR, 2021

SEIXAS, S. R. da Cal.; CINTRA, S. B.. O percurso da temática qualidade de vida e risco na teoria social latino-americana: uma abordagem preliminar. **TERCEIRO INCLUÍDO**, NUPEAT–IESA–UFG, v.2, n.1, jan./jun., 2012, p.1–24, Artigo 17

SEMADS. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Manguezais: educar para proteger**. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS, 2001.

SEZERINO, F.S.de. **Entre a floresta e a periferia: vulnerabilização humana e projeção de cenários para o entorno de unidades de conservação da Mata Atlântica de Paranaguá**. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial Sustentável) - Universidade Federal do Paraná, Setor Litoral, Matinhos, 2016

SILVA, A. B. de. Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos, Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1999. p. 236.

SILVA, A.P. da.; ARAÚJO, E. D. S. Marisma, Manguezal (Mangue E Apicum): Ecossistemas De Transição Terra Mar Do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.13, n.02 (2020) 727-742

SILVA, C. E. da.; TONETTI, E. L.; KRELLING, A. P. A expansão urbana sobre manguezais no município de Paranaguá: o caso dos bairros Jardim Iguaçu e Vila Marinho. In: **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 03, n. 14, 2015, pp. 92-111

SILVA, C. E. da.; TONETTI, E. L.; KRELLING, A. P. A expansão urbana sobre manguezais no município de Paranaguá: o caso dos bairros Jardim Iguaçu e Vila Marinho. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 03, n. 14, p. 92-111, 2015.  
<https://doi.org/10.17271/231884723142015939>

SILVA, J.J.I. da. **Uma análise das transformações do uso da terra pela implementação de um complexo portuário em Pontal do Paraná – PR**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SILVA, L. P.; FARIA, G. G. de. Análise multitemporal da expansão urbana em Paranaguá/PR a partir do sensoriamento remoto: 1986 – 2017. **Revista Científica Interdisciplinar** - Instituto Federal do Paraná - IFPR Paranaguá, v5, n. 1. julho, 2019.

SOUZA, A. P.S.; SOUZA, I. S.; OLAVO, G.; LOBÃO, J. S. B.; SÃO JOSÉ, R. V. Mapeamento e identificação de vetores responsáveis pela supressão do manguezal na Zona Costeira do Baixo Sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 12, n. 07, p. 2503-2521, 2019. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.7.p2503-2521>

SOUZA, Amaury de. Qualidade da vida urbana. (Debates urbanos, 7), Rio de Janeiro, RJ: Zahar, 101 p. 1984.

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, G.C.R.DE. A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil. In: **Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management**, vol. 9, núm. 1, 2009, pp. 17-37 Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos Lisboa, Portugal.

SPALDING, M., BLASCO, F. & FIELD, C.D. (eds.) (1997) A World mangrove atlas. **International Society for Mangrove Ecosystems**, Okinawa, Japan, and the World Conservation Monitoring Centre, UK.

SPALDING, M.D.; MARICÉ, L. The State of the World's Mangroves 2021. Global Mangrove Alliance, 2021.

STROHAECKER, T. M. Dinâmica populacional. In: **BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha**. Brasília: IBAMA/MMA, 2008. p.59-73.

SUKOPP, H. Urban Ecology – scientific and practical aspects. In: BREUSTE, J.; FELDMANN, H.; UHLMANN, O. (Eds.) Urban Ecology. Berlin: Springer, 1998.

SUKOPP, H.; WERNER, P. Naturaleza em las ciudades . Madri: MOPT, 1991.

THOMAS, N.; BUNTING, P.; LUCAS, R.; HARDY, A.; ROSENQVIST, A.; FATOYINBO, T. Mapping Mangrove Extent and Change: A Globally Applicable Approach. **Remote Sens**, v. 10, p. 1466, 2018. <https://doi.org/10.3390/rs10091466>

THOMPSON, B.S.; FRIESS, D. A. Stakeholder preferences for payments for ecosystem services (PES) versus other environmental management approaches for mangrove forests, **Journal of Environmental Management**, v233, pp 636-648, 2019. ISSN 0301-4797. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.032>

TONETTI, E.L.; NUCCI, J.C.; SILVA, E. L. P. da.; PEREIRA, L. A. Restrições Ambientais Ao Adensamento Populacional E Das Edificações Na Área Urbana Do Município De Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista de Geografia (Recife)** n. 38, nº 1, 2021

TRAMUJAS, A. Histórias de Paranaguá – dos pioneiros da Cotinga à porta do Mercosul no Brasil Meridional. Paranaguá: Prefeitura Municipal de Paranaguá, 1996. 180 p.

TRAN, T.V.; REEF, R.; ZHU, X. A Review of Spectral Indices for Mangrove Remote Sensing. *Remote Sens.* 2022, 14, 4868. <https://doi.org/10.3390/rs14194868>

TROPPEMAIR, H. Biogeografia e meio ambiente. 6. Ed. Rio Claro: Divisa, 2004.

TUCKER, C. J.; SELLERS, P. J. Satellite remote sensing of primary production. *International journal of remote sensing*, v. 7, n. 11, p. 1395-1416, 1986.

UNEP. United Nations Environment Programme. **The Importance of Mangroves to People: A Call to Action.** van Bochove, J., Sullivan, E., Nakamura, T. (Eds). United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge. 128 pp, 2014.

UNEP-WCMC (2006) **In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs.** UNEP-WCMC, Cambridge, UK 33 pp

VAGHELA, B.N., PARMAR, M.G., SOLANKI, H.A., KANSARA, B.B., PRAJAPATI, S., & KALUBARME, M.H. Multi Criteria Decision Making (MCDM) Approach for Mangrove Health Assessment using Geo-informatics Technology. In **International Journal of Environment and Geoinformatics** 5(2):114-131 (2018).

VALASKI, S. **Avaliação da qualidade ambiental em condomínios residências horizontais com base nos princípios do planejamento da paisagem. Estudo de caso: bairro Santa Felicidade** – Curitiba/PR. 138 f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008

VAN BOCHOVE, J.; SULLIVAN, E.; NAKAMURA, T. 2014. The Importance of Mangroves to People: A Call to Action. United Nations Environment Programme World Conservation.

VARELLA, M.C.; SOUZA, R. M. de. CARTOGRAFIA SOCIAL NA OCUPAÇÃO JARDIM SOCIAL: DESCOLONIZANDO NARRATIVAS. **Projectare. Revista de Arquitetura e Urbanismo**, n11, novembro de 2021.

VARELLA, M.C.; SOUZA, R. M. de., DUARTE, L. A. O “insustentável” peso da moradia: uma análise socioambiental sobre o processo de formação territorial do Bairro Jardim Social – Paranaguá (PR). In: **Guaju**, Matinhos, v.4, n.2, p. 100-124, jul./dez. 2018

VETTORAZZI, C. A. Avaliação Multicritérios, em Ambiente SIG, na Definição de Áreas Prioritárias à Restauração Florestal Visando à Conservação de recursos Hídricos. Tese (Doutorado em Engenharia Rural), Universidade de São Paulo – USP, São Paulo/SP, 2006.

VIKOU, S. V. P. de.Paz, O. L.S. de.;Pilatti, D. M.; Paula, E. V. de. Análise da Pressão Antrópica sobre Manguezais Urbanos : Subsídios à Proteção Ambiental e ao Ordenamento Territorial. *Sociedade & Natureza*, v. 35, p. 1–15, 2023.

WALTERS, B.B.; RÖNNBÄCK, P.; KOVACS, J.M.; CRONA, B.; HUSSAIN, S.A.; BADOLA, R.; PRIMAVERA, J.H.; BARBIER, E.; DAHDOUH-GUEBAS, F. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: A review. *Aquat. Bot.* 2008, 89, 220-236.

WANG, L.; SILVÁN-CÁRDENAS, L.; SOUSA, W.P. Neural network classification of mangrove species from multi-seasonal Ikonos imagery. *Photogramm. Eng. Remote Sensing* 2008, 74, 921-927.

WANG, Y.; BONYNGE, G.; NUGRANAD, J.; TRABER, M.; NGUSARU, A.; TOBEY, J.; HALE, L.; BOWEN, R.; MAKOTA, V. Remote sensing of mangrove change along the Tanzania Coast. *Marine Geodesy* 2003, 26, 35-48.

WANG, L.; JIAB, M.; YINA, D.; TIAN, J. A review of remote sensing for mangrove forests: 1956–2018. *Remote Sensing of Environment* 231 (2019) 111223

XIA, Q.; HE, T.-T.; QIN, C.-Z.; XING, X.-M.; XIAO, W. An Improved Submerged Mangrove Recognition Index-Based Method for Mapping Mangrove Forests by Removing the Disturbance of Tidal Dynamics and *S. alterniflora*. *Remote Sens.* 2022, 14,

XIMENES, A.C.; CAVANAUGH, K. C.; ARVOR, D.; MURDIYARSO, D.; THOMAS, N.; ARCOVERDE, G. F. B.; BISPO, P. C. da.; STOCKEN, T. V. der. A comparison of global mangrove maps: Assessing spatial and bioclimatic discrepancies at poleward range limits. *Science of the Total Environment*, n. 860, 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160380>

YANCHO, J. M. M.; JONES, T. G.; GANDHI, S. R.; et al. The Google Earth Engine Mangrove Mapping Methodology (GEEMMM). **Remote Sens.** 2020, 12, 3758

YANG, G.; HUANG, K.; SUN, W.; MENG, X.; MAO, D.; GE, Y. Enhanced mangrove vegetation index based on hyperspectral images for mapping mangrove. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 2022, 189, 236–254.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO - ECONÔMICO DO ESTADO DO PARANÁ - litoral. Camila Cunico (Org.). Curitiba: ITCG, 2016. 352p.: il.,: 42cm

ZULFA, A.W.; NORIZAH, K.; HAMDAN, O.; FARIDAH-HANUM, I.; RHYMA, P.P.; FITRIANTO, A. Spectral Signature Analysis to Determine Mangrove Species Delineation Structured by Anthropogenic Effects. *Ecol. Indic.* 2021, 130, 108148.











**APÊNDICE B – AGUPAMENTO DAS VARIÁVEIS EM FREQUENCIA DE USO  
COM BASE NO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁICO**

<b>Variável (frequência)</b>		
Cobertura Vegetal (20)	Coleta De Resíduos Sólidos (4)	Coletas De Peixes (2)
Abastecimento De Água (10)	Declividade (4)	Coliformes Totais E Termotolerantes (2)
Ocupação E Uso Da Terra (12)	Densidade De Drenagem (4)	Déficit De Espaços Livres Públicos (2)
Coleta De Esgotos (9)	Densidade Demográfica (4)	Densidade Vegetação (2)
Espaços Livres (8)	Escolaridade (4)	Deserto Florístico (2)
Temperatura (8)	Ph (4)	Direcionamento Eólico (2)
Domicílios Com Lixo Coletado (7)	Ruído (4)	Ilha Do Calor (2)
Densidade Específica Relativa (7)	Turbidez (4)	Legislação (2)
Renda Domiciliar (7)	Umidade Relativa Do Ar (4)	Paisagem (2)
Densidade De Edificações (6)	Usos Potencialmente Poluidores (4)	Potencial Poluidor Da Indústria (2)
Pontos De Enchentes (6)	Variáveis Climáticas (4)	Profundidade (2)
Saneamento (6)	Condutividade (3)	Formas De Relevo (2)
Arruamentos (5)	Conforto Térmico (3)	Temperatura Do Ar (2)
Oxigênio Dissolvido (5)	Limpeza Urbana (3)	Tipo De Infraestruturas Urbanas (2)
Poluição (5)	Poluição Sonora (3)	Tipos De Solo (2)
Verticalidade Das Edificações (5)	Pontos De Inundações (3)	Transparência Da Água (2)
Arborização Urbana (4)	Salinidade (3)	Outros (1)
Áreas Verdes Urbanas (4)	Tipo De Moradia (3)	

**APÊNDICE C – AUTORES LEVANTADOS COM BASE NO LEVANTAMENTO  
BIBLIOGRÁFICO**

<b>Autores</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Número</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Número</b>
MATTOS	1998	1	GONÇALVES	2013	30
BRIGUENTI E PEREZ FILHO	2000	2	RUFINO	2013	31
BRIGUENTI	2002	3	NUCCI ET AL	2015	32
NICHOL	2003	4	VERONA	2016	33
FREITAS e LOMBARDO	2005	5	LIMA	2016	34
SOUZA	2005	6	MINAKI E AMORIM	2016	35
ROSSATO 2010	2005	7	DIAS, GOMES E ALKIM	2016	36
BARGOS	2010	8	ROSSATO, LIMA E LÍRIO	2016	37
NUCCI	2006	9	OLIVEIRA, MATERANO E BRITO	2017	38
	2006	10	SCHRÖDER	2017	39
MINAKI.	2007	11	MOREIRA	2017	40
DAMASCENO	2007	12	NUNES	2018	41
PECHE	2008	13	GUEDES	2019	42
TEZA	2009	14	VALQUES	2019	43
VASQUES 2017	2009	15	SILVA	2019	44
SANTOS E HARDT,	2010	16	IMBIMBO	2019	45
GRAVE E VALE	2010	17	NICOLA	2020	46
SILVA	2010	18	CRUVINEL	2021	47
LOPES	2010	19	BARROS	2021	48
MOREIRA	2010	20	PIMENTA	2021	49
MINAKI	2011	21	MORAIS	2013	50
NUNES	2011	22	NASCIMENTO	2014	51
BORJA	2011	23	YOSHIDA	2014	52
SILVA	2011	24	VIANA	2017	53

PEREIRA ET AL	2011	25	ALMEIDA	2019	54
DE MATOS ET AL	2011	26	BORGES	2020	55
LUENGO	2012	27			
FALCÃO ET AL	2012	28			
SANTOS, SANTOS E HOLANDA	2012	29			

**APÊNDICE D – SÍNTESE DA ORGANIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA PROPOSTA  
METODOLÓGICA DE LIBAULT (1971)**

Nível	Características	Atividades realizadas
Compilatório	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase inicial de realização dos levantamentos para a pesquisa,</li> <li>• Coleta e compilação de dados;</li> <li>• Definição da área de estudo e escala de trabalho.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamento e estruturação do referencial bibliográfico;</li> <li>• Levantamento de dados cartográficos;</li> <li>• Definição da escala de trabalho:1:50.000;</li> <li>• Resolução espacial dos dados matriciais de 10m para a elaboração dos mapeamentos.</li> </ul>
Correlativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecimento das correlações entre os dados coletados</li> <li>• Ordenamento e tabulação dos dados para posterior análise;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção dos indicadores temáticos;</li> <li>• Cálculo do NDVI;</li> <li>• Mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal e dinâmica espacial;</li> <li>• Análise multicritério</li> </ul>
Semântico	Etapa de análise e interpretação dos dados	<p>Interpretação e análise dos resultados obtidos;</p> <p>Validação <i>in loco</i>;</p>
Normativo	Síntese das informações coletadas e analisadas na pesquisa	Apresentação das considerações finais, mapa-síntese e recomendações.



**ANEXO A – CLASSES DE ZONEAMENTO DO PLANO DIRETOR DE  
PARANAGUÁ DE 2022**

<b>ZONAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Corredor de Comércio e Serviço (CCS-U)	implantação de atividades de produção econômica comerciais e de prestação de serviços distribuídas conforme parâmetros de incomodidade e condições de infraestrutura dos empreendimentos
Zona de Desenvolvimento Econômico (ZDE)	caracteriza-se por glebas desocupadas ou ocupadas parcialmente, servidas por importante rede viária, aptas à ocupação por atividades industriais, de comércio e serviços de grande porte e retroportuárias, que apresentam potencial de incômodo ao uso residencial. O uso e ocupação da ZDE deve estar em conformidade com a legislação ambiental federal, estadual e municipal.
Zona de Consolidação e Qualificação Urbana (ZCQU)	predominância de uso misto - residencial, comercial e de prestação de serviços, carência de equipamentos públicos, existência de áreas consolidadas, regulares ou não, de áreas em processo de consolidação urbana e de vazios urbanos, e presença de áreas ambientalmente sensíveis.
Zona de Consolidação e Expansão Urbana (ZCEU)	caracteriza-se por possuir grandes porções de terra, parcialmente ocupadas ou ocupadas de forma rarefeita, aptas à ocupação e à expansão urbana, com carência de infraestrutura, serviços públicos e atividades socioeconômicas.
Zona de Qualificação Urbana e Turística (ZQUT)	caracteriza-se por áreas com baixa densidade populacional e pela presença de remanescentes significativos de vegetação nativas, apresenta potencial para o parcelamento urbano na forma de grandes lotes e chácaras
Zona de Adensamento e Requalificação Urbana (ZARU)	caracteriza-se pelo uso misto - residencial, comercial e de prestação de serviços vicinais, pela existência de infraestrutura consolidada, com atributos de centralidade e com potencial de adensamento urbano (populacional e construtiva) mediante a verticalização.
Zona Especial de Interesse Social (ZEIS)	definida pelo Poder Executivo e caracteriza-se por áreas reservadas para fins específicos, com normas próprias, para promover a regularização fundiária de assentamentos irregulares, a realocação de moradores, quando necessária, a produção de novos núcleos habitacionais de interesse social, a recuperação de imóveis precários ou deteriorados, a recuperação e/ou estruturação urbanística dos assentamentos existentes, a implantação de infraestruturas, equipamentos urbanos e serviços públicos, bem como para fazer cumprir a função social da propriedade. (ZEIS-I): direcionada à regularização fundiária em áreas passíveis de regularização; (ZEIS-II): direcionada a processos que necessitem de realocação de moradores devido à vulnerabilidade e riscos apresentados na área que inviabilizem a regularização da ocupação; (ZEIS-III): direcionada à implantação de novos loteamentos regularizados e à produção de novas moradias de interesse social, em conformidade com os parâmetros específicos.
Zona de Interesse Patrimonial e Turístico (ZIPT)	área formada por conjunto de edificações de relevante expressão arquitetônica, histórica, cultural e paisagística no Centro Histórico, cuja manutenção é necessária à preservação da memória da Cidade, do patrimônio cultural do Município e ao desenvolvimento de atividades econômicas ligadas ao turismo.
Zona de Proteção do Santuário do Rocio (ZPSR)	corresponde a área delimitada pelo polígono do Santuário Estadual de Nossa Senhora do Rocio, de relevante expressão histórica, cultural, religiosa e paisagística, com potencial para o desenvolvimento de atividades econômicas ligadas ao turismo.

Zona de Interesse Institucional (ZII)	caracteriza-se por áreas prioritárias para a instalação de estabelecimentos institucionais, equipamentos comunitários, de utilização recreativa e turística, áreas verdes, aeroporto, entre outras.
Zona de Controle Ambiental (ZCA)	caracterizadas por áreas compostas por atividades que apresentam risco potencial à conservação e à qualidade ambiental, e por áreas destinadas à preservação ambiental, sendo necessário monitoramento permanente.
Zona de Restrição à Ocupação (ZRO)	caracteriza-se pela existência de áreas com atributos naturais que exigem tratamento especial devido a seu potencial paisagístico e ambiental.
Zona de Fundo de Vale (ZFV)	caracteriza-se por área destinada prioritariamente à proteção dos cursos d'água, compreendendo as matas ciliares, áreas de preservação permanente (APPs)
Zona do Porto Organizado (ZPO)	constituída pelo Porto Organizado de Paranaguá, em conformidade com sua lei específica, e se caracteriza pelo uso prioritário e preponderante de atividades portuárias e correlatas, com potencial de impacto ambiental e urbano significativos
Zona Retro Portuária (ZRP)	caracteriza-se por áreas contínuas à Zona do Porto Organizado e ao Pátio de Manobras Ferroviárias, bem como pelo uso prioritário e preponderante de atividades retroportuárias e correlatas, com potencial de impacto ambiental e urbano significativos.
Zona de Expansão Portuária (ZEP)	caracteriza-se por área ao norte do perímetro urbano, livre de ocupação, que apresenta potencial para abrigar atividades portuárias e similares. A ocupação é sujeita a elaboração de planos específicos de urbanização e que garantam a continuidade do sistema viário municipal, em conformidade com a legislação municipal pertinente
Zona de Transição	delimitada entre a Zona Retro Portuária (ZRP), a Zona de Adensamento e Requalificação Urbana (ZARU) e a Zona de Consolidação e Qualificação Urbana (ZCQU), estabelece área de transição entre os usos residencial, misto e os usos portuário e retroportuário.

FONTE: Paranaguá (2022).