

Análise da Pressão Antrópica sobre Manguezais Urbanos: Subsídios à Proteção Ambiental e ao Ordenamento Territorial

Analysis of Anthropic Pressure on Urban Mangroves: Subsidies for Environmental Protection and Territorial Planning

Sidney Vincent de Paul Vikou¹ 

Otacílio Lopes de Souza da Paz² 

Daiane Maria Pilatti³ 

Eduardo Vedor de Paula⁴ 

Palavras-chave:

Degradação Ambiental
Sensoriamento Remoto
Aeronave Remotamente
Pilotada (ARP)
Planejamento Ambiental
Litoral do Paraná

Resumo

O manguezal é um ecossistema de transição entre os ambientes terrestre e marinho e representa um importante indicador ecológico pelos serviços ecossistêmicos fornecidos. No entanto, apesar da relevância ecológica, ainda sofre pressões antrópicas e vem perdendo em extensão e qualidade ambiental. No Brasil e, especificamente, no município de Paranaguá, uma mescla de uso antrópico tem causado pressões significativas sobre os manguezais. Neste sentido, o objetivo deste estudo é avaliar o grau de antropização dos manguezais urbanos do município de Paranaguá (PR), através da utilização de imagens de altíssima resolução espacial, obtidas através de Aeronave Remotamente Pilotada a fim de subsidiar políticas municipais de ordenamento territorial. Do ponto de vista metodológico, a partir de campanhas de campo, foram produzidos mapas com auxílio do software QGIS 3.10, a partir da fotointerpretação de ortomosaicos. A legenda das classes de antropização abrangeu: deposição de lixo domiciliar (i), entulhos (ii), lançamento de efluentes domésticos sem tratamento (iii) e manilhas (iv). Os resultados apontaram um total de 475 pontos de pressão antrópica sobre as 22 manchas de manguezal analisadas. A classe de maior destaque foi a de lixo domiciliar, seguida respectivamente de lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, entulhos (material de construção) e, por fim, manilha. Como conclusão, o uso de ortomosaicos de alta resolução mostrou ser uma ferramenta importante e eficaz na análise da antropização dos manguezais urbanos, destacando assim, as áreas com maior pressão e, contribuindo para um monitoramento contínuo. Os produtos desta pesquisa podem auxiliar na elaboração de instrumentos de ordenamento territorial do município, destacando a necessidade da construção de um olhar holístico em prol da conservação dos manguezais.

Keywords

Environmental Degradation
Remote Sensing
Remotely Piloted Aircraft
(RPA)
Environmental Planning
Parana's Coast

Abstract

The mangrove is a transitional ecosystem between terrestrial and marine environments and represents an important ecological indicator for the ecosystem services provided. However, despite its ecological relevance, it still suffers anthropic pressures and has been losing in extent and environmental quality. In Brazil, and specifically in the municipality of Paranaguá, a mix of anthropogenic use has caused significant pressures on mangroves. In this sense, the aim of this study is to assess the degree of anthropization of the urban mangroves in the city of Paranaguá (PR), through the use of very high spatial resolution images, obtained from Remotely Piloted Aircraft in order to support municipal policies for land-use planning. From the methodological point of view, from field campaigns, maps were produced with the aid of QGIS 3.10 software, from the photointerpretation of orthomosaics. The legend of the anthropization classes covered: deposition of household waste (i), rubble (ii), discharge of untreated domestic effluents (iii) and manholes (iv). The results indicated a total of 475 points of anthropic pressure on the 22 mangrove patches analysed. The most prominent class was household waste, followed respectively by untreated domestic effluent discharge, debris (construction material) and, finally, shackle. In conclusion, the use of high-resolution orthomosaics proved to be an important and effective tool in the analysis of anthropization of urban mangroves, thus highlighting the areas with greater pressure and contributing to a continuous monitoring. The products of this research can help in the elaboration of land-use planning instruments for the municipality, highlighting the need for the construction of a holistic view in favor of mangrove conservation.

¹ Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, Brasil. sidneypaul@ufpr.br

² Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, Brasil. otacilio.paz@gmail.com

³ Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, Brasil. daianepilatti@ufpr.br

⁴ Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, Brasil. edugeo@ufpr.br

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 (ALONGI, 2002; DUKE et al., 1998; LUGO, SNEDAKER, 1974; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990).

Os manguezais desempenham várias funções ecológicas, dentre as quais, a proteção da linha de costa; aprisionamento de sedimentos carregados pelos rios; controle de inundação; concentração de nutrientes; renovação da biomassa costeira; geração de bens tangíveis (CUNHA-LIGNON et al., 2011; PEREIRA FILHO; ALVES, 1999; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2005; SOUZA et al., 2018).

Adicionalmente, os manguezais possuem um papel importante no sequestro de carbono. Conforme apresentado por Spalding et al (2021), a capacidade dos manguezais de converter dióxido de carbono (CO₂) 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. O mapeamento a escala global dos estoques de carbono nos solos e nas biomassas dos manguezais aponta um total de 21,9 giga toneladas de (CO₂) armazenados na atual extensão dos manguezais (SPALDING et al., 2021).

A nível global, são encontrados em 123 países com uma área estimada de 152.000 km² (GIRI et al., 2010). Ocorrem em duas sub-regiões globais que são a região Indo Pacífico Ocidental que se estende da África Oriental à Polinésia e a região Atlântico Pacífico Oriental que vai desde as Américas até a África Ocidental e Central (UNEP, 2014).

No Brasil, os manguezais se estendem desde a foz do rio Oiapoque no Amapá (4°30' N) até o município de Laguna em Santa Catarina (28°30' S) (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000). Segundo o ICMBio (2018), cobrem cerca de 1.225.444 ha em quase todo o litoral brasileiro, sendo que os estados com maior extensão são Maranhão (505 mil ha), Pará (aproximadamente 390 mil ha) e Amapá (226 mil ha).

Para assegurar a proteção deste ecossistema, Unidades de Conservação (UCs) foram criadas tanto de Proteção Integral como de Uso

Sustentável (ICMBio, 2018). Adicionalmente, o manguezal desfruta de proteção legal amparada na Lei Federal nº 12.651/2012, no seu artigo 4, que define os manguezais como Área de Preservação Permanente – APP (ALBUQUERQUE et al., 2015; BRASIL, 2012; ROSÁRIO; ABUCHAHLA, 2018).

Apesar da importância e funções ecológicas desempenhadas, o manguezal ainda está sujeito a pressões antrópicas. A nível global, devido à ampla gama de atividades humanas desenvolvidas nas bacias hidrográficas onde se localizam, os manguezais vêm desaparecendo a uma taxa anual de 1 a 2,1%. Aquicultura, agricultura, exploração de madeiras, indústria pesqueira, instalações urbanas, industriais e turísticas, mudança do clima, entre outros, representam as principais atividades desencadeadoras dessa perda (ALONGI, 2002; GIRI et al., 2010; SOUZA et al., 2019; UNEP, 2014).

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). 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; entre outros (LANA, 2004).

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 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). Dentre estes, o uso de sensoriamento remoto no estudo dos manguezais vem apresentando destaque (BALOLOY et al., 2020; DAHDUH-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).

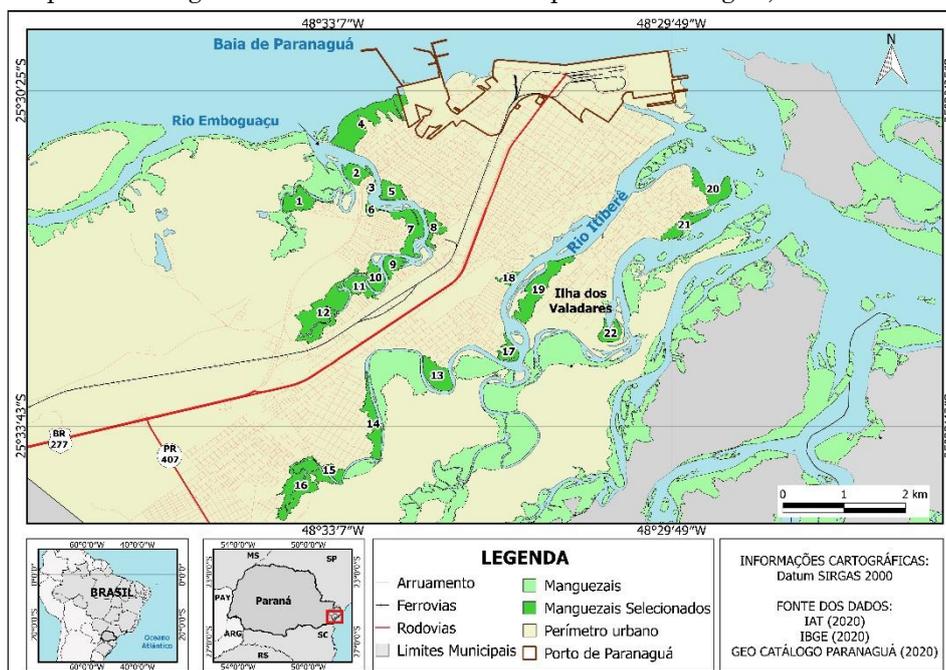
Para Kuenzer et al. (2011), o sensoriamento remoto tem um uso muito difundido ao se tratar do monitoramento e mapeamento de manguezais altamente ameaçados. Habitats típicos de mangue têm localização de difícil acesso, por isso os métodos tradicionais de observação e levantamento de campo consomem muito tempo e elevados custos. Para resolver esses problemas são necessárias ferramentas de levantamento e monitoramento disponíveis por meio do sensoriamento remoto. Assim, o presente estudo objetiva avaliar o grau de antropização dos manguezais urbanos do município de Paranaguá (PR), através da utilização de imagens de altíssima resolução espacial, obtidas através de Aeronave Remotamente Pilotada a fim de subsidiar políticas municipais de ordenamento territorial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O município de Paranaguá, conforme apresentado na Figura 1, situa-se na mesorregião geográfica metropolitana de Curitiba, mais especificamente no litoral do Paraná. Abrange área territorial de 806,23 km² e população total de 156.174 habitantes sendo 96,38% representando a população urbana (IBGE, 2021). O município abriga parte do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e está inserido no domínio do bioma Mata Atlântica, um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade, sendo também a maior área contínua preservada deste bioma (MYERS et al., 2000).

Figura 1 - Mapa dos manguezais analisados no município de Paranaguá, litoral do Paraná, Brasil.



Fonte: IAT (2020); IBGE (2020); GEO CATÁLOGO PARANAGUÁ (2020). Elaborado pelos autores (2022)

Uma das características da urbanização do município é a presença de muitas áreas com ocupações irregulares, predominantemente localizadas em áreas de manguezais (PMSB, 2021). Essa conjuntura se deve ao fato que a malha urbana de Paranaguá tem poucas alternativas para expandir fazendo com que haja concentração populacionais em

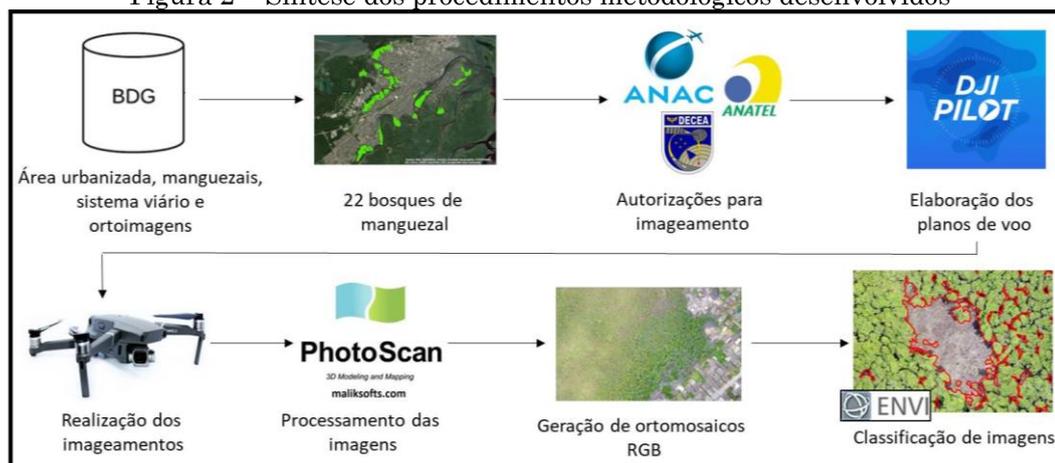
assentamentos precários caracterizadas por alta densidade demográfica. As altas densidades demográficas presentes no município não são frutos de processo de verticalização das edificações, porém de construções extensivas e concentradas em pequenas moradias (PDS, 2019).

O presente estudo abrangeu 22 manchas de manguezais cujo critério de seleção foi a adjacência com a área urbana do município. Representam uma área de 361,36 hectares e sua localização se estende desde o rio Emboguaçu até a Ilha dos Valadares, margeando o rio Itiberê, que por sua vez, destaca-se com um importante fator ao considerar o histórico da dinâmica urbana do município.

Procedimentos metodológicos

O caminho metodológico adotado no presente estudo foi desenvolvido com base no estudo de Paz et al. (2021), conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Síntese dos procedimentos metodológicos desenvolvidos

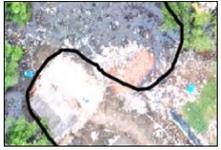


Fonte: Paz et al. (2021).

Para o levantamento da pressão antrópica, recorreu-se a uso de ortomosaicos gerados a partir de imageamento realizado por Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), popularmente conhecido como drone. O modelo do drone utilizado foi Mavic 2 Pro, sendo os planos de voo devidamente delimitados antes da realização do campo, por meio do *software* DJI Pilot. Foram realizadas duas campanhas de campo (novembro de 2019 e janeiro de 2020). Os dados levantados foram processados e, para cada mancha, foi gerado um ortomosaico de resolução espacial de 0,1 m (10 cm).

Os mapas de antropização foram produzidos com auxílio do Quantum GIS 3.10 a partir dos ortomosaicos anteriormente gerados. Para cada uma das 22 manchas de manguezais, foi elaborado um mapa na escala de tela correspondente a 1:500. A partir da fotointerpretação dos ortomosaicos foram definidas quatro classes de antropização (quadro 1): (i) acúmulo de lixo domiciliar, (ii) descarte de entulhos, (iii) lançamentos de efluentes sem tratamento proveniente das residências próximas e (iv) manilhas (apresentavam despejo de efluentes sem tratamento, porém, não foi possível identificar a fonte).

Quadro 1 - Descrição das classes de antropização mapeadas.

Classe	Descrição	Ortomosaico	Fotografia Obliqua
Entulhos (material de construção)	Acúmulo de restos de resíduos da construção civil, caliças, madeiras, pedras, entre outros.		
Lançamento de efluentes domésticos sem tratamento (residencial)	Presença de canos de PVC (policloreto de vinila) que saem das residências em direção ao manguezal.		
Lixo domiciliar	Abrange uma ampla categoria de resíduos, como embalagens, garrafas pet, sacolas, pneus, entre outros.		
Manilha	Despejo de efluentes sem tratamento, a céu aberto.		

Fonte: Os autores (2022).

Para cada mancha de manguezal foi atribuída uma numeração e informações adicionais (perímetro, área, data de campo), conforme apresentado no Tabela 1.

Tabela 1 – Nomenclatura atribuída aos bosques de manguezal.

Manguezal	Perímetro (m)	Área (ha)	Data do campo
1	2.037,27	14,06	21/01/2020
2	755,37	10,95	21/01/2020
3	6.418,64	1,49	21/01/2020
4	1.791,77	46,39	21/01/2020
5	970,47	11,03	21/01/2020
6	4.146,35	2,01	20/11/2019
7	2.750,04	20,3	20/11/2019
8	1.821,20	10,21	21/01/2020
9	1.777,14	9,03	21/01/2020
10	2.326,51	10,84	20/11/2019
11	8.424,67	11,61	22/01/2020
12	1.999,28	33,64	22/01/2020
13	4.403,80	18,88	22/11/2019
14	2.829,81	21,45	22/11/2019
15	9.011,47	6,05	22/11/2019
16	2.133,41	37,76	22/11/2019
17	1.219,88	8,04	22/11/2019
18	4.314,50	4,62	22/11/2019
19	2.839,35	38,59	21/11/2019
20	2.840,59	17,82	21/11/2019
21	2.073,13	13,32	21/11/2019
22	2.037,27	13,28	21/11/2019

Fonte: Os autores (2022).

A fim de espacializar a ocorrência dos pontos de pressão antrópica levantados, foi realizada uma análise da concentração desses pontos. Optou-se para o uso do estimador de intensidade (Kernel) por meio da ferramenta "mapa de calor" disponível no QGIS. A função de Kernel opera a partir da contagem do conjunto dos pontos levantados dentro de uma determinada área de influência, "ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse". Os principais parâmetros que regem sua utilização são o raio de influência e a função de estimação (CÂMARA; CARVALHO, 2004, p. 5). Para o presente estudo, o raio utilizado foi de 100 m e a função Kernel utilizada foi a Quártica (configurado como de "default" do próprio software).

Adicionalmente, para poder subsidiar a gestão pública municipal nas ações de proteção ao manguezal, foi realizado um levantamento de instrumentos de ordenamento territorial, sendo: Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI); Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB); Planos Municipais de Conservação e

Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) e Programa Municipal de Regularização Fundiária (REURB).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as 22 manchas de manguezais analisadas, 21 apresentaram algum grau de antropização no seu interior ou nas suas bordas. A mancha de número 22 foi considerada como controle, por apresentar contato direto com a área urbana, não tendo sido identificado nenhum ponto de pressão antrópica no âmbito das classes analisadas. No total, foram identificados 475 pontos que retratam alguma forma de pressão antrópica sobre os manguezais analisados.

Conforme apresentado na Tabela 2, 45,26% dos pontos mapeados, a classe de lixo domiciliar se destacou (215 no total). Em segundo lugar, tem-se a classe lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, que apresentou a

um total de 177 pontos (37,26%), seguida da classe entulhos (material de construção) que apresentou 74 pontos (15,58%) e, por fim, a

classe manilhas que apresentou 9 pontos (1,89%).

Tabela 2 - Número de pontos de antropização por classe mapeada.

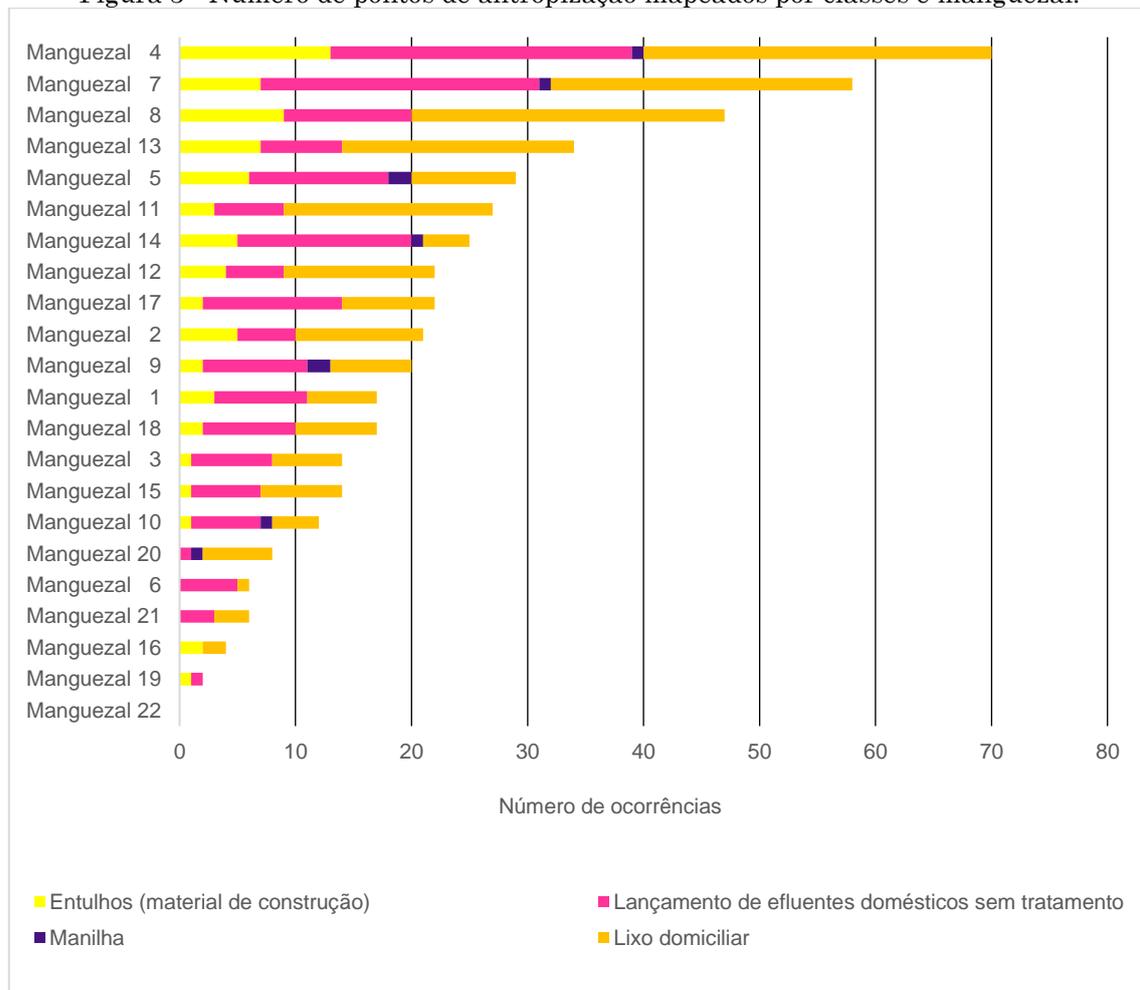
Classe de Antropização	Pontos	%
Lixo domiciliar	215	45,26
Lançamento de efluentes domésticos sem tratamento	177	37,26
Entulhos (material de construção)	74	15,58
Manilha	9	1,89
Total	475	100

Fonte: Os autores (2022).

A partir das Figuras 3 e 4, pode-se observar que o Manguezal 4 se destaca na maioria das classes de antropização, com exceção apenas da classe de manilha. O Manguezal 8 apresentou o maior percentual de pontos de pressão antrópica para a classe entulhos (material de construção). O Manguezal 7 sobressaiu-se na classe

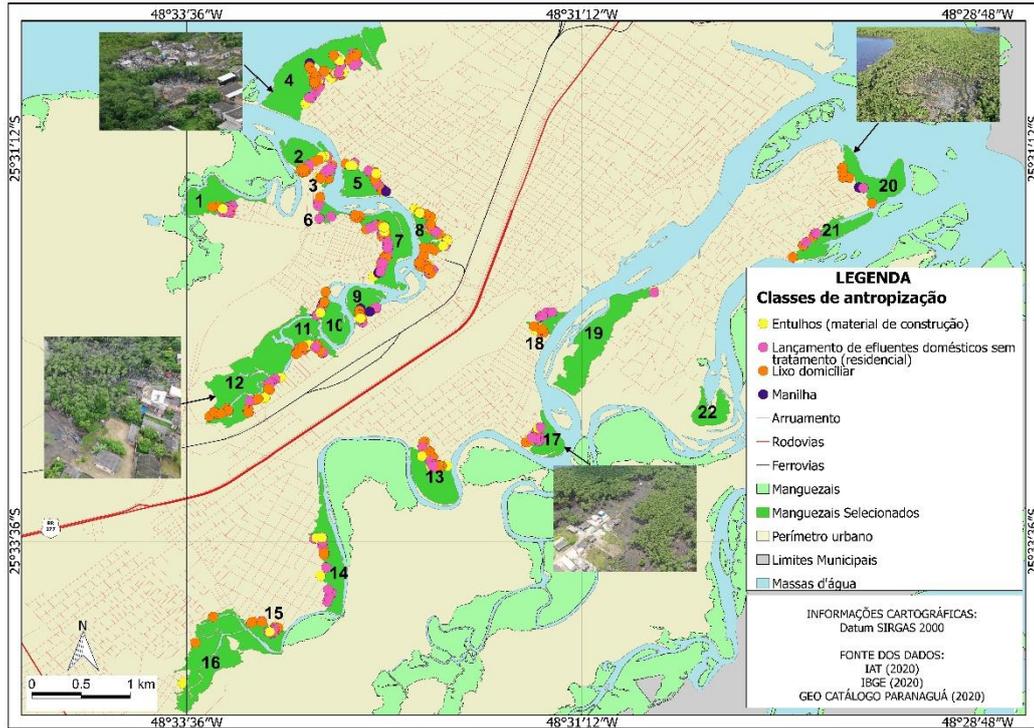
lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, enquanto os manguezais 5 e 9, na classe manilha. Por fim, os Manguezais 7 e 8 foram os que se destacaram na classe lixo domiciliar. O Manguezal 19 apresentou menor número de pontos de antropização, sendo apenas 2 pontos no total.

Figura 3 - Número de pontos de antropização mapeados por classes e manguezal.



Fonte: Os autores (2022).

Figura 4 - Mapa de localização dos pontos de ocorrência de pressão antrópica.



Fonte: IAT (2020); IBGE (2020); GEO CATÁLOGO PARANAGUÁ (2020). Elaborado pelos autores (2022).

Como as manchas de manguezais apresentam variação importante em termos de área, também foi analisada a ocorrência de pontos de antropização por hectare. Neste

sentido, conforme apresentado na Tabela 3, o Manguezal 3 apresentou o maior percentual de ocorrências por hectare.

Tabela 3 - Relação de número de ocorrências por hectare.

Manguezal	Perímetro (m)	Área (ha)	Total de ocorrências	Ocorrências por hectare
3	6.418,64	1,49	14	9,40
8	1.821,20	10,21	47	4,60
18	4.314,50	4,62	17	3,68
6	4.146,35	2,01	6	2,99
7	2.750,04	20,3	58	2,86
17	1.219,88	8,04	22	2,74
5	970,47	11,03	29	2,63
11	8.424,67	11,61	27	2,33
15	9.011,47	6,05	14	2,31
9	1.777,14	9,03	20	2,21
2	755,37	10,95	21	1,92
13	4.403,80	18,88	34	1,80
4	1.791,77	46,39	70	1,51
1	2.037,27	14,06	17	1,21
14	2.829,81	21,45	25	1,17
10	2.326,51	10,84	12	1,11
12	1.999,28	33,64	22	0,65
21	2.073,13	13,32	6	0,45
20	2.840,59	17,82	8	0,45
16	2.133,41	37,76	4	0,11
19	2.839,35	38,59	2	0,05
22	2.037,27	13,28	0	0,00

Fonte: Os autores (2022).

É possível observar (conforme as fotografias das Figuras 5 e 6) uma nítida expansão urbana, ainda precária em infraestrutura, que adentra as manchas de manguezal através do processo de aterramento do solo com depósito de resíduos

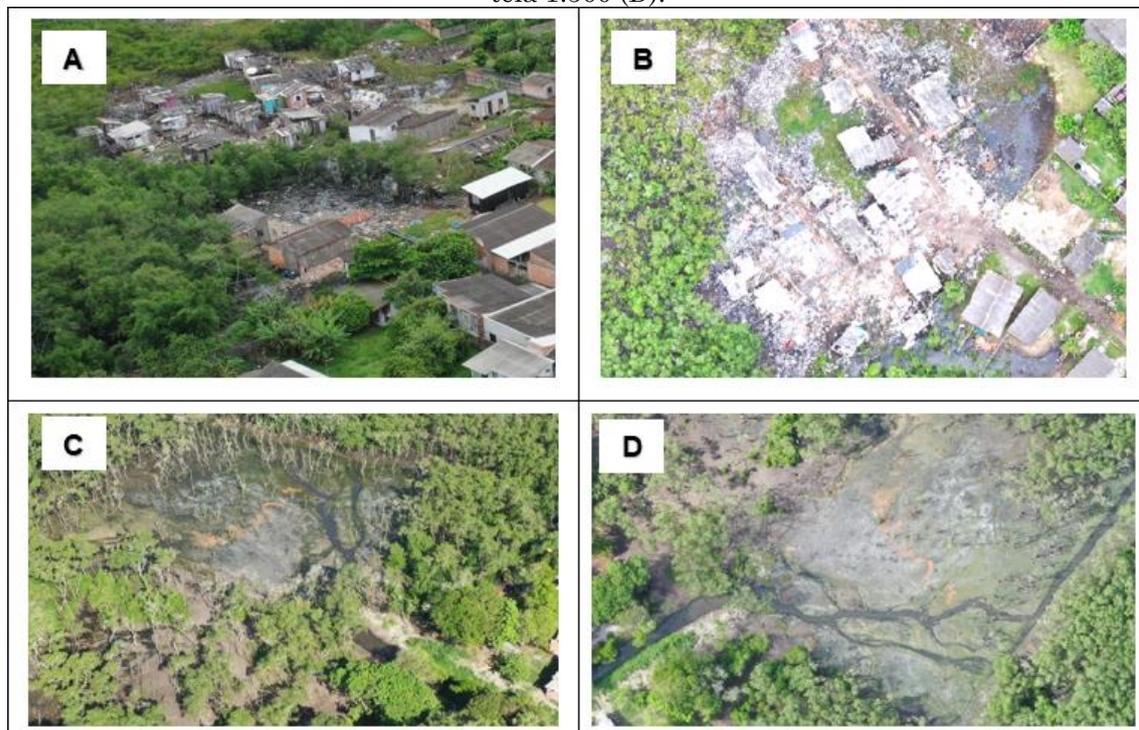
sólidos, com posterior arruamento e loteamento – atividades que ocorrem quase sempre sem autorização legal. Observa-se também falta de infraestrutura de saneamento básico.

Figura 5 - Conjunto de fotografias oblíquas (panorâmicas) de algumas manchas de manguezal. Manguezal 1 (A), Manguezal 4 (B), Manguezal 11 (C), Manguezal 20 (D).



Fonte: Os autores (2022). Levantamento em campo.

Figura 6 - Ocupação precária com resíduos sólidos dentro do Manguezal 4, observado na fotografia oblíqua (A) e no ortomosaico na escala de tela 1:500 (B). Despejo de efluentes sem tratamento com manilha dentro do manguezal 20, observado na fotografia oblíqua (C) e no ortomosaico na escala de tela 1:500 (D).



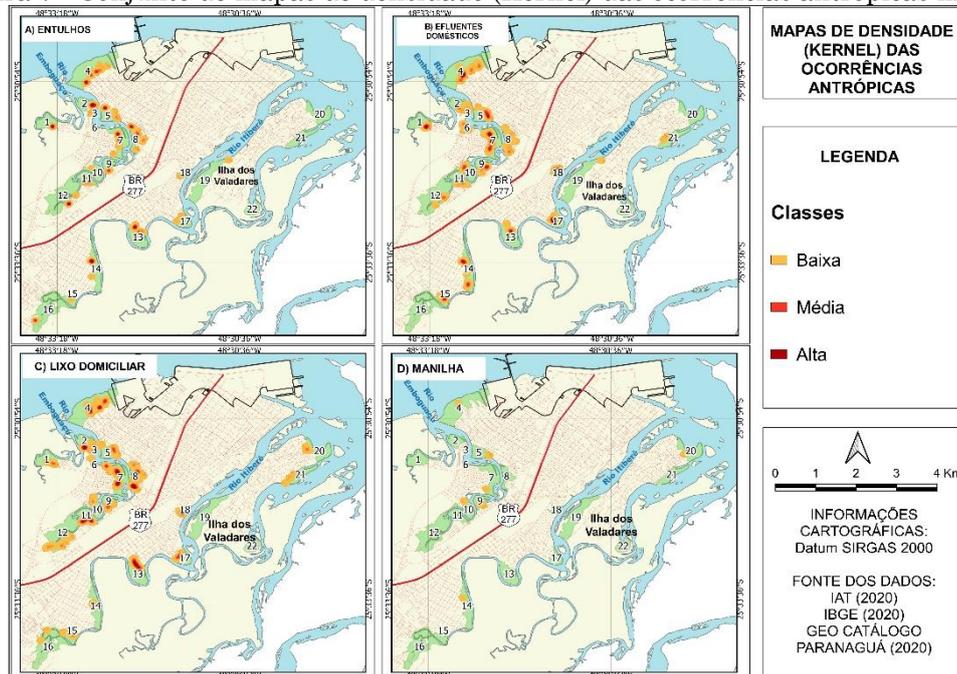
Fonte: Os autores (2022). Levantamento em campo.

Os resultados apontados pela realização da análise espacial de densidade (Kernel),

considerando um raio de 100 m (conforme apresentados na Figura 07) apontam uma

concentração das ocorrências de pressão antrópica nas margens do rio Emboguaçu.

Figura 7 - Conjunto de mapas de densidade (Kernel) das ocorrências antrópicas mapeadas.



Fonte: IAT (2020); IBGE (2020); GEO CATÁLOGO PARANAGUÁ (2020). Elaborado pelos autores (2022).

Compreender a relação entre a pressão antrópica e os manguezais urbanos de Paranaguá remete, primeiramente, em entender o histórico de ocupação urbana, ou seja, a forma como se organizou o espaço urbano do município. A organização espacial é fruto das relações entre os indivíduos que ali vivem e das relações que esses mantêm com o ambiente no qual se estabelecem, podendo assim, criar alterações nos padrões de uso da terra e dos recursos naturais disponíveis.

O quadro atual de antropização dos manguezais apontado no presente estudo já tinha sido anteriormente alertado por Lana (2003). Para o autor, a proteção dos manguezais se manteve, pois, o litoral do Paraná não concentrou os principais núcleos urbanos e as atividades agrícolas e industriais apesar do pioneirismo da sua colonização. No entanto, com a reativação do porto de Paranaguá a partir da segunda metade do século XX, mudanças econômicas começaram a surgir, acarretando pressões como a expansão urbana, novos loteamentos, construção de marinas e implantação de infraestruturas viária e energética. A emergência subsequente de conflitos teve como causa a ocupação e uso de áreas de manguezal por populações de baixa renda nos perímetros urbanos de Paranaguá, Guaratuba e Antonina e, adicionalmente, a valorização imobiliária e construção de

infraestruturas de serviços que afetam direta ou indiretamente os manguezais adjacentes (LANA, 2003).

Ao se tratar de expansão urbana, a década de 1950 trouxe mudanças econômicas que representaram um período crucial marcado pela transformação de Paranaguá em um importante centro de atração de populações e, assim, modificando totalmente sua dinâmica espacial. A partir das décadas de 1980 e 1990, a expansão urbana foi norteadada pelas BR-277 e PR-407, marcada pelo aparecimento de novos loteamentos, balneários e a criação do Distrito Industrial do Embocuí; conjuntura que resultou na intensificação das ocupações irregulares sobre os manguezais da área urbana (CANEPARO, 2000; CANEPARO; BRANDALIZE, 2008).

Ao caracterizar a expansão urbana vigente no município, Silva et al. (2015) apontaram a existência de um crescimento horizontal e regularizado nas áreas estabelecidas para a instalação de novas moradias, mas, por outro lado, uma ocupação irregular que ocorre em áreas de manguezais e margens de rios. Os autores ainda completam apontando a presença de vários bairros cuja ocupação se deu de forma irregular e desordenada.

Em estudo realizado por Tonetti et al. (2021), os autores delimitaram quatro categorias de Unidades de Paisagem, dentro das quais as

Áreas de Preservação Permanente (APP) com uso residencial estavam localizadas em áreas de manguezais. As características da antropização encontradas no presente estudo são semelhantes as apresentadas por Tonetti et al. (2021) por se tratar de áreas com ocupação urbana rápida e desordenada e caracterizadas pela presença de infraestrutura urbana precária. Os autores ainda apontam que essas áreas têm um déficit no que tange ao esgotamento sanitário, entre outros.

Reverter ou melhorar o cenário de antropização apresentado neste estudo necessita de atuação importante e coordenada do poder público, além da sensibilização da população em relação à importância da proteção dos manguezais. Nesta ótica, o município de Paranaguá passou por momento único de planejamento ambiental e gestão territorial, marcado pela elaboração de vários instrumentos previstos por lei: Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (Lei Federal nº 10.257/2001; Lei complementar nº 294/2022); Plano Municipal de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007 e Lei Federal nº 14.026/2020); Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428/2006 e Decreto nº 6.660/2008) e Programa Municipal de Regularização Fundiária (Lei Federal nº 13.465/2017).

Assim, pode-se notar que a problemática da antropização dos manguezais não está necessariamente atrelada a falta de instrumentos de ordenamento territorial. Buscar integração entre esses diversos instrumentos e estimular um diálogo em prol da proteção dos manguezais poderiam representar um caminho promissor para assegurar a proteção dos manguezais. Seria importante uma coordenação e centralização dos resultados e propostas gerados por esses instrumentos a fim de gerar uma visão holística e não mais fragmentada sobre a problemática da ocupação urbana irregular dos manguezais em Paranaguá.

Além disso, especial atenção deve ser dada a pressão antrópica dentro da questão de saneamento, haja visto que foi identificado 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. Assim, tratar da ocupação urbana irregular ultrapassa a mera questão de proteção ambiental, para se tornar uma questão de saúde pública.

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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo apresenta diferencial e pioneirismo em termos de obtenção de informações sobre a antropização do manguezal. Neste sentido, foi observado que o uso do imageamento, realizado através de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), constituiu uma excelente e importante ferramenta para obtenção de dados para o avaliar o grau de antropização de manchas de manguezais localizadas em áreas urbanas. O alto nível de detalhamento dos ortomosaicos, em decorrência da altíssima resolução espacial (0,1 metro no presente estudo) permitiu a realização de fotointerpretação e, por consequência, confecção de mapas que evidenciam as ações humanas dentro das manchas de manguezal, bem como em suas bordas. Assim, recorrer ao uso de ARP favorece um monitoramento contínuo da qualidade ambiental dos manguezais.

A pressão antrópica observada se caracteriza principalmente pela ocupação irregular rumo às manchas de manguezais, através da remoção da vegetação e posterior aterramento por deposição de lixo domiciliar e de entulhos. As moradias apresentam infraestrutura precária, bem como falta de saneamento básico que leva a poluição dos manguezais por diferentes contaminantes. Os manguezais analisados neste estudo apresentaram maior ou menor grau de antropização entre si, caracterizados pelo histórico de uso da terra que vem ocorrendo nas últimas décadas e pela sua distribuição espacial.

Por fim, é importante ressaltar que a proteção do ecossistema manguezal no município passa também pela ação conjunta e complementar da legislação vigente, assim como dos instrumentos de ordenamento territorial.

Nessa ótica, os produtos desta pesquisa oferecem subsídios para instrumentos de ordenamento territorial, como o Plano Municipal da Mata Atlântica, Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano Diretor Municipal, destacando assim a necessidade da integração desses diversos instrumentos em prol da conservação desse ecossistema.

AGRADECIMENTOS

O financiamento da presente pesquisa proveio de um Termo de Ajuste Conduta (TAC) entre um empreendimento localizado no litoral do Paraná, o Ministério Público do Paraná e a Universidade Federal do Paraná (UFPR), tendo o Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (LAGEAMB/UFPR) como executor e apoio do Laboratório de Biogeografia e Solos (LABS/UFPR) e Centro de Pesquisas Aplicadas em Geoinformação (CEPAG/UFPR). Expressamos todo nosso agradecimento às instituições supracitadas, bem como, aos avaliadores da presente pesquisa e ao editor da Revista Sociedade & Natureza, por apontamentos e contribuições durante o processo de publicação.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A.; FREITAS, E.; MOURA-FÉ, M. M.; BARBOSA, W. A proteção dos ecossistemas de manguezal pela legislação ambiental brasileira. **GEOgraphia**, v. 33, p.126, 2015. <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2015.1733.a13700>
- ALONGI, D. M. Present state and future of the world's mangrove forests. **Environmental Conservation**, v. 29, p. 331-349, 2002. <https://doi.org/10.1017/S0376892902000231>
- 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**, v. 166, p. 95-117, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.06.001>
- BIGARELLA, J. J. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology** - An International Journal. Jubilee Volume (1946-2001) p. 65 - 110, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132001000500005>
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm . Acesso: 18 oct. 2022.
- CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S. Análise de eventos pontuais. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004.
- CANEPARO, S. C. Análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica em Paranaguá/PR (1952-1996), através do uso de sistema de informações geográficas. **Raega**, v. 4, p. 111-130, 2000. <https://doi.org/10.5380/raega.v4i0>
- 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.
- CUNHA-LIGNON, M.; COELHO-JR, C.; ALMEIDA, R.; MENGHINI, R. P.; CINTRON, G.; SCHAFFER-NOVELLI, Y.; DAHDOUH-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.
- DAHDOUH-GUEBAS, F. The use of remote sensing and GIS in the sustainable management of tropical coastal ecosystems. **Environment, Development and Sustainability**, v. 4, p. 93-112, 2002. <https://doi.org/10.1023/A:1020887204285>
- DINIZ, C.; CORTINHAS, L.; NERINO, G.; RODRIGUES, J. Brazilian Mangrove Status: Three Decades of Satellite Data Analysis. **Remote Sens**, v. 11, p. 808, 2019. <https://doi.org/10.3390/rs11070808>
- DUKE, N. C., BALL, M. C.; ELLISON, J. C. Factors influencing the biodiversity and distributional gradients in mangroves. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v. 7, p. 27-47, 1998. <https://doi.org/10.2307/2997695>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.03.011>
- 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>
- 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. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências (Downloads) Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html> >. Acesso em 17 nov. 2022.
- ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.
- 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. <https://doi.org/10.3390/rs3050878>
- 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.
- LANA, P. da C. Novas formas de gestão dos manguezais brasileiros: a Baía de Paranaguá como estudo de caso. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p. 169-174, jul./dez. 2004. Editora UFPR. <https://doi.org/10.5380/dma.v10i0.3106>
- 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>
- 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>
- LUGO, A. E.; SNEDAKER, S.C. The Ecology of Mangroves. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.5. p. 9-64, 1974. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.05.110174.000351>
- MAGRIS, R.A.; BARRETO, R. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, p. 546-556, 2010
- 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. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- 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>
- 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. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.7.p2503-2521>
- 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. <https://doi.org/10.14393/SN-v33-2021-59586>.
- PDS LITORAL. Plano de Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná. 2019, 703p.
- PEREIRA FILHO, O.; ALVES, J.R.P. **Conhecendo o manguezal**. Apostila técnica, Grupo Mundo da Lama, RJ. 4a ed. 10p., 1999
- PMSB. PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE PARANAGUÁ/PR. Produto C - Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo. Janeiro, 2021.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE PARANAGUÁ - GEO CATÁLOGO PARANAGUÁ. Disponível em: <https://geonode.paranagua.pr.gov.br/>. Acesso em 10 nov. 2022.
- 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.
- 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**, v.11, n. 27, 2019. <https://doi.org/10.3390/d11020027>
- 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>
- 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.; 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.; CUNHA-LIGNON, M.; COELHO JR., C. A conceptual hierarchical framework for marine coastal management and conservation: a Janus-like approach. **Journal of Coastal Research**,

- Fairbridge Festschrift Special**, v. 42, p. 162-168, 2005.
- 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, p. 727-742, 2020. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p727-742>
- SILVA, C. E. da.; TONETTI, E. L.; KRELLING, A. P. A expansão urbana sobre manguezais no município de Paranaguá: o caso dos bairros Jardim Iguaçú e Vila Marinho. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 03, n. 14, p. 92-111, 2015. <https://doi.org/10.17271/231884723142015939>
- 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, 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.
- SPALDING, M.D.; MARICÉ, L. The State of the World's Mangroves 2021. Global Mangrove Alliance, 2021.
- 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>
- 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)**, v. 38, n. 1, 2021. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2021.245418>
- 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.
- 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.; FERSTER, C.; LIN, A.; GLASS, L. The Google Earth Engine Mangrove Mapping Methodology (GEEMMM). **Remote Sensing**, v. 12(22), p. 3758, 2020 <https://doi.org/10.3390/rs12223758>

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Sidney Vincent de Paul Vikou concebeu o estudo, desenvolveu a proposta metodológica para análise da antropização, participou das campanhas de campo, redigiu o texto do artigo. Escreveu projeto de pesquisa para aquisição de financiamento. Otacílio Lopes de Souza da Paz concebeu o estudo, desenvolveu a metodologia para o aerolevante assim como a coleta, analisou e processou os dados imageados. Contribuiu com o texto e participou da escrita do projeto de pesquisa para aquisição de financiamento. Daiane Maria Pilatti concebeu o estudo, participou da coleta de dados e contribuiu com o texto. Escreveu o projeto de pesquisa para aquisição de financiamento. Coordenou o projeto que este artigo é vinculado. Eduardo Vedor de Paula concebeu o estudo e contribuiu com o texto. Responsável pela aquisição de financiamento. Coordenou o laboratório onde esta pesquisa foi desenvolvida.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.