SAÚDE DOS MANGUEZAIS DE PARANAGUÁ

Um olhar para os bosques antropizados



LAGEAMB
Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais

UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



FICHA TÉCNICA

EQUIPE LAGEAMB

Coordenador Geral
Dr. Eduardo Vedor de Paula

Coordenadora Técnica
Dra. Daiane Maria Pilatti

Analistas em Geoprocessamento
Me. Otacílio Lopes de Souza da Paz
Me. Sidney Vincent de Paul Vikou
Jhenifer Priscila Borges do Couto
Maria Julia Carissimi Fernandes

GESTÃO FINANCEIRA

Maris - Empresa Júnior de Oceanografia, UFPR

COLABORADORES (WORKSHOP)

Dra. Marília Cunha Lignon - Universidade Estadual Paulista - UNESP
Dr. Luis Americo Conti - Universidade de São Paulo - USP
Dr. Gustavo Souza Valladares - Universidade Federal do Piauí - UFPI
Dr. Rafael Metri - Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Dra. Cassiana Baptista Metri - Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Ma. Sarah Charlier Sarubo - Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
Dr. Paulo da Cunha Lana - Universidade Estadual do Paraná - UFPR / CEM
Dr. Carlos Vellozo Roderjan - Universidade Estadual do Paraná - UFPR
Dra. Letícia Larcher de Carvalho - Instituto Homem Pantaneiro – IHP

AGRADECIMENTOS

Prefeitura de Paranaguá
Secretaria Municipal de Meio Ambiente
Secretaria Municipal de Urbanismo
Ministério Público do Estado do Paraná
Posto O Cupim

Design e Diagramação
Bruno Henrique Mezzomo

Março, 2021.

Catalogação na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

S255 Saúde dos manguezais de Paranaguá : um olhar para os bosques antropizados. / – Coordenação: Eduardo Vedor de Paula, Daiane Maria Pilatti ... [et al.]. – Curitiba : Universidade Federal do Paraná, [2021].

44 p. : il., color.

ISBN: 978-65-89713-26-5 [Recurso eletrônico].

Inclui bibliografia.

1. Ecologia dos manguezais. 2. Ecossistemas. 3. Animais do Manguezal. 4. Plantas do Manguezal. I. Universidade Federal do Paraná. II. LAGEAMB - Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais. III. Paz, Otacílio Lopes de Souza da. IV. Vikou, Sidney Vincent de Paul. V. Couto, Jhenifer Priscila Borges do. VI. Título.

CDD: 583.17698

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928

SUMÁRIO

Prefácio 5

Ecossistema Manguezal 6

Contextualização 9

O Projeto 13

Saúde da Vegetação 16

Solo Exposto 21

Grau de Antropização 23

Padrões de Degradação 27

Considerações Finais 30

Referências Bibliográficas 31

Resumo dos Manguezais Analisados 31

PREFÁCIO

O litoral do estado do Paraná revela elevada riqueza ambiental e cultural. Todavia, a ausência de políticas voltadas à implementação dos instrumentos de planejamento desenvolvidos para a região tem favorecido ações de degradação e o consequente comprometimento dos recursos naturais e do patrimônio cultural.

O Ministério Público do Estado do Paraná, em cooperação com a academia, tem inovado consideravelmente na proposição de Termos de Ajustes de Conduta (TACs) que, além de compensarem danos ambientais, também buscam subsidiar o planejamento integrado e a tomada de decisão por parte dos órgãos competentes, por meio de projetos de pesquisa aplicados.

Os resultados do projeto descrito no presente caderno evidenciam este novo modelo de suporte à gestão ambiental do território, no âmbito do qual a saúde dos manguezais limítrofes às porções urbanas do município de Paranaguá foi diagnosticada. Cabe salientar que no decorrer da execução do projeto estes resultados subsidiaram discussões dentro do Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA, 2020), do Plano Municipal de Saneamento (em elaboração), do Plano Municipal de Regularização Fundiária (em elaboração), bem como a revisão do Plano Diretor Municipal (em execução).

Desta forma, acredita-se que a integração institucional (entre órgãos de controle, órgãos licenciadores, órgãos de planejamento, academia, empreendedores etc.) das diferentes esferas (municipal, estadual e federal) seja um caminho possível e necessário ao desenvolvimento sustentável do território litorâneo.

O ECOSSISTEMA MANGUEZAL

O manguezal é um ecossistema costeiro complexo, que compreende zonas estuarinas, entre marés e rios. É caracterizado por variações de salinidade em função do regime de marés e por solo inconsolidado com baixo teor de oxigênio, porém, rico em matéria orgânica (Schaeffer-Novelli, 1995). Devido a estas características, apenas organismos com adaptações estruturais e fisiológicas podem habitá-lo (Pinheiro et al., 2008).

Este é o caso das espécies arbóreas tropicais que compõem o manguezal, também conhecidas como mangue. Apesar do mangue ser um grupo florístico muito diverso, três espécies de gêneros diferentes predominam na costa brasileira: o mangue-vermelho (Rhizophora mangle), o mangue-preto (Avicennia schaueriana) e o mangue-branco (Laguncularia racemosa) (ICMBio, 2018; Souza et al. 2018).

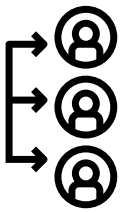






Figura 1: Espécies de mangue presentes em Paranaguá, PR. Avicennia schaueriana (A); Laguncularia racemosa (B); Rhizophora mangle (C).

Além de abrigar diferentes formas de vida, essas regiões costeiras oferecem inúmeros serviços ecossistêmicos de grande importância (Dugan, 1992; Schaeffer-Novelli et al., 2005; Schaeffer-Novelli, 2016; Pinheiro e Talamoni, 2018), dentre eles:



Serviços de Provisão

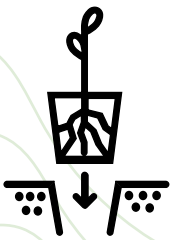
Produção de alimentos (peixes, moluscos, carnicicultura)

Serviços de Suporte



Formação e estabilização do solo/substrato
Exportação de biomassa
Ciclagem de nutrientes
Dispersão de sementes (diásporas)
Conectividade da paisagem
Manutenção da biodiversidade
Base de cadeias alimentares estuarinas e marinhas
Reprodução e abrigo de muitas espécies animais

Serviços de Regulação



Controle de erosão (retenção de sedimentos)
Anteparo para o avanço da maré e controle de inundações
Estoque de carbono
Estabilidade geotécnica
Purificação e armazenamento da água
Retenção de contaminantes
Transformação de matéria orgânica em nutrientes para o meio

Serviços Culturais

Recreação
Valor educacional
Valores de bem-estar
Beleza cênica
Conservação da paisagem

Os manguezais vêm sendo degradados e extintos devido à forte pressão antrópica exercida pela urbanização desenfreada das regiões litorâneas, principalmente em regiões metropolitanas brasileiras que se desenvolvem próximas ao litoral, onde a capital é costeira ou muito próxima da costa (Souza et al., 2018). Paranaguá é um exemplo claro deste avanço: além do município ser próximo a capital - Curitiba, tem em seu território uma importante atividade portuária, que altera a paisagem e influência no crescimento urbano como um todo (CANEPARO, 1999; LANA, et al., 2001; LANA, 2004; SOARES, 2009).

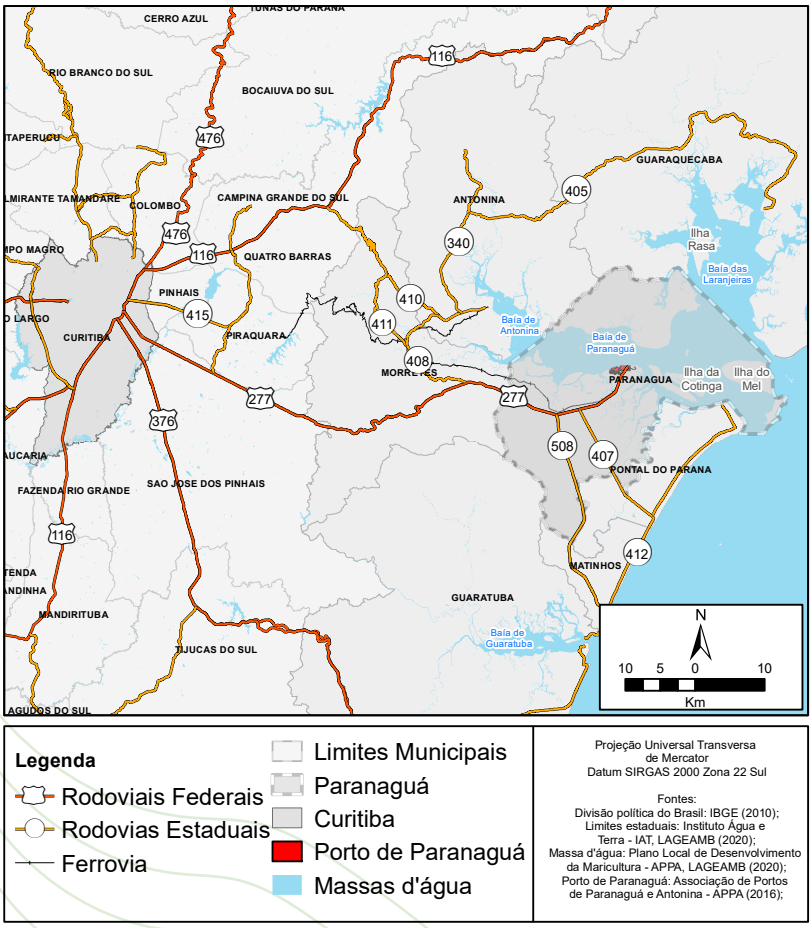


Figura 2: Localização de Paranaguá em relação a capital paranaense, Curitiba.

CONTEXTUALIZAÇÃO

O litoral do Paraná apresenta características paisagísticas naturais terrestres e marinho-costeiras de grande relevância, além de abrigar comunidades tradicionais caiçaras e indígenas (PDS, 2018). Dentro dos municípios que compõem a região, Paranaguá se destaca como polo econômico, tendo como principal atividade econômica, a portuária (Figura 3). Entretanto, a expansão das atividades portuárias e da mancha urbana no município de Paranaguá tem ocorrido de modo desenfreado, resultando em alto nível de impacto ambiental aliado a problemas sociais. As leis e instrumentos de planejamento, os quais procuram regulamentar os usos e ocupações do solo, têm sido, em muitos casos, negligenciadas. Assim, a expansão da mancha urbana de Paranaguá afeta áreas ambientalmente sensíveis, como os manguezais.



Figura 3: Expansão imobiliária e atividade portuária gerando pressão antrópica sobre os manguezais de Paranaguá, PR.

Apesar de sua relevância ecológica, o manguezal de Paranaguá vem sendo intensamente degradado. Estudos evidenciaram a perda de 294 hectares de manguezal em Paranaguá entre 1952 e 1996. Décadas adiante, a degradação continua e os principais impactos estão relacionados às ações antrópicas (Figuras 4 e 5), como o desmatamento e aterros para a expansão urbana, desmatamento para expansão industrial e portuária, falta da rede de esgoto e descarte irregular de resíduos urbanos e industriais (Caneparo, 2000).



Figura 4: Manguezais de Paranaguá em 1980. Fonte: Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Paraná (ITCG).

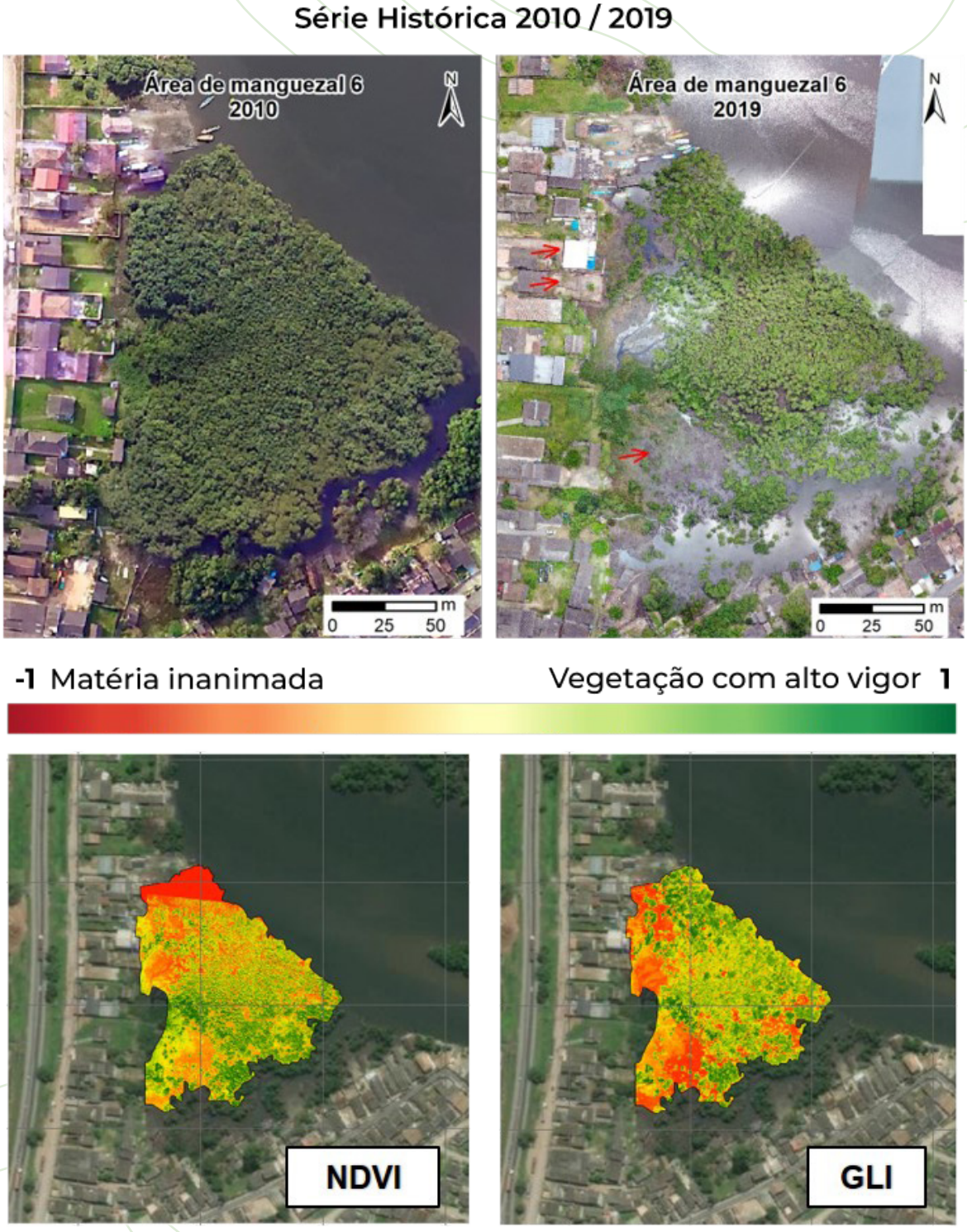


Figura 5: Série histórica do manguezal n.6, no Bairro Santa Helena. Abaixo, Vigor vegetativo (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) e Teor de Clorofila (Green Leaf Index - GLI).

Frente a fragilidade ambiental encontrada em Paranaguá, foi evidenciada a necessidade de um levantamento aprofundado da situação dos manguezais próximos às áreas urbanizadas, objetivando o planejamento e gestão socioambientais adequados. A análise dos remanescentes de manguezais pode subsidiar ações dos gestores públicos de Paranaguá, em relação a medidas de conservação, restauração, urbanização e desenvolvimento socioeconômico.

A partir desta demanda, o Ministério Público do Estado do Paraná, por meio da 2º Promotoria de Justiça da Comarca de Paranaguá, propôs o financiamento de um projeto para diagnosticar a saúde dos manguezais próximos a mancha urbana. O financiamento se deu a partir da Compensação Ambiental de Termo de Ajuste de Conduta (TAC), oriundo de Ação Civil Pública realizada no município. Definiu-se como executor do projeto o Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (LAGEAMB), pertencente ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná. A escolha foi justificada por notório saber, uma vez que o laboratório possui vasto histórico de estudos realizados na região.

O PROJETO

O projeto “Análise dos manguezais próximos à mancha urbana do município de Paranaguá – Paraná”, teve como objetivo caracterizar e classificar as áreas de manguezal de acordo com o grau de antropização e saúde da vegetação.

Para identificar as áreas a serem analisadas foi realizado inventário dos bosques de manguezal, a partir de ortoimagens datadas de 2016, disponibilizadas pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Paraná (ITCG). Observou-se que o perímetro urbano de Paranaguá conta com aproximadamente 1.400 hectares de manguezais, dos quais 380 hectares estão próximos a mancha urbana e foram escolhidos como prioritários na análise.

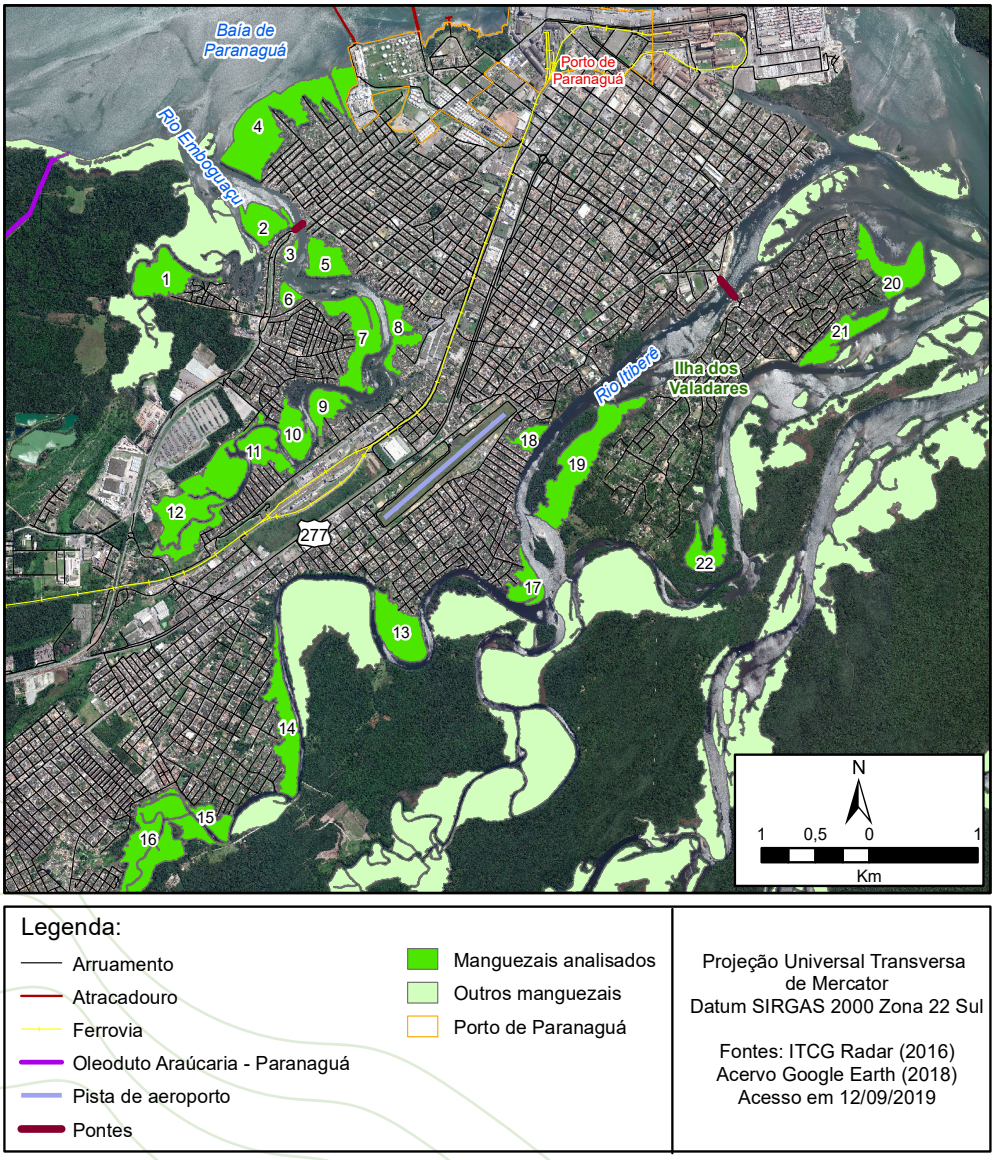


Figura 6: Mapa dos manguezais analisados no âmbito do projeto.

O levantamento dos dados foi realizado com aeronave remotamente pilotada (popularmente conhecida como drone), com câmera infravermelha acoplada, somando um total de seis comprimentos de onda (bandas) por imagem. As imagens multiespectrais permitiram a avaliação da saúde da vegetação, solo exposto e fatores de antropização. Os voos foram realizados mediante autorizações, atendendo aos requisitos estabelecidos pelo Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94/2017 (RBAC-E nº 94/2017), pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).



Figura 7: Aeronave Remotamente Pilotada (ARP, popular "drone") utilizado para levantamento dos dados do estudo com sensor Mapir OCN Survey 3 acoplado, para levantamento de dados no comprimento de onda infravermelho, que possibilita análise de índices de vegetação.

Nas últimas duas décadas o monitoramento de manguezais através de sensoriamento remoto vem crescendo em todo o mundo, demonstrando grande potencial para identificar e monitorar o grau de conservação em que se encontram os manguezais. Em revisão de mais de uma centena de artigos científicos, Kuenzer et al. (2011) identificou principalmente o uso de imagens orbitais como fonte de informação, majoritariamente com resolução entre 20-30 metros. Wang et al. (2019) reforça esse perfil, denominando como imagens de alta resolução *pixels* a partir de um metro.

A resolução espacial das imagens obtidas com drone neste projeto é de 0,1 metros, trazendo um nível de informação muito superior em relação a análise remota baseada em imagens orbitais (Figura 8). Em um pixel de resolução de 30 m (900 m2), vários indivíduos de mangue estão sendo imageados, ou seja, o pixel representa a média entre esses indivíduos, para o índice analisado. Entretanto, um pixel de resolução de 0,1 m representa uma área de 10 cm2. Nesta área, apenas alguns elementos da paisagem podem ser representados, como poucas folhas, galhos, ou área de solo exposto. As imagens utilizadas no projeto apresentam 90.000 vezes mais resolução em comparação a maioria das imagens de satélite disponíveis, portanto, maximizam o nível de detalhamento das informações obtidas para as análises do manguezal de Paranaguá. A Figura 8 traz uma comparação entre análise do manguezal n.22, realizada com imagem orbital e com drone. Este bosque de mangue foi escolhido para fins comparativos por ser tratar do bosque mais conservado dentre os analisados.

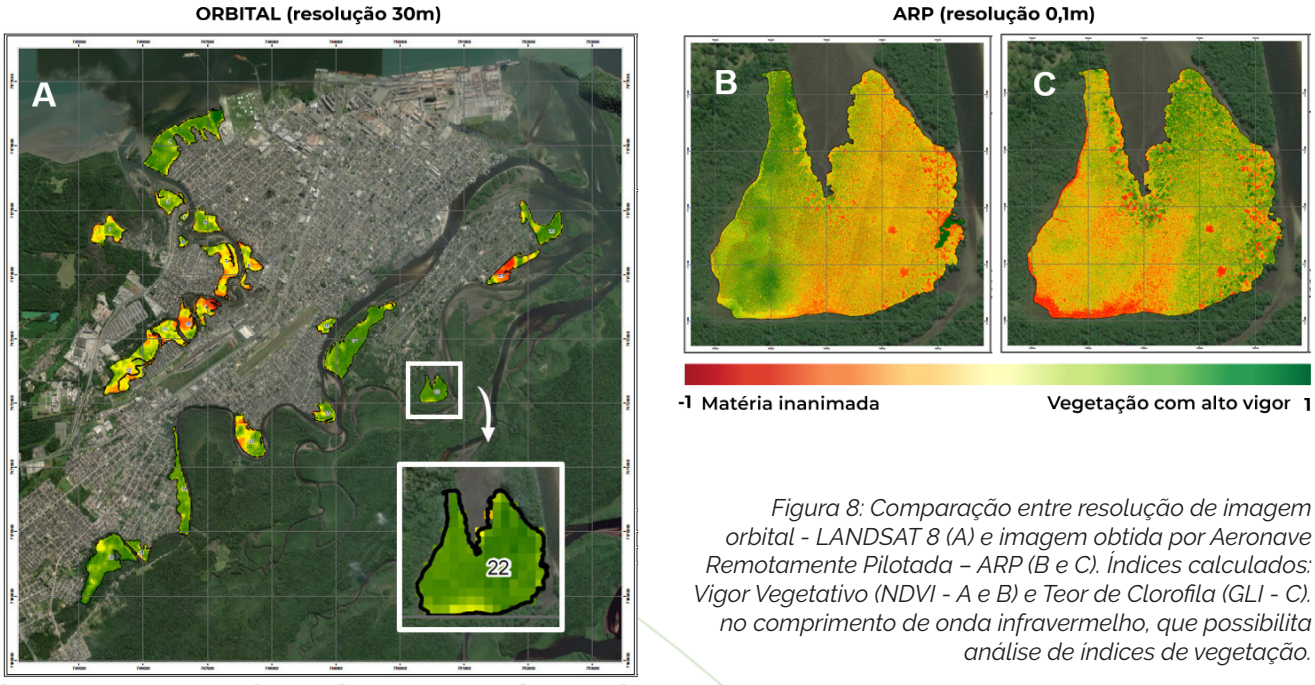


Figura 8: Comparação entre resolução de imagem orbital - LANDSAT 8 (A) e imagem obtida por Aeronave Remotamente Pilotada – ARP (B e C). Índices calculados: Vigor Vegetativo (NDVI - A e B) e Teor de Clorofila (GLI - C). no comprimento de onda infravermelho, que possibilita análise de índices de vegetação.

Na análise com menor resolução (Figura 8A) o manguezal demonstra estar em ótima saúde, de acordo com a interpretação da Figura 9. Entretanto, quando a resolução é aumentada significativamente, detalhes como clareiras e efeito de borda podem ser observados no manguezal.

ANÁLISE DE SAÚDE DA VEGETAÇÃO

Usualmente, a saúde da vegetação – inclusive de manguezais, é analisada através do índice Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), traduzido como "Índice de Vegetação por Diferença Normalizada". Este índice foi desenvolvido por Rouse et al. (1974) para avaliar a condição geral da vegetação utilizando imagens do satélite. O índice detecta diferenças entre as bandas do espectro eletromagnético do infravermelho (NIR) e do visível, na banda do vermelho (R) de uma imagem, indicando desde vegetação saudável até matéria morta (solo, vegetação em senescência, corpos d'água, moradia, entre outros). O NDVI foi calculado através da fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

Além do NDVI, calculou-se também um índice auxiliar, a fim de obter uma camada adicional de informação. O teor de clorofila foi mensurado através do Green Leaf Index (GLI), ou "Índice do Verde das Folhas". Este índice mensura o conteúdo de clorofila nas plantas através das bandas do espectro eletromagnético do visível correspondente às faixas do Vermelho (R), Verde (G) e Azul (B) de uma imagem. Por mensurar teor de clorofila, está diretamente relacionado com eficiência no uso da luz (Louhaichi et al., 2001). O GLI foi calculado pela seguinte fórmula:

$$GLI = \frac{2G-R-B}{2G+R+B}$$

Ambos os resultados dos índices de vegetação variam entre -1,0 e 1,0 por se tratar de índices normalizados. Dessa forma, valores entre -1 e 0 indicam objetos inanimados (como solo) ou plantas mortas; valores entre 0 e 0,33 indicam plantas não saudáveis; valores no intervalo 0,33 a 0,66 indicam plantas com saúde moderada e valores entre 0,66 e 1 indicam vegetação com alto vigor (Figura 9).

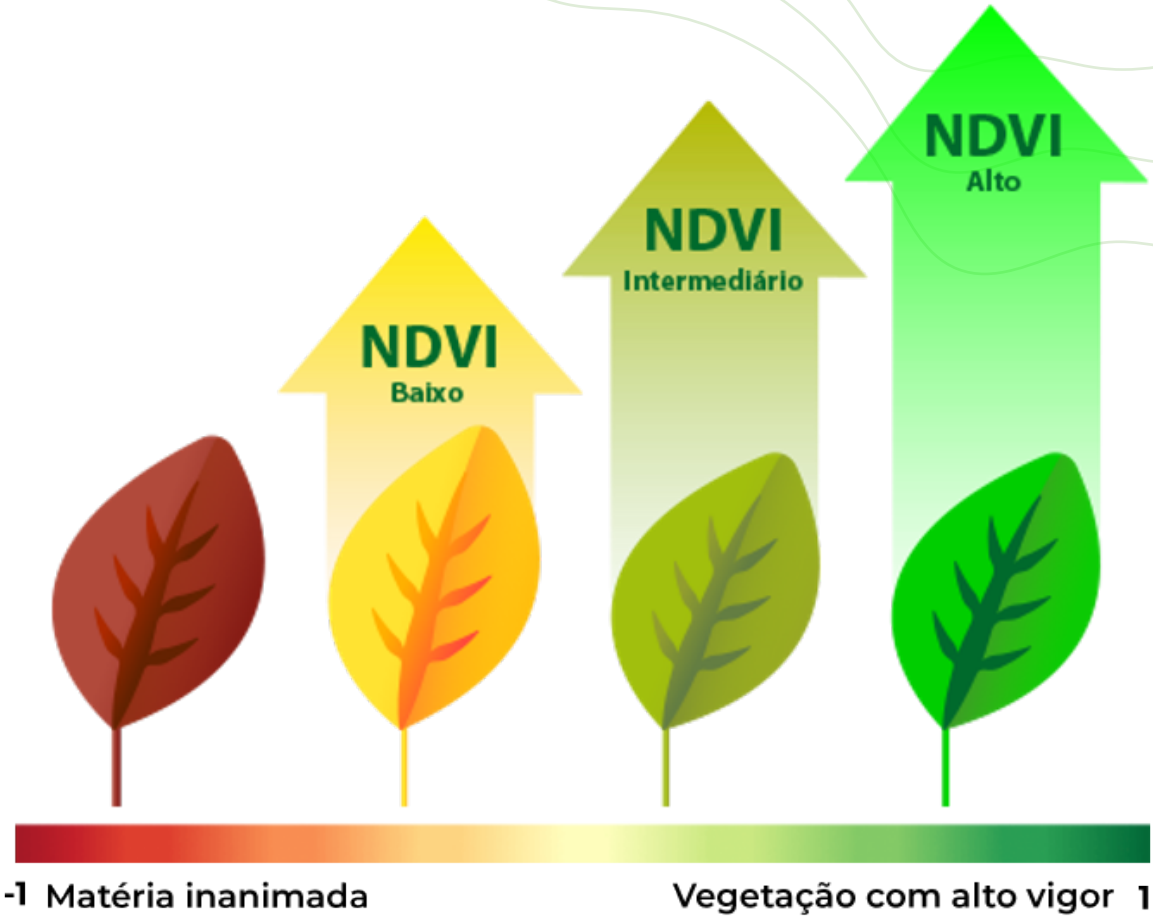


Figura 9: Interpretação de índices de vegetação através de gradiente de coloração. Valores próximos a -1 indicam matéria inanimada e valores próximos de 1, alto vigor vegetativo.

Na Figura 8, além da comparação entre resolução, também é a apresentada a importância do índice de vegetação complementar (GLI). Enquanto a análise de vigor vegetativo – NDVI (A) informa sobre condições do mesofilo (Tucker e Sellers, 1986), o teor de clorofila – GLI (B) informa a quantia de clorofila nas folhas e pode ser utilizado como proxy para fotossíntese e produção primária vegetal (Wu et al., 2009). Essa relação é possível de ser feita, uma vez que a molécula de clorofila contém a maior parte do nitrogênio presente nas folhas. Este nitrogênio é proveniente do requerimento de absorção nutricional da planta

e, portanto, o GLI também pode ser relacionado à disponibilidade de nutrientes no solo (Daughtry et al. 2000; Yoder e Pettigrew-Crosby, 1995).

Apesar do lado direito do manguezal n.22 apresentar baixo vigor (Figura 8 A), o bosque apresenta potencial fotossintético (Figura 8 B). A fixação de nitrogênio é um processo ecológico de grande importância para os vegetais e, quando afetada, pode alterar processos e funções no manguezal. Alterações na fixação de nitrogênio e em outras funções fisiológicas podem estar relacionadas a pressão antrópica, embora sejam menos perceptíveis a olho nu, como são a supressão vegetal, despejo de lixo e efluentes sem tratamento. (Mabula; Mangora e Muhando, 2017). Logo, a análise do interior da folha (mesofilo) através dos sensores multiespectrais torna-se uma ferramenta de grande valia, capaz de prever mudanças na saúde da vegetação antes mesmo da mortandade dos indivíduos.

Alguns bosques de manguezal (n. 1, n. 3, n.6, n.9, n.11, n.17 e n.18) apresentam significativa supressão vegetal em toda sua extensão, caracterizando forte pressão antrópica. Entretanto, os índices de vegetação exibem altos valores de NDVI e GLI (Figura 10), sugerindo que a vegetação restante apresenta vigor de médio à alto. Neste cenário, é provável que os indivíduos restantes sejam capazes de regenerar o bosque a partir de seu vigor e resiliência se as fontes de pressão antrópica diminuírem ou cessarem. Esta inferência não seria possível sem os resultados dos índices de vegetação.

Além de caracterizar o vigor vegetativo das plantas, nos manguezais o NDVI também é utilizado para determinar a densidade dos indivíduos no bosque, sendo os valores mais baixos relacionados à degradação (Hidayat et al, 2011). Entretanto, nos manguezais analisados em Paranaguá altos valores de NDVI podem ser observados em bosques adensados e esparsos. Nos manguezais com maior adensamento (Figura 11) os índices de vegetação foram eficientes para caracterizar porções do bosque com maior ou menor saúde (ex: manguezais n.21, n.24, n.28).

O NDVI e, principalmente, o GLI, também foram eficientes para caracterizar porções de solo exposto dentro manguezal, de pequenas áreas a clareiras.

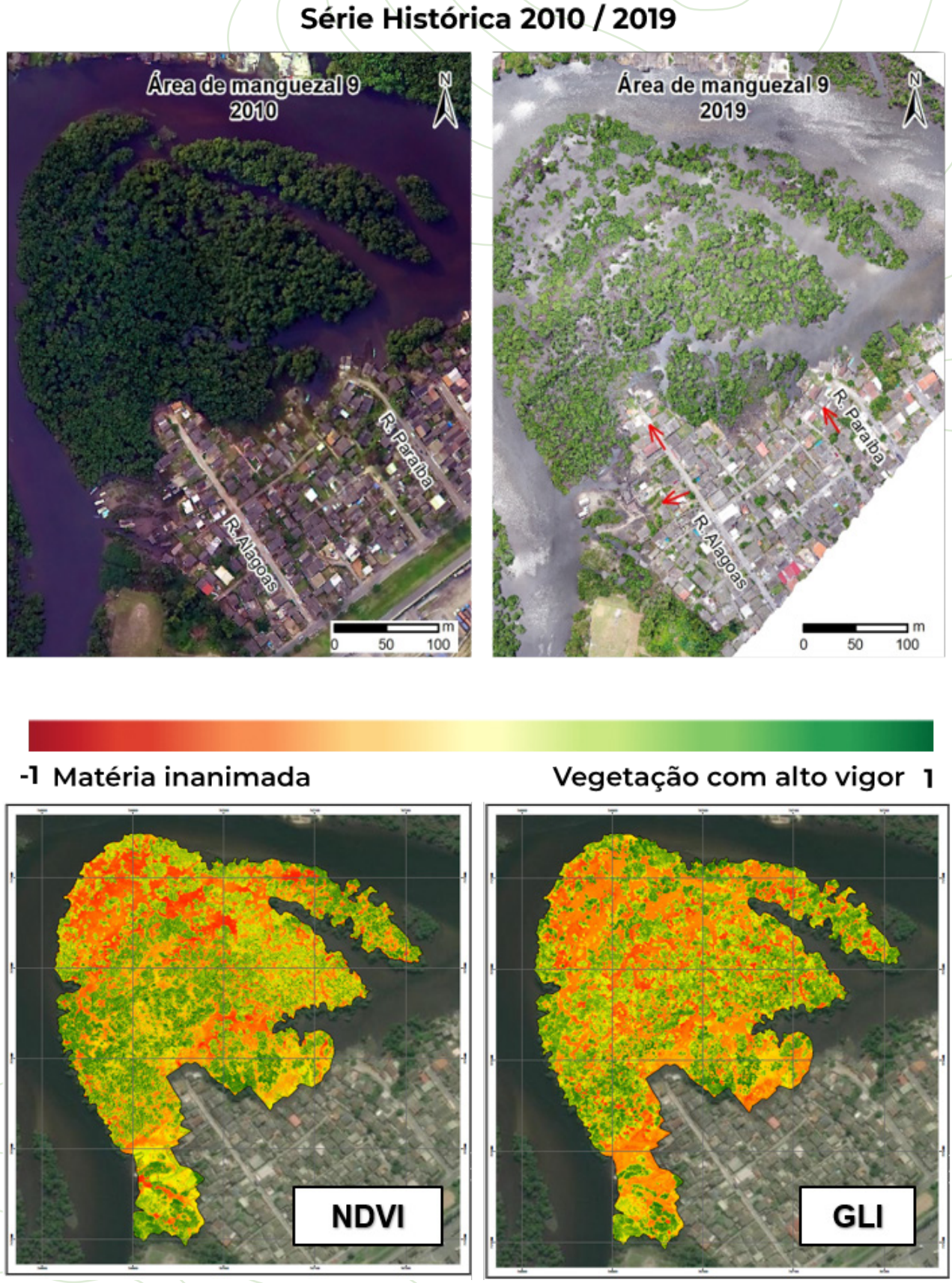


Figura 10: Série histórica de bosque de mangue (n.9) na Vila Nova Primavera. Abaixo, Vigor Vegetativo (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) e Teor de Clorofila (Green Leaf Index - GLI).

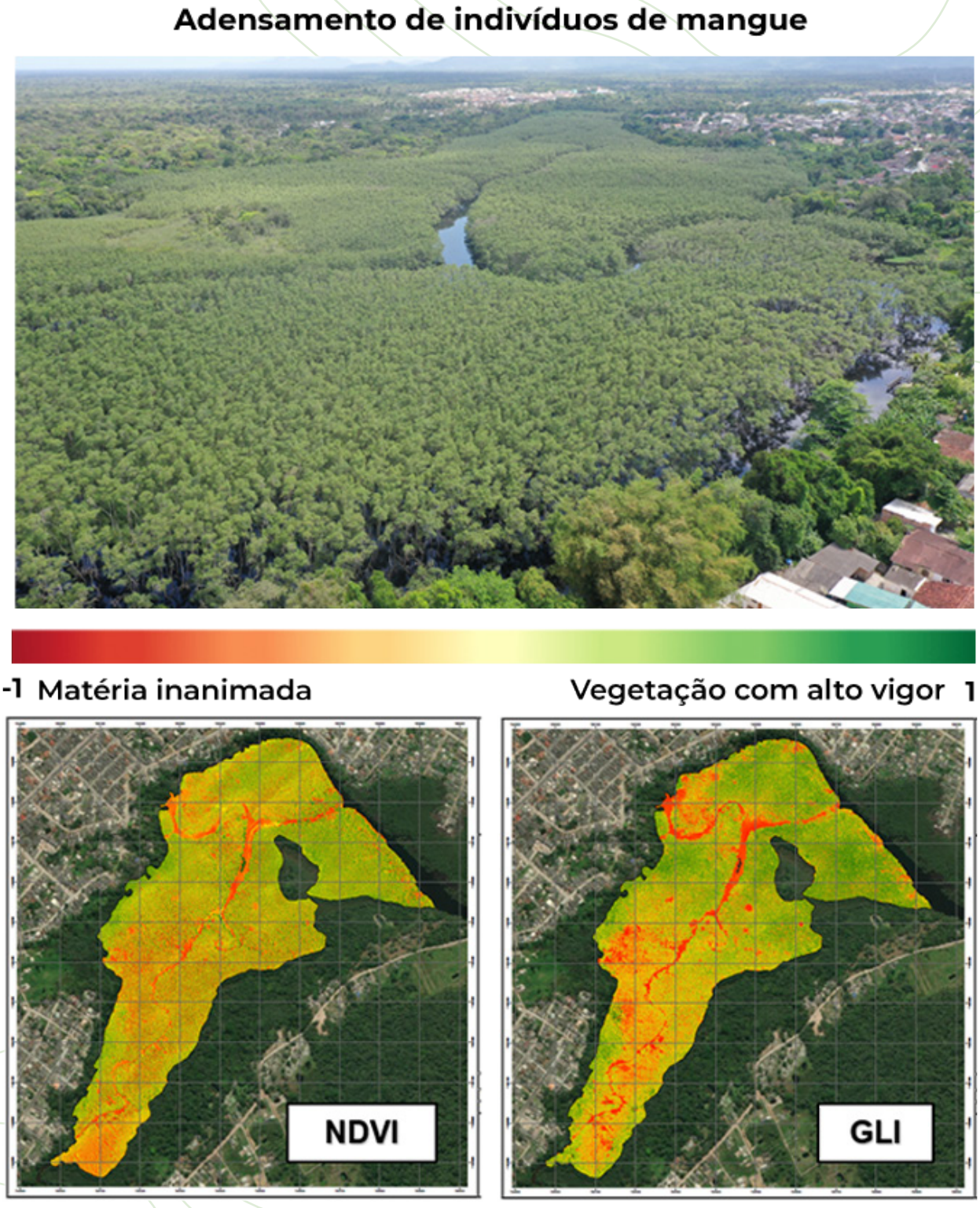


Figura 11: Adensamento de indivíduos de mangue no bosque n.16, próximo dos bairros Jardim Yamaguchi e Nislon Neves. Abaixo, Vigor Vegetativo (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) e Teor de Clorofila (Green Leaf Index - GLI).

ANÁLISE DE SOLO EXPOSTO

O mapeamento das áreas de solo exposto nos bosques de manguezais foi realizado a partir da classificação automatizada dos ortomosaicos (imagens) gerados, através do software ArcGIS 10.5.

MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE SOLO EXPOSTO

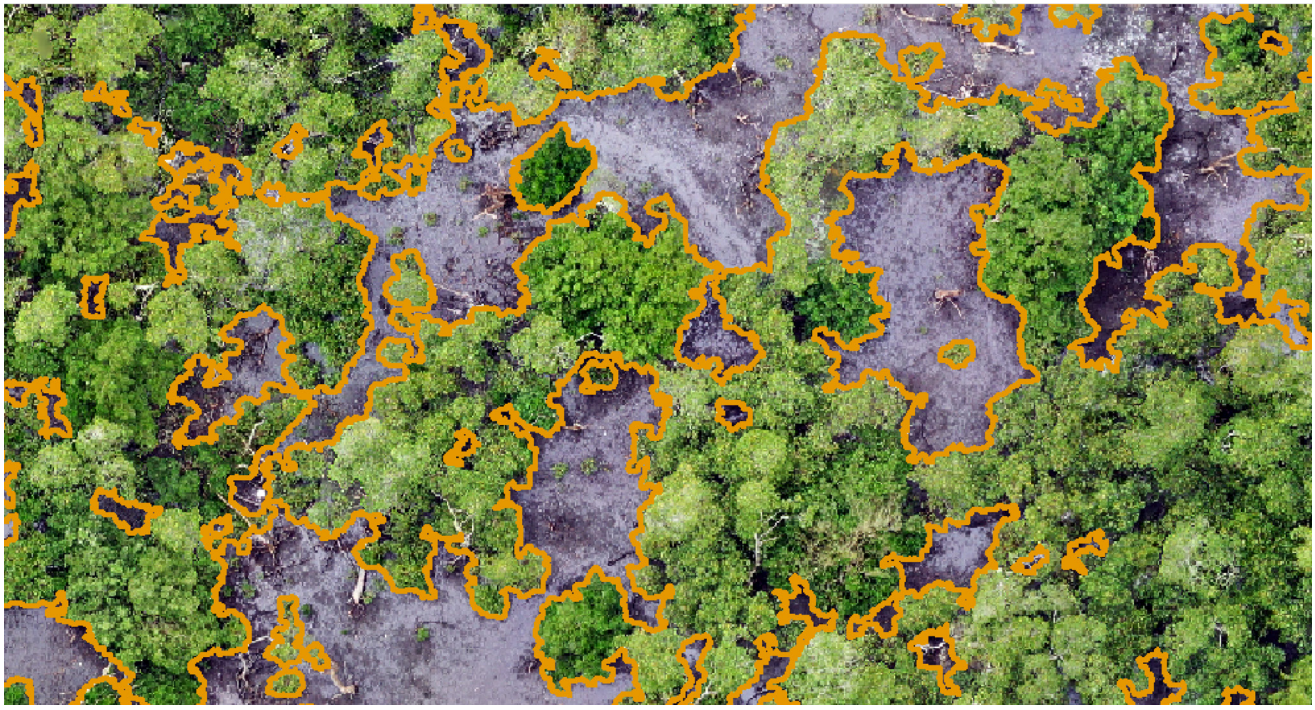


Figura 12: Classificação automatizada de solo exposto em manguezal.

Em média, as áreas de manguezais analisadas apresentam 4,1 hectares de solo exposto, concentradas principalmente no contato com a mancha urbana. A Figura 13 divide as áreas de manguezais em três grupos em função da proporção de solo exposto. Os manguezais n.7 e n.12 apresentam as maiores áreas de solo exposto, respectivamente, enquanto os bosques n.3 e n.6 apresentam as menores. Em termos de localização, as maiores concentrações de solo exposto ocorrem nos manguezais na margem do Rio Emboguaçu, conforme indicado na Figura 14, enquanto as menores proporções de solo exposto são encontradas nos manguezais ao sul do Rio Itiberê e na Ilha dos Valadares.

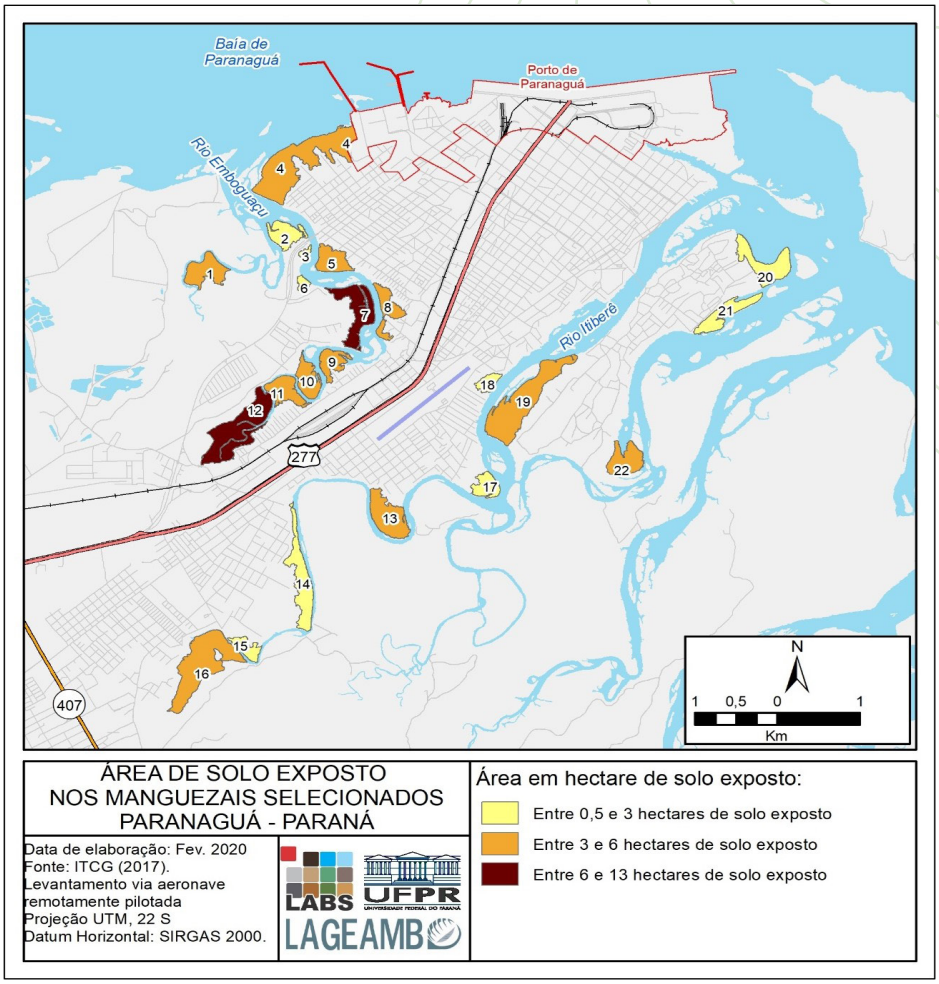


Figura 13: Área de solo exposto nos manguezais selecionados de Paranaguá, PR.

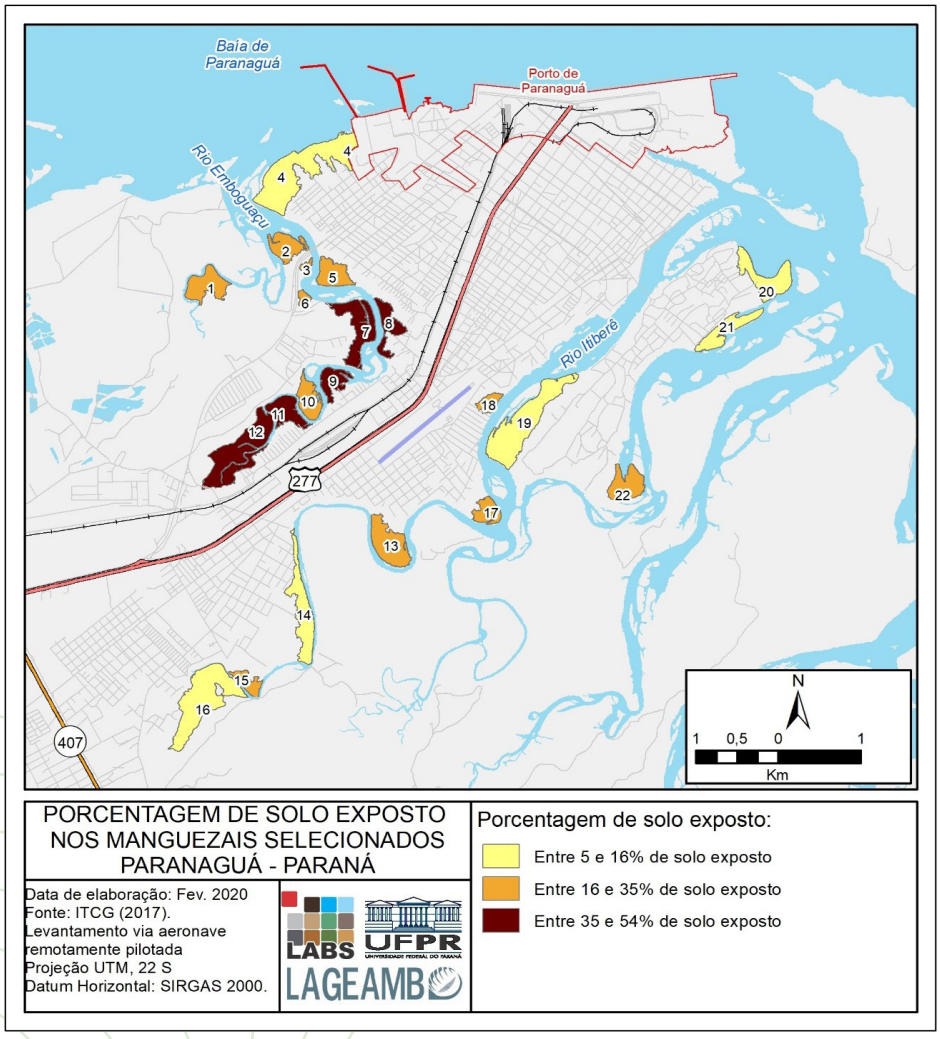


Figura 14: Porcentagem de solo exposto nos manguezais selecionados de Paranaguá, PR.

ANÁLISE DE ANTROPIZAÇÃO

Inúmeros estudos foram desenvolvidos sobre a antropização em Paranaguá, muitos dos quais utilizaram sensoriamento remoto para analisar uso e cobertura da terra no município (Caneparo, 1999; Krug et al., 2007; Silva, Tonetti e Krelling, 2015; Silva e Faria, 2019). No entanto, nenhum destes estudos recorreu ao uso de Aeronave Remotamente Pilotada (drone), um diferencial em termos de obtenção de informação (resolução).

Dentre os 22 bosques de manguezais contemplados pelo presente estudo, 21 apresentaram algum grau de antropização no seu interior e/ou arredores. Os mapas de antropização foram produzidos com auxílio do software ArcGIS 10.5 a partir dos ortomosaicos gerados. A elaboração dos mapas foi realizada a partir da fotointerpretação do manguezal, na escala de tela correspondente a 1:500.

Os pontos de pressão antrópica foram agrupados em 4 grandes classes (Figura 15):

- Entulhos (material de construção): representada principalmente pelo acúmulo de restos de construção civil, caliças, madeiras, pedras, entre outros.
- Lançamento de efluentes domésticos sem tratamento - residências: presença de canos de policloreto de vinila (PVC), que saem das residências em direção ao manguezal.
- Manilha: agrupa as manilhas encontradas a céu aberto.
- Lixo domiciliar: abrange uma categoria muito grande de tipo de resíduos, como embalagens, garrafas pet, sacolas, pneus, entre outros.



Figura 15: Fotointerpretação das quatro classes de pressão antrópica identificadas, a partir das imagens obtidas pela Aeronave Remotamente Pilotada.

Foram identificados 475 pontos (Figura 16) que retratam alguma forma de pressão antrópica sobre os manguezais analisados, sendo 45,26% dos pontos relativos à acúmulo de “lixo domiciliar”. Em segundo lugar, vem 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%). Por fim, a classe “manilha” apresentou 9 pontos de ocorrência (1,89%).

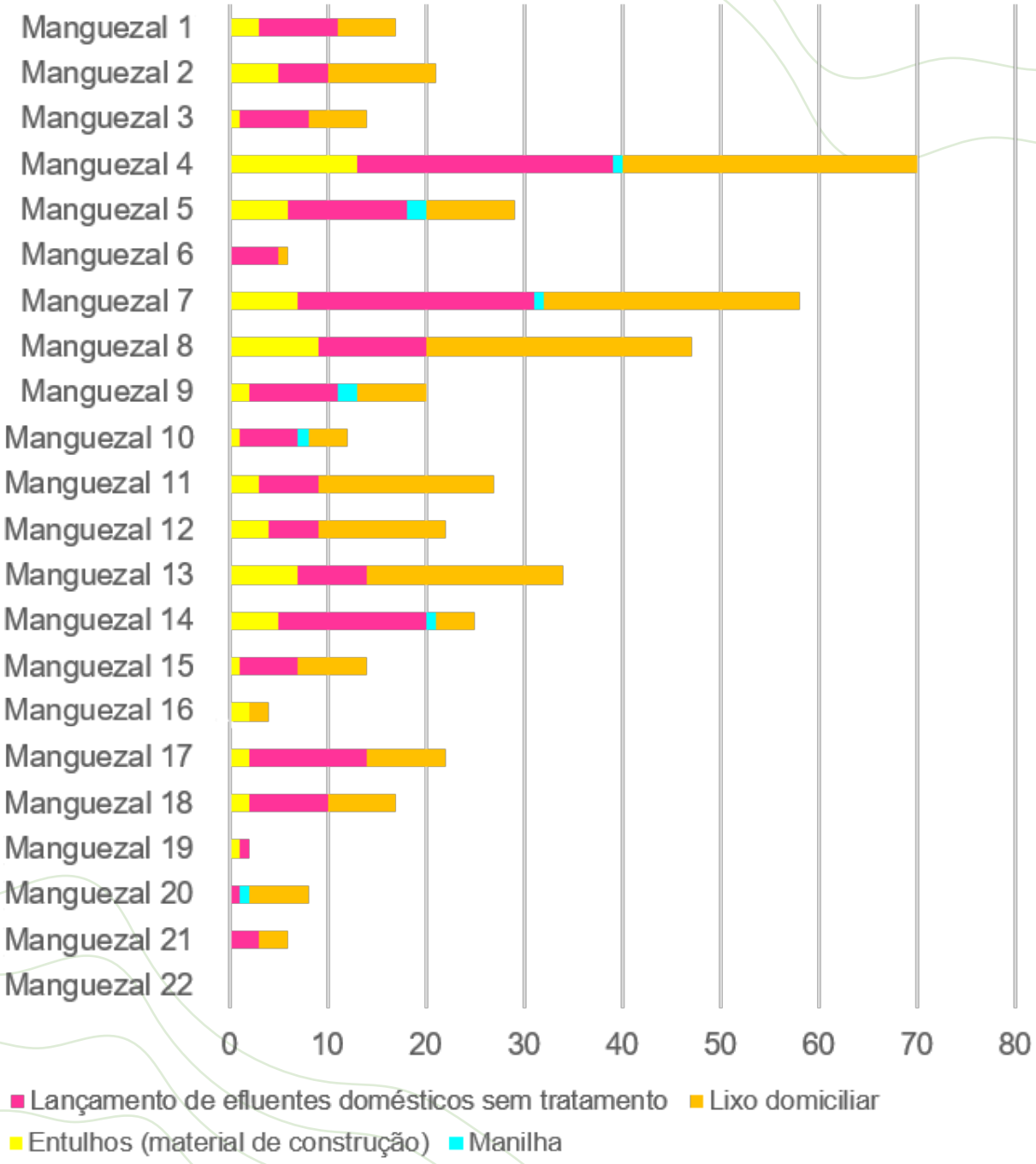


Figura 16: Número de pontos de antropização mapeados por classes nos manguezais.

A pressão antrópica observada tem origem principalmente no avanço de ocupações irregulares em direção ao manguezal, por meio da supressão vegetal seguida de aterramento (uso de caliça), que é realizado através da deposição de lixo domiciliar e de entulhos (material de construção). Este lixo funciona com base para arruamento e construção das casas, que apresentam os mais diversos padrões de construção. É comum encontrar casas localizadas no final da rua, sendo limítrofe ao manguezal, ou ainda localizadas dentro dos bosques de mangue.



Figura 17: Deposição de lixo doméstico e entulhos para possível aterramento de manguezal, na Vila São Vicente.

Especial atenção deve ser dada à pressão antrópica relacionada ao saneamento. Foi identificado o despejo de efluentes sem tratamento diretamente das residências ou de manilhas para o interior do manguezal. Além dos problemas claros atrelados a saúde do ecossistema manguezal, essa problemática traz à tona algumas considerações que dizem respeito à salubridade e qualidade de vida das populações que moram nessas áreas.



Figura 18: Clareira causada pela mortandade de indivíduos de mangue devido a poluição por efluentes sem tratamento. Na imagem, é possível identificar a calha de efluentes que se forma, despejados de uma grande manilha. Os efluentes atravessam o mangue causando a morte dos indivíduos e logo após, desaguam no corpo d'água.

PADRÕES DE DEGRADAÇÃO

É comum esperar que a saúde dos manguezais seja mais afetada nas porções de bosque cujos limites estão voltados para área urbana (continente) e que as porções mais conservadas estejam no interior do manguezal (Mabula; Mangora e Muhando, 2017). Entretanto, os manguezais de Paranaguá apresentam outros padrões de degradação além deste, que foram discutidos em por um comitê científico, formado por especialistas em manguezal de diferentes áreas, dentre elas: fauna, flora, solo e sensoriamento remoto de mangue. Todos os resultados obtidos no âmbito do projeto foram analisados previamente e individualmente pelos especialistas para, só então, serem discutidos no evento. A discussão acadêmica deu origem a definição dos seguintes padrões de degradação para os manguezais antropizados de Paranaguá:

- I – Degradação no sentido continente para corpo d'água
- II – Degradação no sentido corpo d'água para continente
- III – Padrão difuso de degradação
- IV – Baixo impacto (manguezais com maior grau de conservação)

Além dos padrões supracitados, entendeu-se que alguns bosques de manguezal não se encaixam apenas em um padrão de degradação, mas podem apresentar diferentes padrões em diferentes porções de sua extensão. Assim, foram sugeridos dois padrões adicionais:

- Padrão misto: I e III
- Padrão misto: I e IV

Estes padrões estão distribuídos de forma agrupada no município, sugerindo que diferentes fontes de antropização se distribuem espacialmente em Paranaguá. Os manguezais ao longo do rio Emboguaçu apresentam principalmente o padrão difuso de degradação (III), que necessita de estudos e análises adicionais para identificação dos estressores, sejam

eles de fontes naturais ou antrópicas. Estes manguezais também apresentam as maiores áreas de solo exposto. Dois bosques às margens do rio Emboguaçu apresentam padrão de degradação no sentido corpo d'água continente (II), sugerindo a presença de poluentes na água ou fatores que levam a maior sedimentação nesses bosques.

Os manguezais que apresentam maior saúde vegetal (IV – baixo impacto) encontram-se na Ilha dos Valadares e nos braços do rio Itiberê. A Ilha dos Valadares também apresenta os bosques de manguezal mais adensados.

Alguns padrões não ocorrem de forma agrupada, mas pontual. É o caso do padrão I - degradação no sentido continente para corpo d'água, onde observam-se fontes de degradação como supressão vegetal, aterramento do mangue para fins imobiliários e despejo de efluentes sem tratamento diretamente dentro do manguezal. Assim como nos bosques com padrão I, os padrões mistos também ocorreram pontualmente e em apenas em 3 bosques de todos os analisados.

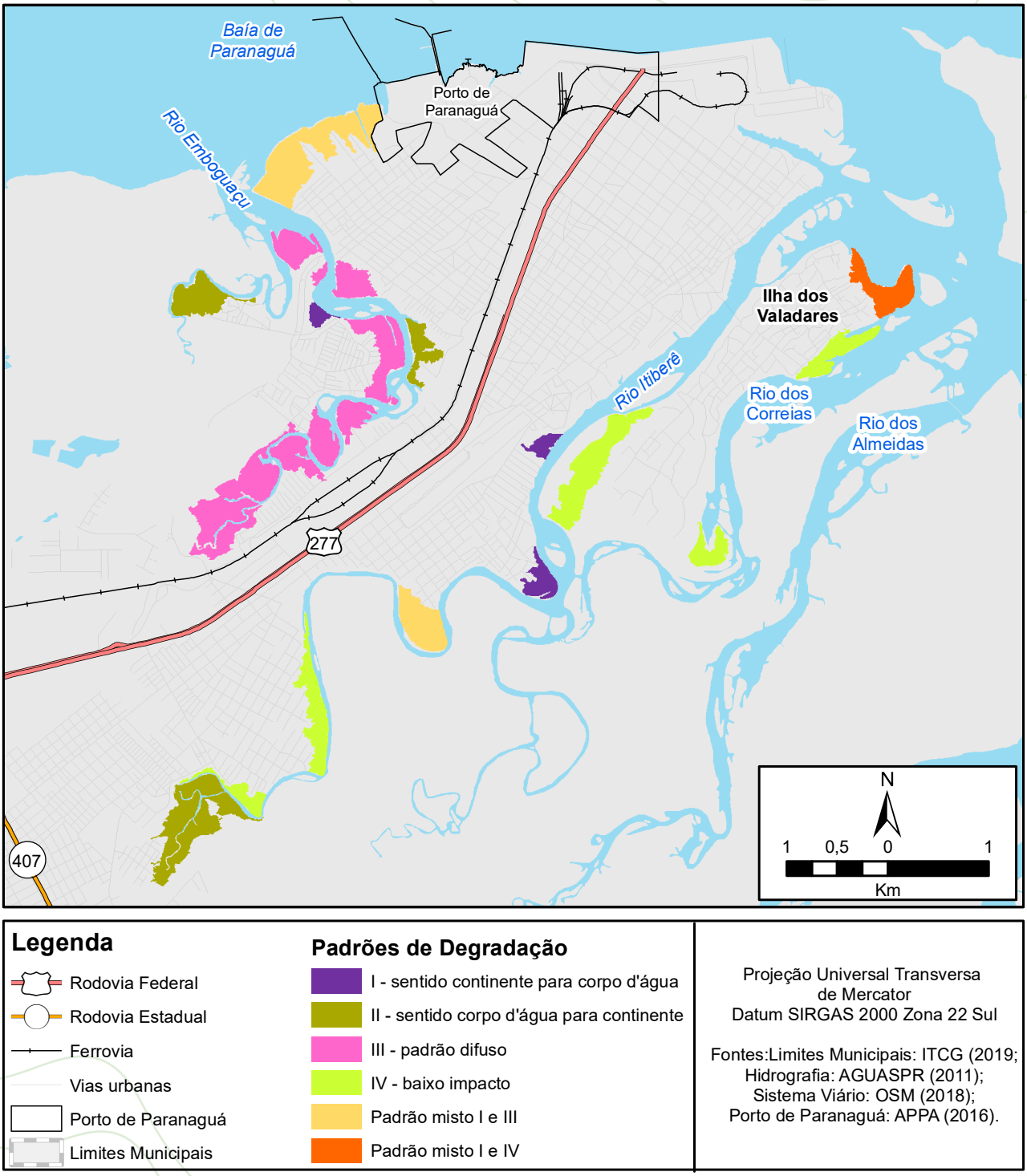


Figura 19: Padrões de degradação dos manguezais de Paranaguá, PR.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico da saúde dos manguezais próximos a mancha urbana de Paranaguá ilustra um cenário de intensa pressão antrópica, sem descartar degradação e mortandade dos indivíduos de mangue por fatores naturais. O LAGEAMB encoraja análises pontuais para que os vetores de degradação sejam identificados com precisão e sugere análise de poluentes no solo, água e ar (para identificação de poluentes industriais, rurais e urbanos), além de análise de possíveis fatores de degradação naturais, como herbivoria, vendavais e queimadas.

A realização de análise da composição das espécies na constituição dos manguezais pode apontar quais bosques apresentam maior resiliência para diferentes fontes de degradação, uma vez que que cada espécie responde de forma específica a diferentes fatores externos. Logo, diferentes constituições nos bosques podem levar a diferentes graus de resiliência e regeneração do manguezal.

Voltando o olhar para o futuro dos manguezais de Paranaguá, é importante considerar suas respostas frente a eventos causados por mudanças climáticas. Tais eventos podem modificar a conformação atual dos manguezais, com possível avanço do mangue para retro-terra. Estas mudanças podem ocorrer dentro de poucas décadas, como ressaltam as simulações realizadas pelo Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA, 2020). Nas simulações é previsto o aumento da temperatura em 2º C, até 2040. Com este aumento, os modelos sugerem que haverá penetração do mar em boa parte da área urbana de Paranaguá. Outros eventos como aumento da precipitação e eventos de inundação devem ocorrer entre as décadas de 2040 e 2070.

É preciso pensar na conservação e manejo dos manguezais de Paranaguá através de um olhar temporal. O presente diagnóstico traz a situação atual da saúde dos bosques de mangue, mas uma análise sobre o passado pode rever decisões que não contemplavam a conservação destes ecossistemas. Ainda é necessário um olhar para o futuro próximo, frente as mudanças climáticas e ao desenvolvimento econômico do município. Juntos, passado, presente e futuro devem subsidiar decisões de ordenamento territorial de forma integrada e coesa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANEPARO, S.C. Manguezais de Paranaguá uma análise da dinâmica espacial da ocupação antrópica - 1952-1996. Tese de doutorado (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO em Meio Ambiente e Desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná, 1999.

CANEPARO, S. C. Análise da dinâmica espacial e dos impactos ambientais causados pela ocupação antrópica em áreas de manguezais de Paranaguá – Paraná, através de técnicas de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10. (SBSR)., 2001, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2001. p. 561-566. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00016-1. Disponível em: <http://urlib.net/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.09.02>.

DAUGHTRY, C. S. T.; WALTHALL, C. L.; SKIM, M.; BROWNDE de COLSTOUN, E.; McMURTREY, J. E. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. Remote sensing of Environment, v. 74, n. 2, p. 229-239, 2000.

DUGAN, P. J. Conservación de Humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias.IUCN, Gland, Suiza, 1992.

HIDAYAT, W. A., HIDAYAH, Z., DAN NUGRAHA, W. A. Aplikasi Teknologi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh untuk Penentuan Kondisi dan Potensi Konservasi Ekosistem Hutan Mangrove di Kecamatan Kwanyar Kabupaten Bangkalan. Jurnal KELAUTAN, Volume 4, No.2 Oktober, 2011 ISSN: 1907-993.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos Manguezais do Brasil / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.

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

KUENZER, C. 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. C.; MARONE, E; LOPES, R. M.; E. C. MACHADO. The subtropical estuarine complex of Paranagua Bay, Brazil. Ecological Studies, v.144, p. 131-145, 2001

LANA, P.C. Novas formas de gestão dos manguezais brasileiros: a Baía de Paranaguá como estudo de caso. Desenvolvimento e Meio Ambiente,v. 10, p. 169-174, 2004.

LOUHAICHI, M.; BORMAN, M. M.; JOHNSON, D. E. Spatially located platform and aerial photography for documentation of grazing impacts on wheat. Geocarto International, v. 16, n. 1, p. 65-70, 2001.

MABULA, M. J.; MANGORA, M. M.; MUHANDO, C. A. Peri-urban Mangroves of Dar es Salaam-Tanzania are Highly Vulnerable to Anthropogenic Pressures. Advances in Ecological and Environmental Research, 141-172, 2017.

PINHEIRO, M. A. A.; COSTA, T. M.; GADIG, O. B. F.; BUCHMAN, F. S. C. Os ecossistemas costeiros e sua biodiversidade na Baixada Santista, 7-26. In: Oliveira, A.J.F.C.; Pinheiro, M. A. A.; Fontes, R. F. C. (Orgs.). Panorama Ambiental da Baixada Santista. Cap. 2. São Vicente: Universidade Estadual Paulista – Campus Experimental do Litoral Paulista, 127p. 2008.

PINHEIRO, M. A. A.; TALAMONI, A. C. B. Educação Ambiental sobre Manguezais. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 2018.

PDS. Plano para o Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná. Produto:4: Relatório de Contextualização Inicial (RCI). Volumo 0 - Diagnóstico. Disponível em <http://pdslitoral.com/wp-content/uploads/2018/10/V0-DIAGN%C3%93STICO.pdf>. Acesso em abril de 2020.

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.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar. Caribbean Ecological Research, 64p, 1995.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRÓN, 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, Special Issue 42:1-7, 2005.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A. R. A. Sistema manguezal. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, Brasil. 2016.

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, pp. 92-111, 2015.

SILVA, L. P.; FARIA, G.G.de. Análise multitemporal da expansão urbana em Paranaguá/PR a partir do sensoriamento remoto: 1986 – 2017. In: Revista Científica Interdisciplinar - Instituto Federal do Paraná - IFPR Paranaguá, v5, n. 1. julho, 2019.

SOARES, C. R. Os portos de Paranaguá (PR) e Itajaí (SC): Análise comparativa das suas relações com as cidades de inserção, da estrutura operacional atual e das condições sócio-ambientais das regiões de entorno. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná, 2009.

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.

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.

WANG, L.; JIA, M.; YIN, D.; TIAN, J. A review of remote sensing for mangrove forests: 1956–2018. Remote Sensing of Environment, v. 231, p. 111223, 2019.

WU, C.; NIU, Z.; TANG, Q.; HUANG, W.; RIVARD, B.; FENG, J. Remote estimation of gross primary production in wheat using chlorophyll-related vegetation indices. Agricultural and Forest Meteorology, v. 149, n. 6-7, p. 1015-1021, 2009.

YODER, B. J.; PETTIGREW-CROSBY, R. E. Predicting nitrogen and chlorophyll content and concentrations from reflectance spectra (400–2500 nm) at leaf and canopy scales. Remote sensing of environment, v. 53, n. 3, p. 199-211, 1995.

Resumo dos Manguezais Analisados



Manguezal 1

Localização: Jardim Figueira
Área: 14,06ha
Padrão de Degradação: II

Saúde da Vegetação

O maior vigor vegetativo e teor de clorofila encontram-se na porção menos suprimida da vegetação. Apesar da porção noroeste apresentar maior degradação, os índices de vegetação revelam núcleos com indivíduos de mangue em boas condições de saúde vegetativa.

Solo Exposto

Apresenta 9,2 hectares (65%) cobertos por vegetação. Os 4,86 hectares (35%) restantes são áreas de solo exposto, concentradas próximas a edificações e ao longo do contato com um afluente de margem esquerda do rio Emboguaçu.

Antropização

Apresenta um total de 17 pontos de antropização com 3 pontos referentes a classe “entulhos (material de construção)”, 8 pontos para a classe de “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento” e 6 para “lixo domiciliar”. Adicionalmente, foi identificada a presença de residências no interior do manguezal, estrada de acesso para as residências e presença de pneus.



Manguezal 2

Localização: Santa Helena
Área: 10,95ha
Padrão de Degradação: III

Saúde da Vegetação

A porção sul do manguezal apresenta alto vigor vegetativo, indicando um avanço positivo desta área nos últimos anos. As árvores da borda do manguezal também apresentam melhor saúde, quando comparadas com os mangues de interior.

Solo Exposto

O manguezal apresenta 10,95 hectares, sendo 7,91 hectares (72%) cobertos por vegetação e 3,04 hectares (28%) de áreas de solo exposto. O solo exposto está concentrado nas áreas próximas as edificações, nas porções centrais do bosque e próximo ao rio Emboguaçu.

Antropização

Foram identificados 21 pontos de antropização, com destaque para “lixo domiciliar”, com 11 pontos, seguida de “entulhos (material de construção)” com 5 pontos e 5 pontos para “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento”. Foi observada também a presença de uma quantidade importante de pneus.



Manguezal 3

Localização: Santa Helena
Área: 1,49ha
Padrão de Degradação: III

Saúde da Vegetação

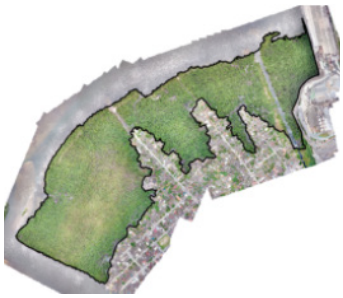
Os índices de vegetação revelaram maior saúde na porção sudoeste do manguezal, onde encontram-se as árvores de maior porte. Apesar da elevada fragmentação, os índices de vegetação revelam mangues com alto vigor nos pequenos núcleos do interior do manguezal.

Solo Exposto

Esta é a menor área de manguezal deste estudo, apresentando 1,49 hectares, com 1,01 hectare (68%) coberto por vegetação e 0,48 hectare (32%) com áreas de solo exposto. As áreas de solo exposto estão concentradas na porção central do manguezal, se estendendo as áreas edificadas próximas a ponte da avenida Senador Atílio Fontana no rio Emboguaçu.

Antropização

São 14 pontos de antropização agrupados em 7 pontos de "lançamento de efluentes sem tratamento", 6 pontos de "lixo domiciliar". Por fim, 5 pontos foram identificados na classe "entulhos (material de construção)".



Manguezal 4

Localização: Beira Rio/Vila Portuária
Área: 46,39ha
Padrão de Degradação: I e III

Saúde da Vegetação

A rugosidade da imagem indica notável a diminuição de adensamento no interior do manguezal. Os índices de vegetação revelaram alto vigor nas proximidades da fábrica de fertilizantes Fospar S. A. Fertilizantes Fosfatados do Paraná, provavelmente devido a nuvem de dispersão dos agentes fertilizantes no ar. Em contrapartida, o interior da porção sudoeste do manguezal apresenta menor vigor vegetativo e teor de clorofila.

Solo Exposto

Esta é o maior bosque de manguezal abordado neste estudo, apresentando 45,65 hectares. As áreas vegetadas cobrem 41,33 hectares (91%) enquanto 4,32 hectares (9%) apresentam solo exposto. As áreas de solo exposto estão concentradas no contato da vegetação com a área edificada, se estendendo para dentro do manguezal por meio das ruas Tapuia e Eugênio José de Souza, onde é possível acesso ao estuário de Paranaguá.

Antropização

Apresenta o maior número de pontos de antropização, totalizando 70 pontos. A classe com maior destaque foi a "lixo domiciliar", contendo 30 pontos, seguida de "lançamento de efluentes domésticos sem tratamento", com 26 pontos e "entulhos (material de construção)", com 13 pontos. Neste bosque de manguezal ocorre a presença de uma manilha. Apresenta também uma área com extensa deposição de "lixo domiciliar", em meio a casas precárias e esgoto a céu aberto.



Manguezal 5

Localização: Porto dos Padres
Área: 11,03ha
Padrão de Degradação: III

Saúde da Vegetação

A análise histórica revela mortandade de indivíduos na porção leste, resultando em grandes áreas de solo exposto. O vigor vegetativo (NDVI) é maior na borda da porção sul, entretanto, o teor de clorofila (GLI) é elevado em toda a borda do manguezal.

Solo Exposto

O bosque apresenta 11,03 hectares, com 7,10 hectares (64%) de vegetação e 3,94 hectares (36%) de solo exposto. As áreas de solo exposto se concentram no contato do manguezal com as áreas edificadas, áreas dispersas na porção central do manguezal e uma clareira frente ao rio Emboguaçu.

Antropização

Apresenta 29 pontos de antropização com predomínio para a classe “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento “ (12 pontos), “lixo domiciliar” (9 pontos) e, por fim, “entulhos (material de construção)” com 6 pontos.



Manguezal 6

Localização: Santa Helena
Área: 2,01ha
Padrão de Degradação: I

Saúde da Vegetação

Este pequeno manguezal apresentou alta mortalidade de indivíduos nos últimos anos. O maior vigor vegetativo é observado nos indivíduos da porção sul (apesar da grande área de solo exposto) e o teor de clorofila na mesma área corrobora este vigor vegetativo. Além da porção sul, outras áreas apresentaram alto teor vegetativo.

Solo Exposto

É o segundo menor bosque de manguezal deste estudo, com 2,01 hectares. Destes, 1,36 hectares (67%) são cobertos por área de vegetação e 0,66 hectare (33%) são áreas de solo exposto, concentradas próximas as áreas edificadas.

Antropização

São 6 pontos de antropização na classe de “Lançamento de efluentes domésticos sem tratamento” e 5 pontos de “lixo domiciliar”.



Manguezal 7

Localização: Santa Helena/Jardim Iguaçu
Área: 20,30ha
Padrão de Degradação: III

Saúde da Vegetação

Apesar do esforço de campo para obter as imagens em infravermelho, só foi possível gerar ortomosaicos da imagem em RGB, portanto, o único índice analisado neste manguezal foi o de teor de clorofila. As porções de manguezal com maior teor de clorofila foram as bordas voltadas para o corpo d´água.

Solo Exposto

Em termos proporcionais, este é o manguezal com maior área de solo exposto deste estudo. O bosque apresenta 20,3 hectares, sendo 10,98 hectares (54%) de solo exposto, enquanto 9,32 (46%) hectares estão coberto por vegetação. As áreas de solo exposto estão distribuídas ao longo de todo manguezal.

Antropização

Apresenta 58 pontos de antropização, divididos em 26 pontos de “lixo domiciliar”, 24 de “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento” e 7 pontos de “entulhos (material de construção)”. Além do lançamento de efluente residencial, apresenta também uma manilha e uma importante área de acúmulo de lixo no entorno do manguezal.



Manguezal 8

Localização: Jardim Iraçá/Emboguaçu
Área: 10,21ha
Padrão de Degradação: II

Saúde da Vegetação

As porções com menor saúde da vegetação e maior solo exposto estão voltadas para a mancha urbana, enquanto as porções voltadas para os corpos d´água apresentam maior adensamento e vigor. A série histórica revela que nos últimos anos a maior mortalidade do manguezal se deu na porção leste e sul.

Solo Exposto

A área apresenta 10,09 hectares, sendo 5,32 (53%) de solo exposto e 4,77 hectares (47%) cobertos por vegetação. As áreas de solo exposto estão concentradas ao longo de todo o contato com as áreas edificadas, e as áreas de vegetação se concentram na porção central mais ao norte.

Antropização

Apresenta 47 pontos de antropização com destaque para a classe “lixo domiciliar” (27 pontos). A classe “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento” apresentou 11 pontos e “entulhos (material de construção)”, 9 pontos.



Manguezal 9

Localização: Vila Nova Primavera
Área: 9,03ha
Padrão de Degradação: III

Saúde da Vegetação

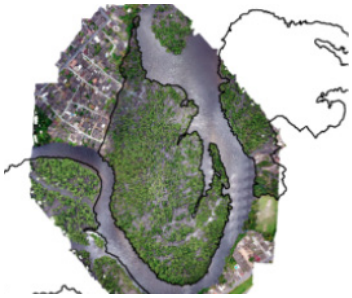
O manguezal encontra-se em alto grau de fragmentação. A porção mais saudável do manguezal é a sudoeste. Além do crescimento da mancha urbana em direção ao interior do manguezal, também foi identificado lançamento de efluentes sem tratamento diretamente na vegetação.

Solo Exposto

A área apresenta 9,03 hectares, sendo 3,99 hectares (44%) de solo exposto e 5,04 hectares (56%) de vegetação. As áreas de solo exposto estão distribuídas ao longo do manguezal, concentradas tanto no contato com as áreas edificadas como nas porções interioranas do bosque.

Antropização

20 pontos de antropização foram mapeados com predomínio para a classe de “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento”, com 9 pontos, “lixo domiciliar”, com 7 pontos, 4 pontos de “entulhos (material de construção)” e 2 manilhas, além de presença de residências no seu interior.



Manguezal 10

Localização: Jardim Iguaçu
Área: 10,84ha
Padrão de Degradação: III

Saúde da Vegetação

A mortalidade dos indivíduos nos últimos anos foi homogênea dentro do manguezal. Apesar disso, os índices de vegetação apontam maior saúde na porção sul, distante da mancha urbana.

Solo Exposto

A área apresenta 10,84 hectares, sendo 3,75 hectares (35%) ocupadas por áreas de solo exposto enquanto 7,09 hectares (65%) são cobertos por vegetação. As áreas de solo exposto estão bem distribuídas ao longo do manguezal, se concentrando nas porções de contado com às áreas edificadas e nas porções centrais do bosque.

Antropização

O mapeamento resultou na identificação de 12 pontos de antropização. A classe “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento” contabilizou 6 pontos, além da presença de uma manilha. Quatro pontos foram mapeados para a classe de “lixo domiciliar” e 1 ponto de “entulhos (material de construção)”,



Manguezal 11

Localização: Vila do Povo
Área: 11,61ha
Padrão de Degradação: III

Saúde da Vegetação

A saúde da vegetação está distribuída de forma homogênea, com áreas de alto vigor na porção sul, voltada para a mancha urbana.

Solo Exposto

O bosque apresenta 11,61 hectares, sendo 4,54 hectares ocupados por áreas de solo exposto (39%) e outros 7,06 hectares de áreas de vegetação. As áreas de solo exposto estão concentradas no contato com as áreas edificadas e nas porções centrais do bosque.

Antropização

Totaliza 27 pontos de antropização, sendo a maioria pertencente a classe “lixo domiciliar” (18 pontos), seguida da classe de “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento” (6 pontos) e “entulhos (material de construção)”, com 3 pontos.



Manguezal 12

Localização: Pátio de Triagem/Parque São João
Área: 33,64ha
Padrão de Degradação: III

Saúde da Vegetação

A porção nordeste do manguezal, que está em contato direto com o corpo d´água apresentou a vegetação mais saudável; em 2010 esta área apresentava indivíduos de maior porte. Apesar da porção sul apresentar o menor vigor vegetativo, a mesma porção apresenta indivíduos com alto teor de clorofila.

Solo Exposto

A área apresenta 33,64 hectares, com 13,37 hectares (40%) de solo exposto e 20,27 hectares (60%) com áreas de vegetação. As áreas de solo exposto se estendem ao longo de toda a vegetação, apresentando maior concentração na margem esquerda do rio Emboguaçu.

Antropização

Apresenta 22 pontos de antropização, sendo a classe predominante “lixo domiciliar”, com 13 pontos. Cinco pontos foram mapeados para “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento” e 4 na classe “entulhos (material de construção)”. É importante frisar que dentro deste manguezal, foram identificadas áreas com presença de lixo flutuando na água.



Manguezal 13

Localização: Guaraituba
Área: 18,88ha
Padrão de Degradação: I e III

Saúde da Vegetação

Apesar do vigor vegetativo estar distribuído de forma homogênea na vegetação, o menor teor de clorofila encontra-se no interior do manguezal, em áreas com menor fluxo de água. A análise da série histórica mostra grande degradação do manguezal, principalmente na porção norte.

Solo Exposto

Bosque com 14,03 (74%) hectares de vegetação e 4,85 hectares (26%) restantes de solo exposto, concentradas próximas a edificações. Pode-se observar outra expressiva área de solo exposto na porção sudoeste do bosque, no contado com o rio Itiberê.

Antropização

Possui 34 pontos de antropização com destaque para a classe de "lixo domiciliar" (20 pontos), seguida respectivamente de 7 pontos de "entulhos (material de construção)" e 7 de "lançamento de efluentes domésticos sem tratamento".



Manguezal 14

Localização: Parque São João
Área: 21,45ha
Padrão de Degradação: IV

Saúde da Vegetação

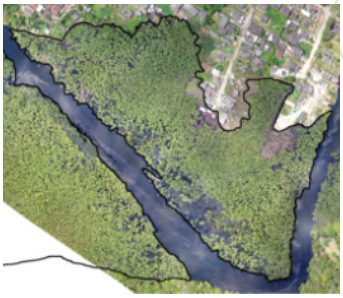
A série histórica mostra avanço da mancha urbana na porção sul, acompanhada dos menores valores de teor de clorofila. Os menores valores de vigor vegetativo se encontram na porção norte, mais estreita e mais suscetível a impactos antrópicos.

Solo Exposto

A área apresenta 21,45 hectares, sendo 2,64 hectares (12%) de solo exposto e 18,81 hectares (88%) com áreas de vegetação. As áreas de solo exposto se concentram próximas as áreas edificadas na porção sul do manguezal, no final da rua Uaupes. Demais áreas de solo exposto estão dispersas ao longo da vegetação.

Antropização

São 25 pontos de antropização divididos em 15 pontos de "lançamento de efluentes domésticos sem tratamento", seguido por 5 pontos de "entulhos (material de construção)", 4 pontos de "lixo domiciliar" e uma manilha.



Manguezal 15

Localização: São João
Área: 6,05ha
Padrão de Degradação: IV

Saúde da Vegetação

O interior do bosque é a porção com maior saúde vegetal, enquanto as margens apresentam os menores valores dos índices de vegetação, com degradação na margem leste, diretamente associada a mancha urbana, e na margem oeste, voltado ao corpo d'água.

Solo Exposto

O bosque apresenta 6,05 hectares, com 1,55 hectares (26%) de solo exposto e 4,5 hectares (74%) de vegetação. As áreas de solo exposto estão concentradas tanto no contato com as áreas edificadas (próximo à rua Calim Paulo) como nas margens do rio Itiberê. Na porção central do bosque, estão concentradas porções contínuas de vegetação.

Antropização

Contabiliza 14 pontos de antropização, dos quais 7 pertencem a classe de "lixo domiciliar" e 6 a classe "lançamento de efluentes domésticos sem tratamento". Foi identificado um ponto de "entulhos (material de construção)". Esse bosque de manguezal conta com a presença de residências em seu interior.



Manguezal 16

Localização: Jardim Yamaguchi/Nilson Neves
Área: 37,76ha
Padrão de Degradação: II

Saúde da Vegetação

Nos últimos anos este manguezal passou por degradação principalmente em seu interior, o que pode indicar mortalidade dos indivíduos de mangue por poluição ambiental. Este padrão se repete nos índices de vegetação, principalmente no NDVI. Apesar desta degradação, grande parte do manguezal apresenta bons teores de clorofila.

Solo Exposto

A área apresenta 37,76 hectares, com 4,81 hectares (13%) de solo exposto e 32,96 (87%) hectares de vegetação. As áreas de solo apresentam maior concentração na porção sul, com pequenas clareiras no interior do bosque.

Antropização

O mapeamento identificou 4 pontos de antropização distribuídos entre as classes "lixo domiciliar" (2 pontos) "entulhos (material de construção)" (2 pontos).



Manguezal 17

Localização: Vila São Vicente
Área: 8,04ha
Padrão de Degradação: I

Saúde da Vegetação

Árvores de mangue foram cortadas para serem utilizadas como marcação de loteamento. O aumento da supressão para loteamento pode ser observado na série histórica e através dos índices de vegetação. O manguezal como um todo apresentou médio vigor vegetativo.

Solo Exposto

A área apresenta 8,69 hectares, com 2,32 hectares (27%) ocupados por áreas de solo exposto e 6,37 hectares (73%) cobertos por vegetação. As áreas de solo exposto se concentram no contato com as áreas edificadas, principalmente na continuação da rua 7.

Antropização

Apresenta 22 pontos de antropização, sendo 12 pontos da classe “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento”, seguida por “lixo domiciliar” com 8 pontos e “entulhos (material de construção)” com 2 pontos. Este manguezal apresentou uma área com acúmulo de lixo.



Manguezal 18

Localização: Vila São Vicente
Área: 4,62ha
Padrão de Degradação: I

Saúde da Vegetação

O manguezal apresenta maior saúde da vegetação na porção nordeste e menor vigor vegetativo na porção sudoeste. Altos teores de clorofila foram identificados no mangue com maior adensamento de indivíduos.

Solo Exposto

A área apresenta 4,62 hectares, com 1,42 hectare (31%) de solo exposto e 3,2 hectares (69%) cobertos por vegetação. As áreas de solo exposto se concentram no contato com as áreas edificadas.

Antropização

Apresenta 17 pontos de antropização no total. A classe “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento” foi predominante, com 8 pontos. Em seguida, “lixo domiciliar” com 7 pontos e, por fim, “entulhos (material de construção)”, apresentando 2 pontos de ocorrência.



Manguezal 19

Localização: Ilha dos Valadares
Área: 38,59ha
Padrão de Degradação: IV

Saúde da Vegetação

A série histórica indica que não houve desmatamento nos últimos 10 anos e a rugosidade da imagem sugere que o interior do manguezal apresenta indivíduos de menor porte. Na porção leste encontram-se os indivíduos de maior porte e também o maior vigor vegetativo e o maior teor de clorofila.

Solo Exposto

Se trata do segundo maior bosque de manguezal deste estudo, com 38,59 hectares. Destes, 6,26 hectares (16%) são áreas de solo exposto, enquanto 32,32 hectares (84%) são áreas cobertas por vegetação. As áreas de solo exposto estão dispersas ao longo de toda vegetação, com concentração expressiva na porção sul.

Antropização

Este é o manguezal com menor antropização, apresentando 1 ponto respectivo a classe "entulhos (material de construção)" e 1 ponto de "lançamento de efluentes domésticos sem tratamento".



Manguezal 20

Localização: Ilha dos Valadares
Área: 17,82ha
Padrão de Degradação: IV

Saúde da Vegetação

Este manguezal apresenta uma clareira de grandes proporções, relacionada ao despejo de efluentes sem tratamento. São vários os sinais da poluição constante: crostas formadas no solo, devido acúmulo de efluentes e epífitas, provavelmente associadas a elevado índice de matéria orgânica no ar, oriunda dos efluentes. A porção leste apresenta menor vigor vegetativo, provavelmente associada a grande área de solo exposto. Melhores condições são observadas na porção central, voltado para o estuário. A porção sul apresenta os maiores valores de teor de clorofila.

Solo Exposto

A área apresenta 17,82 hectares, com 1,93 hectares (11%) de áreas de solo exposto e 15,9 hectares (89%) cobertas por vegetação. As áreas de solo exposto se concentram em dois pontos do bosque: na porção norte, próximo as áreas edificadas e na porção central, numa clareira, provavelmente gerada pela emissão de efluentes sem tratamento.

Antropização

Apresenta 8 pontos de antropização, sendo 6 respectivos a classe "lixo domiciliar", 1 respectivo a classe "lançamento de efluentes domésticos sem tratamento" e uma manilha. Entretanto, esta manilha merece atenção especial pelo volume de despejo e pelo tempo em que está na área que, segundo moradores, chega a quase duas décadas.



Manguezal 21

Localização: Ilha dos Valadares
Área: 13,32ha
Padrão de Degradação: IV

Saúde da Vegetação

Analisando a série histórica, este manguezal – ao contrário de todos os outros, apresenta aumento do adensamento em seu interior e teor de clorofila homogêneo em toda sua extensão.

Solo Exposto

A área apresenta 13,32 hectares, sendo 0,74 hectare (6%) de solo exposto e 12,58 hectares (945) cobertas vegetação. As áreas de solo exposto estão dispersas ao longo do contato com as áreas edificadas da ilha.

Antropização

São 6 pontos de antropização pertencentes as classes de “lixo domiciliar” (3 pontos) e “lançamento de efluentes domésticos sem tratamento” (3 pontos).



Manguezal 22

Localização: Ilha dos Valadares
Área: 13,28ha
Padrão de Degradação: IV

Saúde da Vegetação

Assim como o manguezal 21, o manguezal 22 não apresentou desmatamento nos últimos anos. Os índices de vegetação se complementam neste manguezal, apresentando maior vigor na porção leste e maior teor de clorofila na porção oeste, onde os indivíduos de maior porte se localizam.

Solo Exposto

A área apresenta 13,28 hectares, sendo 4,47 hectares (34%) de solo exposto e 8,81 hectares (66%) cobertas por vegetação. As áreas de solo exposto estão dispersas ao longo de todo o bosque, com expressiva concentração no contato do manguezal com a floresta.

Antropização

Não foi identificado nenhum ponto de antropização dentro das classes identificadas neste estudo.