

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

MANGUEZAL RIO ITAPICURU: Análise Multitemporal da Cobertura Vegetal e Identificação de Pressões Antrópicas com Uso de Geotecnologias

Washington Alan de Souza, ETEC Guaracy Silveira (Centro Paula Souza),
washington.souza36@etec.sp.gov.br

Resumo

O manguezal é um dos ecossistemas mais produtivos do mundo, um fornecedor de serviços ecossistêmicos por excelência, fato que o qualifica como um grande *hotspot* em biotecnologia e sumidouro de carbono – esse fundamental para mitigação das mudanças climáticas. Registros arqueológicos demonstram que o ser humano desde a pré-história encontra no manguezal abundância de alimentos, matéria-prima para infraestrutura, combustível e, contemporaneamente, renda. Localizados nas zonas costeiras, áreas com alta densidade populacional, os manguezais estão sujeitos a pressões, tensões e ameaças antrópicas que comprometem as funcionalidades do ecossistema com implicações na oferta de bens e serviços. Portanto, identificar essas perturbações é condição *sine qua non* para implementar políticas públicas que resultem numa gestão sustentável a fim de assegurar a preservação ambiental e o bem-estar socioeconômico de populações que têm no manguezal seu principal meio de subsistência. Para tanto, dados socioeconômicos, geoambientais e geoespaciais foram levantados e submetidos as ferramentas geotecnológicas para mapear a cobertura vegetal e do uso da terra da área de estudo no período 1985-2022. Os resultados possibilitaram avaliar o estado de conservação, bem como identificar pressões antrópicas no manguezal e nas áreas de influências.

Palavras-chave: Manguezais, Geotecnologias, Pressões Antrópicas.

1. Introdução

Nos últimos anos organizações como as Nações Unidas vêm fortalecendo ações para o desenvolvimento sustentável, proteção aos oceanos e restauração de ecossistemas cujas diretrizes sustentam em síntese que: i) ecossistemas saudáveis são essenciais para erradicação da pobreza e melhoria do bem-estar humano; ii) urge compreender os fatores de estresse e desenvolver soluções para monitorar, proteger, gerenciar, deter a degradação e restaurar ecossistemas; e iii) é indispensável equilibrar as dimensões socioeconômicas e ambientais.

Novas atividades econômicas relacionadas com oceanos, mares e zonas costeiras podem potencializar a pressão já exercida pela densidade populacional e aumentar implicações que Bennett *et al.* (2021) denominam como Injustiças Sociais “Azuis”, dentre elas: a) poluição; b) impactos nos meios de subsistência para pescadores; c) perda de acesso aos recursos marinhos; d) exclusão das decisões e processos de governança; e e) redução dos serviços ecossistêmicos.

É neste contexto visando o equilíbrio socioeconômico e ambiental que os manguezais passaram a ser considerados de alta prioridade, tanto para comunidade científica quanto para

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

governos, organizações e sociedade em geral (VAN BOCHOVE; SULLIVAN; NAKAMURA, 2014). Portanto, identificar as causas da degradação ambiental ajuda manter a qualidade dos serviços ecossistêmicos na medida que incentiva o estabelecimento de estratégias de proteção proativas e preventivas que avançam na direção de zero perda (GOLDBERG *et al.*, 2020).

Neste sentido, as geotecnologias consolidam-se cada vez mais como ferramentas de monitoramento ambiental, uma vez que permitem mapear e monitorar alterações na cobertura vegetal e no uso do solo (ALMEIDA *et al.*, 2020; ROSA, 2021). Em apertada síntese, as geotecnologias podem ser definidas como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta, ao processamento, à análise e à disponibilização de dados e informações espaciais (PARANHOS FILHO, 2020). Espera-se que os resultados possam possibilitar que a Administração Pública efetive tais ferramentas como um de seus instrumentos de monitoramento ambiental.

Com as geotecnologias como principais ferramentas, o presente estudo tem como objetivo geral promover o uso sustentável de manguezais e assegurar a qualidade dos serviços ecossistêmicos. E especificamente na área de estudo i) analisar a cobertura vegetal do manguezal ao longo do tempo; ii) identificar tensores antrópicos no ecossistema; e iii) sugerir ações e medidas para valorizar as comunidades tradicionais, os manguezais e seus serviços ecossistêmicos.

Tais objetivos se justificam dado que a degradação de manguezais, ao prejudicar a qualidade dos serviços ecossistêmicos, ocasiona declínio da renda de famílias que têm o ecossistema como a principal fonte de subsistência, obrigando os pescadores a se deslocarem a longas distâncias para outras áreas menos afetadas ou aumentar o tempo de trabalho no manguezal - o que afeta a capacidade de recuperação do ecossistema (YAMAMOTO, 2023).

2. Fundamentação teórica

Distribuído nas zonas costeiras intertropicais, o manguezal é um complexo ecossistema sujeito ao regime de marés, adaptado a condições de intensa interface entre ambientes marinhos e terrestres, com solos salinos, pobres em oxigênio e constantemente alagados. Características que fazem com que sua biodiversidade atinja altos níveis de resiliência e elevados valores de biomassa que refletem na produtividade de bens e serviços que oferta. (VANNUCI, 2001; SOUZA *et al.*, 2018; BUNTING; LUCAS, 2021).

O manguezal é um grande fornecedor de serviços ecossistêmicos (SEs), seja gerando fluxos de materiais ou produtos diretamente utilizáveis pela sociedade ou a partir da regulação natural de processos ecológicos, seja benefícios derivados de experiências contemplativas, recreativas e espirituais ou ainda promovendo a existência de todos os outros serviços (LIU *et al.*, 2021). Os SEs objetivamente podem ser definidos como benefícios que a população recebe dos ecossistemas para sua subsistência e bem-estar atual e futuro (MEA, 2005).

Condições adversas conferiram a Fauna, Flora e Funga¹ do manguezal inestimáveis recursos genéticos que refletem nos SEs, tanto para conservação (WEE *et al.*, 2018) quanto para bioprospecção (KATHIRESAN, 2020) visando aplicações, p. ex., para desenvolvimento de antibióticos (SEBASTIANES, 2010) ou processos industriais (DIAS *et al.*, 2009).

Em tempos de mudanças climáticas, os SEs do manguezal revelam uma capacidade excepcional de absorver carbono da atmosfera e armazená-lo tanto na estrutura arbórea como nas raízes e no sedimento (ROVAI *et al.*, 2022). Estudo de Peñaranda, Kintz e Salamanca (2019) demonstra que o solo e sedimento do manguezal absorvem mais de 80% do estoque total da floresta e o restante absorve um percentual menor que 20%. Conforme reportagem de Escobar (2022) publicada no Jornal da USP, pesquisas recentes indicam que “(...) *um hectare de manguezal no Brasil pode armazenar entre duas e quatro vezes mais carbono do que um mesmo hectare de outro bioma qualquer — incluindo a floresta amazônica.*”

Os citados serviços de biotecnologia e sumidouro de carbono prestados pelo manguezal o qualifica como um grande *hotspot* (SCHNEIDER *et al.*, 2019; BNC, 2022). Somam-se a eles os serviços de habitat e fornecimento de alimentos. Estima-se que até 80% dos peixes e frutos do mar consumidos pela população utilizam o ambiente em alguma fase de suas vidas - seja como berçário ou fonte de alimento, construindo assim um exímio estoque pesqueiro (MOURA *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2018). O serviço do manguezal à pesca garante subsistência e renda para aproximadamente 4,1 milhões de pescadores em todo o mundo, no Brasil para aproximadamente 278.000 pescadores de manguezais (ERMGASSEN *et al.*, 2021) e, segundo a Colônia de Pescadores de Sítio do Conde, para aproximadamente 800-1000 pescadores.

Estima-se que a área total de manguezais no mundo era de 152.604 km² em 1996, diminuído para 147.359 km² em 2020 - uma perda de 3,4% (LEAL; SPALDING, 2022). No Brasil, levantamento conduzido pelo Projeto MapBiomias (2022) indica que entre 1985-2021 as áreas de manguezais permaneceram relativamente estáveis, ocorrendo retração de 2% entre 2001-2021 - uma perda de 11 mil/ha. Tais perdas refletem nos indicadores de mitigação das mudanças climáticas atribuídas aos manguezais, uma vez que as metas para reduzir perdas (4.900 ha/ano) e restaurar mangues (0,24 Mha/ano) não estão sendo cumpridas (BOEHM *et al.*, 2022).

Esforços globais têm aumentado as áreas de proteção, 42% dos manguezais estão nessas áreas (LEAL; SPALDING, 2022). No Brasil, segundo o Projeto MapBiomias (2022), 75% das áreas de manguezais estão dentro de Unidades de Conservação (755 mil ha). Nessas áreas ainda ocorrem perdas por causas naturais ou falhas de gestão (SPALDING; LEAL, 2021).

Mudanças antrópicas contemporâneas no uso e ocupação da terra impulsionam a perda de manguezais e os submetem a fatores estressantes que colocam suas funcionalidades risco

¹ Funga é um termo para a diversidade de comunidades fúngicas, é equivalente e ao mesmo tempo paralelo aos termos utilizados para animais e plantas. A proposta é incluí-lo e utilizá-lo (Fauna, Flora e Funga) no estabelecimento de políticas públicas, na legislação vigente, no sistema educacional e de pesquisas: https://noticias.paginas.ufsc.br/files/2019/01/7_MycoLens-1.pdf



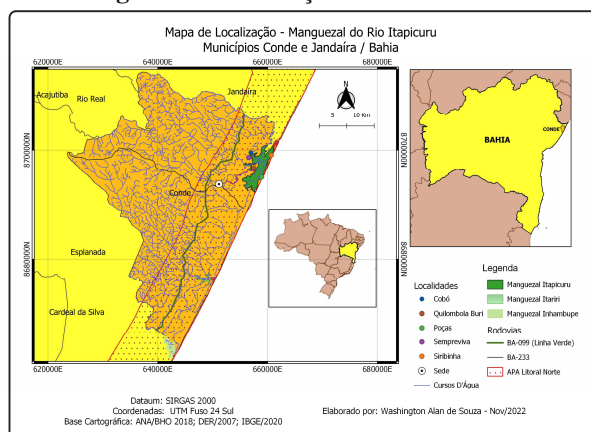
(BRYAN-BROWN *et al.*, 2020; FRIESS *et al.*, 2021). Os principais fatores são desmatamento, aterros, dragagens, represamentos, esgotos domésticos e industriais, lixo, pesca predatória e poluição por derivados de petróleo (ALMEIDA, 2001; FERNANDES, 2012). Ações antrópicas à montante na bacia hidrográfica também impactam o manguezal (REITERMAJER *et al.*, 2011), sejam modificações que alteram o aporte de água refletindo na salinidade, seja decorrente de processos erosivos oriundos da supressão da vegetação nativa que aumenta a taxa de sedimentos à jusante (SANTOS, 2014; NOVA; TORRES; COELHO, 2015).

Review de Dale, Knight e Dwyer (2014) obteve do universo amostral, 82% das publicações com percepção negativa sobre a urbanização uma vez que esta interfere com maior grau de estresse, tanto pelas obras (residenciais, logísticas ou até industriais) que resultam na alteração da paisagem, quanto na alteração do ciclo hidrométrico, fluxo e qualidade da água em todos os ecossistemas aquáticos, principalmente em manguezais. O *review* destaca ainda que “(...) embora a perda de manguezais possa ser resultado de pressões, tensões e ameaças, outra razão pode ser **falha na gestão** e, em particular, **na fiscalização**, refletindo uma lacuna entre política pública e prática” (tradução e grifos nossos).

3. Metodologia

Observando a metodologia elaborada por Yando *et al.* (2021) como referência, primeiramente foi delimitada a área de estudo: manguezal do rio Itapicuru - localizado no município de Conde no Estado da Bahia (Fig. 1). O manguezal tem 1.271ha de extensão e integra APA Litoral Norte do Estado da Bahia, criada pelo Decreto nº 1.046, de 07 de março de 1992.

Figura 1 - Localização: Área de Estudo



Fonte: próprio autor

Em seguida, realizou-se levantamento de material bibliográfico técnico-científico publicado em livros, periódicos, bancos de teses/mestrados e “webinários” para obter uma perspectiva ampla sobre a conservação e proteção de manguezais.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Dados socioeconômicos, geoambientais e geoespaciais foram obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), na Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI), no Sistema Estadual de Informações Ambientais da Bahia (SEIA), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Ministério do Meio Ambiente (MMA), na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), no Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (INEMA) e SOS Mata Atlântica. Também foram utilizados dados do *Google Earth Pro*, *Google Earth Engine*, *US Geological Survey*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e do Projeto MapBiomias.

Na etapa de campo foram registrados dados a partir de observações realizadas em julho/2022. Também foram coletados dados através abordagem semi-estruturada junto as comunidades tradicionais e na Colônia de Pescadores da região.

Por fim, os dados geoambientais e geoespaciais foram processados no Sistema de Informação Geográfica (SIG), QGIS versão 3.14.0, onde foram corrigidos, reprojatados e recortados seguindo as delimitações da área de estudo e montadas composições de mapas e gráficos temáticos que em conjunto com os dados socioeconômicos subsidiaram a análise tempo-espaial.

4. Resultados

Com área territorial de 931km² (IBGE, 2021), o município de Conde tem como suas principais atividades econômicas a produção de coco-da-baía, agropecuária, silvicultura, turismo e pesca. Em 1980 a população de Conde perfazia 15.228 habitantes, já em 2021 a população do município foi estimada em 26.223 habitantes (SEI). Segundo IBGE, a renda per capita é de R\$10.100,11 (2020) e o IDHM 0,560 (2010), com índice de vulnerabilidade social - IVS 0,496 (IPEA, 2010). O conjunto desses indicadores demonstra que o município tem uma população social-economicamente vulnerável.

O manguezal da área de estudo é circundado por plantações de coco-da-baía, pastagens e pelas comunidades tradicionais de Buri (quilombola), Cobó, Poças, Sempreviva e Siribinha que, de forma mais intensa em algumas localidades do que outras, têm como principal atividade econômica a pesca artesanal, seguida de pequenas roças e outras atividades extrativistas como catadores de mangaba. Os produtos são vendidos no comércio local, a intermediários ou diretamente na tradicional feira aos sábados. A beira-mar, em época de veraneio, se sobressai atividades turísticas com a oferta de hotéis, pousadas, restaurantes, bares e passeios de barcos.

Importante diagnóstico etnoecológico realizado por Costa Neto *et al.* (2019) identificou demandas diversas, dentre elas, o “*beneficiamento mais eficiente para os recursos pesqueiros, incluindo transporte, armazenamento e comércio*”. E durante a presente pesquisa, chamou a atenção o fato de pescadores se deslocarem para outros manguezais como Itariri, Inhambupe/Esplanada, Indiaroba/SE e até Jacuípe/Camaçari para exercerem suas atividades de pesca,

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

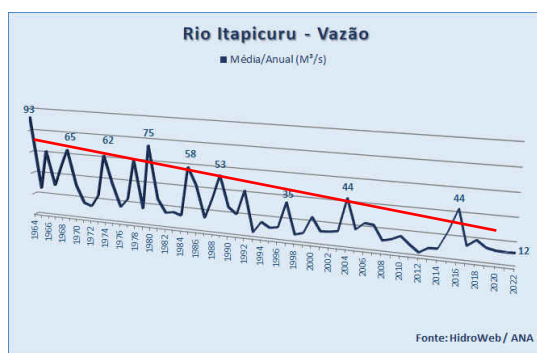
22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

o que sugere diminuição do estoque pesqueiro. Tal *modus operandi* dos pescadores também foi identificado em outros manguezais, como na pesquisa de Yamamoto (2023).

A área de estudo integra um terraço fluvial e planície costeira com maior largura em todo o Litoral Norte da Bahia e onde também se encontram os mais completos registros de mudanças ambientais do quaternário. Tais mudanças, com suas formações e evoluções, moldaram os fatores os solos (gleissolo háplico, gleissolo sálico sódico e neossolo quartzarênico) e relevo com uma declividade plana e suavemente ondulada que na região permitiram o desenvolvimento dos manguezais do Itapicuru, Itariri e Inhambupe (ESQUIVEL, 2006). A vegetação no município é típica de Mata Atlântica, com as seguintes formações: contato savana/floresta estacional, contato savana/floresta ombrófila, floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila densa e formação pioneira fluviomarinha. Já a área de estudo é composta por vegetação de brejos, pântanos, manguezais, bem como a restingas arbustiva e arbórea (MENEZES *et al.*, 2009).

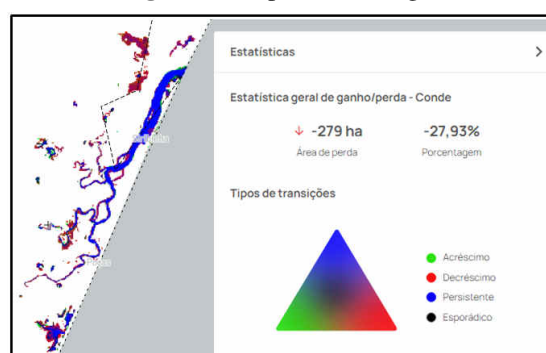
Por sua vez, o rio Itapicuru nasce no Piemonte da Chapada Diamantina e percorre 56 municípios (Codevasf/IBGE, 2020) até sua foz onde recebe a influência das marés provendo as condições adequadas para crescimento e manutenção de mangues. O ponto de coleta ITP-ITP-900 é mais próximo da área de estudo, segundo a série histórica do SEIA, o índice de qualidade da água do rio Itapicuru é boa ($61 < IQA \leq 75$); os indicadores de estado trófico apontam um ambiente predominantemente mesotrófico ($54 < IET \leq 57$). Dados CRPM indicavam em 2014 uma vazão média/anual do rio Itapicuru de 27 m³/s; dados atualizados em 2022 pela ANA, a vazão média/anual do rio Itapicuru é de 26 m³/s (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Vazão: Série Histórica



Fonte: próprio autor

Figura 2 - Superfície de Água



Fonte: Projeto MapBiomias (2023)

A vazão do rio, como observado Gráfico 1, apresenta uma tendência de queda que se soma a perda de 279ha de superfície de água (Fig. 2) em todo o município. Na plataforma do Projeto MapBiomias (2023) é possível identificar que as perdas de superfícies de água ocorreram principalmente na lagoa do Sítio do Conde, à montante o rio Pirangi e no manguezal do rio Itapicuru. De acordo com a literatura levantada, o aporte de água doce no manguezal é importantíssimo para o equilíbrio da hidrodinâmica do ecossistema. Contudo, dados levantados na

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

presente pesquisa não permitem deduzir as razões de tais perdas, principalmente ao considerar que o município tem clima úmido/semiúmido com variações de temperatura de 23-25°C e precipitação média/anual oscilando entre 693,6 e 1.954,4 mm (CPRM, 2014).

Quanto ao uso e ocupação de solo na área de estudo tem como diretriz o defasado Plano de Manejo da APA Litoral Norte. O município atualizou sua legislação de uso e a ocupação do solo, todavia, não disponibiliza o mapa de zoneamento. Foi realizado o recorte da área de estudo considerando seu entorno e região de influência indireta, os resultados obtidos através do MapBiomas no *Google Earth Engine* mostram redução de formações naturais (Fig. 3) e o aumento de atividades antrópicas como áreas urbanizadas nas adjacências do manguezal e de atividades agropecuárias no período de 1985-2021.

Análise ampliada da Figura 3 no período de 2015-2021, nota-se pressão da agropecuária na região de manguezal que é habitat, p. ex., do caranguejo guaiamum (*Cardisoma guanhumi*) – espécie de elevada importância econômica no nordeste brasileiro (SILVEIRA; BUTI, 2020) que, de acordo com a Portaria MMA No 445 de 17 de dezembro de 2014, encontra-se ameaçada de extinção. Segundo Gama-Maia e Torres (2016), uma das principais razões dessa ameaça é a degradação de seu habitat natural.

Figura 3 - Manguezal: Ocupação do Solo

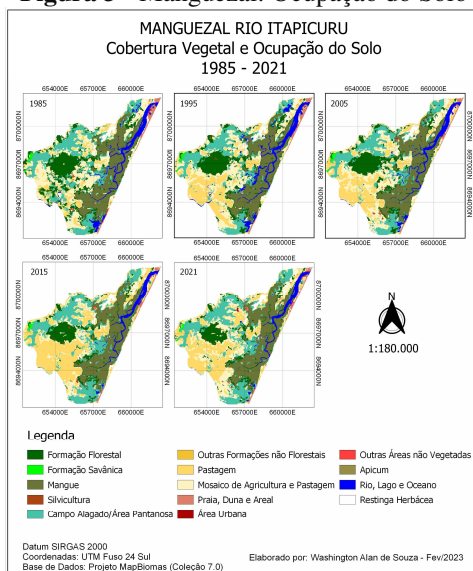
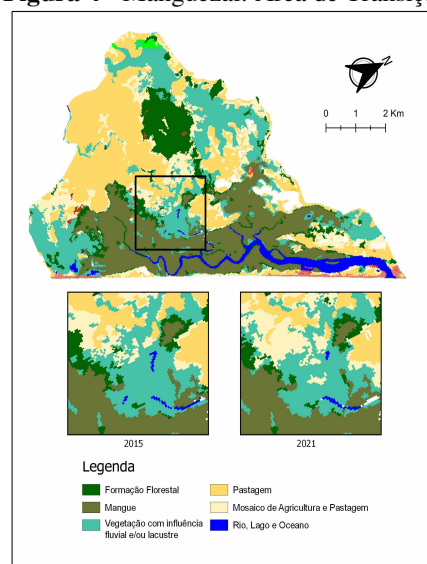


Figura 4 - Manguezal: Área de Transição



Fonte: próprio autor

Pesquisa realizada por Menezes (2021) concluiu se tratar de uma região (Fig. 4) suscetível aos efeitos de borda cuja a matriz é a pastagem, revelando fragilidade ecológica. O tipo e as características do solo da área (gleissolo e neossolo) facilitam a compactação pelo pisoteio do gado e, por consequência, afeta as galerias do guaiamum.



Observando técnicas de fotointerpretação (ALEXANDRINO *et al.*, 2020), é possível delimitar na Figura 5 a textura, forma, matiz de cor, localização da cobertura vegetal e identificar padrões da paisagem. Esses elementos indicam que ao longo do tempo o manguezal manteve suas feições em bom estado de conservação.

Figura 5 - Manguezal: 1985-2022

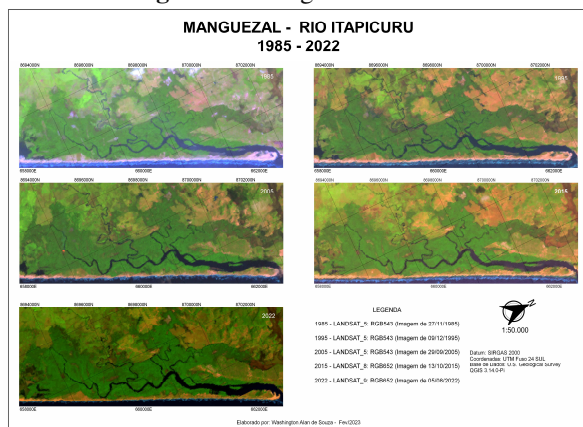
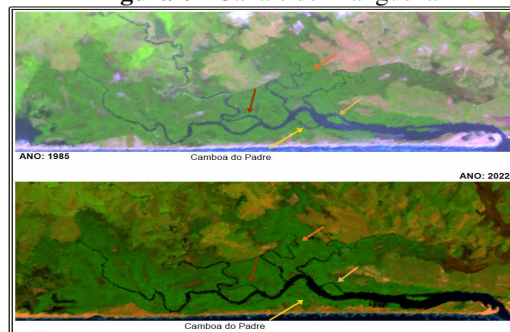


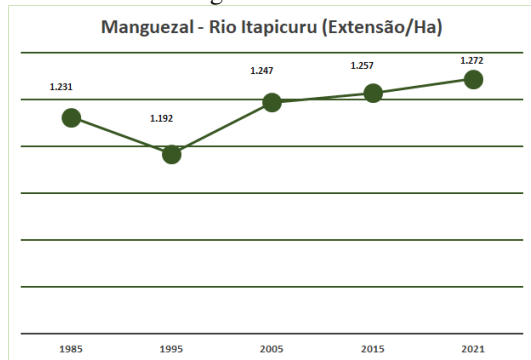
Figura 6 - Canais de Manguezal



Fonte: próprio autor

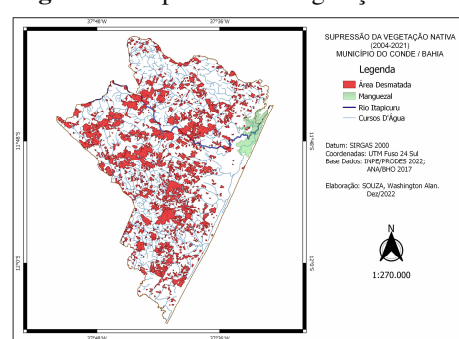
Dados extraídos do Projeto MapBiomas no *Google Earth Engine* mostram redução da área do manguezal entre 1985 e 1995 (Gráfico 2), com ganho de cobertura arbórea de 41ha em 2021 em relação a 1985. Esse ganho de cobertura possivelmente tenha relação com a colonização por mangues de áreas onde ocorreram acumulação de sedimentos em canais de mar que se estreitaram ou desapareceram como na “Camboa do Padre” (Fig. 6).

Gráfico 2 - Manguezal Extensão: 1985-2021



Fonte: o próprio autor

Figura 7 - Supressão de Vegetação Nativa



Fonte: o próprio autor

Os dados levantados não permitem deduzir se o acúmulo de sedimentos ocorre devido a dinâmica natural do ecossistema ou um fenômeno, por exemplo, oriundo da diminuição da vazão (Gráfico 1 e Fig. 2) conjugado com a supressão de vegetação à montante (Fig. 7).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Na presente pesquisa, para avaliar a saúde da vegetação do manguezal, optou-se pelos tradicionais índices NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e EVI (Índice de Vegetação Melhorado) através do aplicativo SATVeg/Embrapa. Para o período de 2000-2022, as médias são 0,7036 para o NDVI e 0,4266 para o EVI. Segundo Paula *et al.* (2021), valores no intervalo 0,33 a 0,66 indicam uma vegetação moderadamente saudável, o que coaduna com a avaliação realizada com o protocolo de Vlami *et al.* (2019) que indica uma boa qualidade de conservação (índice = 76).

Não foram identificados fatores de degradação como dragagens, represamentos e efluentes domésticos e industriais. Todavia, a barra do Rio Itapicuru foi uma das atingidas pelo derramamento de petróleo nas praias nordestinas em 2019. Segundo parecer técnico da Bahia Pesca (2019) a contaminação atingiu ostras, peixes, camarões e caranguejos do estuário, todavia, os níveis de HPAs ficaram abaixo dos estabelecidos pela ANVISA para saúde humana.

Por outro lado, se identifica aterros em áreas do manguezal para viabilizar vias de acesso as comunidades de Sempreviva e quilombola Buri (Fig. 8). Tais aterros, além de suprimirem a vegetação nativa, alteram a hidrodinâmica das marés e afetam as funcionalidades do ecossistema (DALE; KNIGHT; DWYER, 2014). Uma vez necessários, imperativa implementação de medidas mitigadoras para restabelecer a circulação da água.

Figura 8 - Via de Acesso: Quilombola Buri



Figura 9 - Poças



Fonte: Google Earth Pro (2023)

Se identifica ainda na Figura 3 o aumento de áreas não-vegetadas que confrontadas com imagens do Google Earth Pro se constata que são alterações na paisagem oriundas de novas edificações residenciais e comerciais como em Poças (Fig. 9). Tais modificações indicam crescimento populacional no entorno do ecossistema e, como destacado por Dale, Knight e Dwyer (2014), a urbanização é uma das ameaças que mais estressam os manguezais.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

5. Conclusões

Os resultados demonstram que as geotecnologias permitem monitorar e analisar a cobertura da vegetação de manguezal. Comparadas com outros métodos de monitoramento como o monitoramento de bosques ou monitoramento da salinidade intersticial (TURRA e DENADAI, 2015), as geotecnologias não os substituem, todavia, se destacam devido a relação custo-benefício, disponibilidade e aplicabilidade (PARANHOS FILHO, 2020).

Duas observações a considerar: 1^a) o uso de geotecnologias por si só não considera impactos que resultam em perdas da biodiversidade, das funcionalidades e dos serviços ecossistêmicos; e 2^a) “pequenas” degradações em conjunto têm implicações e ramificações na fauna e flora, nos ciclos biogeoquímicos e na atividade microrgânica causando declínio gradual na produtividade (FRIESS *et al.*, 2019).

Assim, ainda que os resultados indiquem ganho de cobertura vegetal, outros indicadores demonstram pressões antrópicas como: a) avanço de atividades agropecuárias e a supressão da vegetação nativa; b) aumento de urbanização; c) diminuição da vazão e da superfície de água. Diante de múltiplos estressores é imperativo uma criteriosa avaliação ambiental, uma vez que pressões indiretas e respostas de manejo influenciam a perda de manguezais (TURSCHWELL *et al.*, 2020) e, por consequência, na redução do pescado.

A fim de assegurar a qualidade dos serviços ecossistêmicos é peremptório o mapeamento do manguezal e intensificar a busca pelo conhecimento técnico-científico do ecossistema, sua estrutura, produtividade, seus pescadores, interações socioeconômicas e ecológicas (WALTERS *et al.*, 2008). Por conseguinte, implementar monitoramento do manguezal com envolvimento das comunidades tradicionais (FRIESS *et al.*, 2021), bem como intensificar uma agenda preventiva de educação ambiental e atrelá-la a fiscalização com o envolvimento de diferentes agentes atuantes no manguezal (SILVA; CASTRO, 2016).

A participação e valorização das comunidades são fundamentais para a gestão do ecossistema, neste sentido recomenda-se ações para: i) fortalecimento das comunidades e seus saberes, estimulando e incentivando as associações e o cooperativismo; ii) qualificação como agentes e monitores ambientais com objetivo de capacitar e agregar valor nas atividades voltadas ao ecoturismo e à própria fiscalização; iii) replicar iniciativas como “Jovens Protagonistas” da ICMBio (2018b); iv) capacitação técnica para beneficiamento de pescados; e v) promover o acesso a mercados, assistência técnica² e crédito;

As geotecnologias são ferramentas-chave para gestão ambiental na medida que fornece à Administração Pública elementos para detectar indícios de degradações ambientais e subsidiar ações para cumprimento de políticas públicas a fim de preservar os valores tradicionais, socioeconômicos e ambientais.

² <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1019261/1/caranguejouca.pdf>

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

6. Referências bibliográficas

ALEXANDRINO, R. V. *et al.* A Importância Do Diagnóstico Da Paisagem Na Conservação Dos Recursos Naturais. In: CAIAFA, A. N. (org.). **CO2 Manguezal – Estudos científicos**. Bahia: Fund. Vovó do Mangue, 2020. p. 15-53.

ALMEIDA, B. M. *et al.* Questões socioambientais. In: ALVES, J. R. P. (org.). **Manguezais: educar para proteger**. Rio de Janeiro: Femar: Semads, 2001. p. 19-34. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/10806>. Acesso em: 04 jun. 2022.

ALMEIDA, P. M. M. *et al.* Mangrove Typology: a proposal for mapping based on high spatial resolution orbital remote sensing. **Journal Of Coastal Research**, [S.L.], v. 95, n. 1, p. 1, 2020. Coastal Education and Research Foundation. <http://dx.doi.org/10.2112/si95-001.1>.

BAHIA PESCA. **Contaminação Derivados de Petróleo: Parecer Técnico N° 11/2019** de 21/11/2019. Disponível em: <http://www.bahiapesca.ba.gov.br/arquivos/File/parecertecnico.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2023

BENNETT, N. J. *et al.* Blue growth and blue justice: ten risks and solutions for the ocean economy. **Marine Policy**, [S.L.], v. 125, p. 104387, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104387>.

BNC - BAHIA NO CLIMA. **Preparando os municípios**. Salvador: 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/@bahianoclima5097/>. Acesso em: 18 jul. 2022.

BOEHM, S. *et al.* **State of Climate Action 2022**. The United Nations Climate Change High-Level Champions and World Resources Institute. 2022. <https://www.wri.org/research/state-climate-action-2022>. Acesso em: 26 nov. 2022.

BRYAN-BROWN, D. N. *et al.* Global trends in mangrove forest fragmentation. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 10, n. 1, 28 abr. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-63880-1>.

BUNTING, P.; LUCAS, R. L. O Mundo dos Manguezais. In: SPALDING, M. D.; LEAL, M. (ed.). O Estado dos Manguezais pelo Mundo 2021. **Global Mangrove Alliance**: 2021. Disponível em: <https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2022/02/The-State-of-the-Worlds-Mangroves-Portuguese.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2022.

COSTA NETO, E. M. *et al.* Diagnóstico etnoecológico em comunidades pesqueiras do município de Conde, região litoral norte do Estado da Bahia. **Ethnoscintia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology**, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ethnoscintia/article/view/10261>. Acesso em: 10 jun. 2022.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras**: estudo da vazão de 95% de permanência da sub-bacia 50 – Bacias dos rios Itapicuru [...]. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. – Recife: 2014. 164p.

DALE, P. E. R.; KNIGHT, J. M.; DWYER, P. G. Mangrove rehabilitation: a review focusing on ecological and institutional issues. **Wetlands Ecology And Management**, [S.L.], v. 22, n. 6, p. 587-604, 26 set. 2014. Springer Science and Business Media. <http://dx.doi.org/10.1007/s11273-014-9383-1>.

DIAS, A. C. F. *et al.* Diversity and biotechnological potential of culturable bacteria from Brazilian mangrove sediment. **World Journal Of Microbiology And Biotechnology**, [S.L.], v. 25, n. 7, p. 1305-1311, 14 mar. 2009. Springer Science and Business Media. <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-009-0013-7>.

DINIZ, C. *et al.* Brazilian Mangrove Status: three decades of satellite data analysis. **Remote Sensing**, [S.L.], v. 11, n. 7, p. 808, 4 abr. 2019. MDPI AG. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/7/808>. Acesso em: 14 set. 2022.

ERMIGASSEN, P. S. E. *et al.* Fishers who rely on mangroves: modelling and mapping the global intensity of mangrove-associated fisheries. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, v. 248, p. 107159, Jan/2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107159>.

ESCOBAR, H. Recheados de "carbono azul", manguezais ganham destaque no combate às mudanças climáticas. **Jornal da USP**. São Paulo, 16 dez. 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/recheados-de-carbono-azul-manguezais-ganham-destaque-no-combate-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 20 dez. 2022.

ESQUIVEL, M. S. **O Quaternário Costeiro do Município de Conde: Implicações para a Gestão Ambiental**. 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, UFB, Salvador. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/23378>. Acesso em: 21 mar. 2022.

FERNANDES, R. T. V. **Recuperação de manguezais**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 92p.

FRIESS, D. A. *et al.* The State of the World's Mangrove Forests: Past, Present, and Future. **Annual Review Of Environment And Resources**, San Mateo, CA/USA, v. 44,p. 89-115, out. 2019. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-environ-101718-033302>. Acesso em: 22 ago. 2022.

FRIESS, D. A. *et al.* Mangroves and people: impacts and interactions. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, [S.L.], v. 248, p. 107155, 5 jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107155>.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

GAMA-MAIA, D.J.; TORRES, R.A. Fine-scale genetic structuring, divergent selection, and conservation prospects for the overexploited crab (*Cardisoma guanhumi*) in tropical mangroves from North-eastern Brazil. **Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom**, [S.L.], v. 96, n. 8, p. 1677-1686, 19 jan. 2016. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/s0025315415002052>.

GOLDBERG, L. *et al.* Global declines in human-driven mangrove loss. **Global Change Biology**, [S.L.], v. 26, n. 10, p. 5844-5855, 3 ago. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.15275>.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: 2018. 176 p. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/atlas-dos-manguezais-do-brasil-pdf>. Acesso em: 08 mai. 2022

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Jovens Protagonistas**: descrição da implementação em unidades de conservação com manguezal. Brasília: ICMBio, 2018b. 40 p. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/jovens_protagonistas_implementacao_em_ucs_com_manguezal.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

KATHIRESAN, K. Bioprospecting potential of mangrove resources. *In*: PATRA, J. K.; MISHRA, R. R.; THATOI, H. (ed.). **Biotechnological Utilization of Mangrove Resources**. [S.L.]: Elsevier, 2020. p. 225-241. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-819532-1.00008-1>.

LEAL, M. e SPALDING, M. D. (ed.). O Estado dos Mangais no Mundo: 2022. **Global Mangrove Alliance**: 2022. Disponível em: https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2022/11/The-State-of-the-Worlds-Mangroves-Report_2022_Portuguese_V2.pdf. Acesso em: 13 nov. 2022.

LIU, C. *et al.* Emergy-based evaluation of world coastal ecosystem services. **Water Research**, [S.L.], v. 204, p. 117656, out. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2021.117656>.

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems And Human Well-Being: Wetlands And Water Synthesis**. 2005. World Resources Institute, Washington, DC. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>. Acesso em: 21 out. 2022.

MENEZES, C. M. et al. Florística e fitossociologia do componente arbóreo do município de Conde, Bahia, Brasil. **Revista Biociências**, v.15, n.1, 2009. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/816>. Acesso em: 07 nov. 2022.

MENEZES, L. A. Análise dos fragmentos de vegetação do baixo curso do rio Itapicuru - Conde/BA, baseado no tamanho e índice de circularidade (IC). **Anais do XIV ENANPEGE**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/78765>. Acesso em: 15 out. 2022.

MOURA, R. L. *et al.* Use of riverine through reef habitat systems by dog snapper (*Lutjanus jocu*) in eastern Brazil. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, [S.L.], v. 95, n. 1, p. 274-278, 1 nov. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2011.08.010>.

NOVA, F. V. P. V.; TORRES, M. F. A.; COELHO, M. P. Uso E Ocupação Da Terra E Indicadores Ambientais De Impactos Negativos: baixo curso do rio São Francisco [...]. **Boletim de Geografia**, [S.L.], v. 33, n. 1, dez. 2015. Univ. Estadual de Maringa. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/22352>. Acesso em: 16 dez. 2022.

NOVAIS, M. P. S. **Enchentes e inundações no município de Conde, litoral norte da Bahia, com enfoque na análise da percepção de desastres**. 2018. 360 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia Física, USP-Faculdade de Filosofia, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-13092019-174333/pt-br.php>. Acesso em: 26 ago. 2022.

PARANHOS FILHO, A. C. *et al* (org.). **GEOTECNOLOGIAS PARA APLICAÇÕES AMBIENTAIS**. Maringá: Uniedusul Editora, 2020. *E-book*. 394 p. Disponível em: <https://www.uniedusul.com.br/wp-content/uploads/2021/01/GEOTECNOLOGIAS-PARA-APLICACOES-AMBIENTAIS.pdf>. Acesso em: 24 set. 2022.

PAULA, E. V. de *et al* (org.). **Saúde dos manguezais de Paranaguá: um olhar para os bosques antropizados**. Curitiba/SC: Universidade Federal do Paraná, 2021. 45 p. Disponível em: https://lageamb.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2019/05/cadernoManguezal_LAGEAMB_UFPR_2021-compactado.pdf. Acesso em: 26 nov. 2022.

PEÑARANDA, M. L. P.; KINTZ, J. R. C.; SALAMANCA, E. J. P. Carbon stocks in mangrove forests of the Colombian Pacific. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, [S.L.], v. 227, p. 106299, Out. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106299>.

PROJETO MAPBIOMAS – Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra na Zona Costeira - Coleção 7. Novembro/2022. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/MapBiomass_Zona_Costeira_2022_18_11_OK.pdf. Acesso em: 19 dez. 2022

PROJETO MAPBIOMAS – Mapeamento da superfície de água no Brasil (Coleção 2). 2023. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/agua>. Acesso em: 24 fev. 2023.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

REITERMAJER, D. *et al.* GEOQUÍMICA DOS SEDIMENTOS DE MANGUEZAIS DO ESTUÁRIO DO RIO SAUÍPE, LITORAL NORTE DA BAHIA, BRASIL. **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 8, n. 2, p. 99-106, 2 nov. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/4506/4042>. Acesso em: 16 dez. 2022.

ROSA, M. R. **Metodologia de classificação de uso e cobertura da terra para análise de três décadas de ganho e perda anual da cobertura florestal nativa na mata atlântica**. 2021. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-16072021-150114/pt-br.php>. Acesso em: 29 nov. 2022.

ROVAI, A. S. *et al.* Brazilian Mangroves: blue carbon hotspots of national and global relevance to natural climate solutions. **Frontiers In Forests And Global Change**, v. 4, Article 787533, jan. 2022. *Frontiers*. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2021.787533/full>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SANTOS, L. L. **Estimativa de preenchimento sedimentar do espaço residual do estuário do Itapicuru, Bahia, Brasil**. 2014. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/28103>. Acesso em: 06 fev. 2023

SCHNEIDER, G. X. *et al.* ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE MANGUEZAL E SEU POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO. **Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza** 3, [S.L.], p. 174-187, 27 maio 2019. Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.59019270519>.

SEBASTIANES, F. L. **Diversidade genética e potencial biotecnológico de fungos endofíticos de manguezais do estado de São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-17092010-173340/>. Acesso em: 10 dez. 2022.

SILVA, A. N.; CASTRO, J. F. (org.). **Programa de Educação Ambiental da Fundação Florestal: um guia para implantação nas unidades de conservação**. - São Paulo: 2016. 140p.

SILVEIRA, P. C. B.; BUTI, R. P. A vida e a morte dos guaiamuns: antropologia nos limites dos manguezais. **Anuário Antropológico**, [S.L.], n. 451, p. 117-148, 11 jan. 2020. OpenEdition. <http://dx.doi.org/10.4000/aa.4945>.

SOUZA, C. A. *et al.* **Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica**. In: PINHEIRO, M.A.A.; TALAMONI, A.C.B. (org.). Educação Ambiental sobre Manguezais. 2018. São Vicente: UNESP, p. 16-56. Disponível em: https://crusta.com.br/biblio/03.e-books/03-educacao_ambiental_sobre_manguezais.pdf.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

SPALDING, M. D.; LEAL, M. (ed). O Estado dos Manguezais pelo Mundo. **Global Mangrove Alliance**: 2021. Disponível em: <https://www.mangrovealliance.org/wp-content/uploads/2022/02/The-State-of-the-Worlds-Mangroves-Portuguese.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2022.

TURRA, A.; DENADAI, M. R. (org.). Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – **Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos [online]**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, 258 p. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/x49kz>. Acesso em: 03 dez. 2022.

TURSCHWELL, M. P. *et al.* Multi-scale estimation of the effects of pressures and drivers on mangrove forest loss globally. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 247, p. 108637, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108637>.

VAN BOCHOVE, J., SULLIVAN, E., NAKAMURA, T. (ed.). **The Importance of Mangroves to People: A Call to Action**. United Nations Environment Programme, World Conservation Monitoring Centre, 2014. 128 pp. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9300>. Acesso em: 02 dez. 2022.

VANNUCCI, M. What is so special about mangroves? **Brazilian Journal Of Biology**, [S.L.], v. 61, n. 4, p. 599-603, nov. 2001. (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/kwqZ43vrzYvX6b34NLJDG3K/>. Acesso em: 21 ago. 2022.

VLAMI, V. *et al.* A Field Method for Landscape Conservation Surveying: the landscape assessment protocol (lap). **Sustainability**, [S.L.], v. 11, n. 7, p. 2019, 4 abr. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su11072019>.

WALTERS, B. B. *et al.* Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review. **Aquatic Botany**, [S.L.], v. 89, n. 2, p. 220-236, ago. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.02.009>.

WEE, A. K. *et al.* The integration and application of genomic information in mangrove conservation. **Conservation Biology**, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 206-209, 25 set. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/cobi.13140>.

YAMAMOTO, Y. Living under ecosystem degradation: evidence from the mangrove fishery linkage in indonesia. **Journal Of Environmental Economics And Management**, [S.L.], v. 118, p. 102788, mar. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102788>.

YANDO, E. S. *et al.* Conceptualizing ecosystem degradation using mangrove forests as a model system. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 263, nov. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109355>.