

## TRANSFORMAÇÕES TERRITORIAIS EM MANGUEZAIS URBANOS: ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA NA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MUNICIPAL (RDSM) DE CARIACICA, ESPÍRITO SANTO

**Denise Silva Leão de Souza**

Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil  
[denise.sleaosouza@gmail.com](mailto:denise.sleaosouza@gmail.com)

**Edson Pedrosa de Oliveira**

Universidade Federal do ABC, São Paulo, SP, Brasil  
[edopedrosaoliveira@gmail.com](mailto:edopedrosaoliveira@gmail.com)

**Luara Martins de Oliva Santos**

Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil  
[luaramartinsoliva@gmail.com](mailto:luaramartinsoliva@gmail.com)

**Alice Nardoni Marteli**

Universidade Federal do ABC, São Paulo, SP, Brasil  
[alice.nardoni@ufabc.edu.br](mailto:alice.nardoni@ufabc.edu.br)

**Alexandro Gularte Schafer**

Universidade Federal do Pampa, Bagé, RS, Brasil  
[alexandro.schafer@unipampa.edu.br](mailto:alexandro.schafer@unipampa.edu.br)

### RESUMO

A expansão urbana desordenada exerce forte pressão sobre ecossistemas sensíveis, como os manguezais, comprometendo seu equilíbrio ambiental. Nesse contexto, as geotecnologias configuram-se como ferramentas estratégicas para o monitoramento e gestão ambiental nessas áreas. Este estudo analisou as transformações no uso e na cobertura da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal (RDSM) do Manguezal de Cariacica – ES, entre 2007 e 2023, com base em dados da Coleção 9 do MapBiomias. As imagens foram processadas nos softwares QGIS e RStudio, com aplicação de estatísticas espaciais, como o Índice Local de Moran (LISA). Os resultados revelam uma intensificação dos usos antrópicos desde a criação da reserva, impulsionada pelo adensamento urbano associado à expansão da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). Atualmente, cerca de 28% da área da RDSM está ocupada por uso urbano. Em contraste, a cobertura de manguezal apresentou estabilidade, com um aumento de 0,88% no período analisado. Considerando políticas conservacionistas e preservacionistas, a recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a criação de corredores ecológicos são essenciais para mitigar os efeitos da urbanização e preservar a funcionalidade ecológica dos manguezais.

**Palavras-chave:** Geotecnologias. MapBiomias. Ecossistemas costeiros. Índice Local de Moran.

### TERRITORIAL TRANSFORMATIONS IN URBAN MANGROVES: LAND USE AND LAND COVER ANALYSIS IN THE MUNICIPAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT RESERVE (RDSM) OF CARIACICA, ESPÍRITO SANTO

### ABSTRACT

Unplanned urban expansion exerts strong pressure on sensitive ecosystems, such as mangroves, compromising their environmental balance. In this context, geotechnologies are strategic tools for environmental monitoring and management in these areas. This study analyzed transformations in land use and land cover in the Municipal Sustainable Development Reserve (RDSM) of the Cariacica Mangrove – ES between 2007 and 2023, using data from MapBiomias Collection 9. The images were processed using QGIS and RStudio software, with the application of spatial statistics, such as the Local Moran's Index (LISA). The results reveal an intensification of anthropogenic uses since the creation of the reserve, driven by urban densification associated with the expansion of the Greater Vitória Metropolitan Region (RMGV). Currently, about 28% of the RDSM area is used for urban purposes. In contrast, mangrove cover remained stable, increasing by 0.88% during the period analyzed. Considering conservation and preservation policies, the recovery of

Permanent Preservation Areas (PPAs) and the creation of ecological corridors are essential to mitigate the effects of urbanization and preserve mangroves' ecological functions.

**Keywords:** Geotechnologies. MapBiomass. Coastal ecosystems. Local Moran's Index.

## INTRODUÇÃO

Os manguezais constituem ecossistemas de transição entre a zona costeira e o continente, predominando em áreas estuarinas de regiões tropicais. Seus solos apresentam ampla variação de salinidade em função das marés, característica que exige elevada tolerância ao sal por parte dos organismos que ali habitam (Thatoi; Mishra; Behera, 2020). Esses ecossistemas abrigam fauna altamente especializada e desempenham papel essencial na estabilidade ecológica e na conservação da biodiversidade costeira (Novelli, 1995).

Segundo Ab'Sáber (2006), o manguezal representa um dos exemplos mais clássicos do conceito de ecossistemas, ao integrar um conjunto biótico (fauna e flora) em constante interação com fatores abióticos (sedimentos) inseridos em um ambiente específico, como os estuários. Além disso, os manguezais desempenham funções essenciais na paisagem, como a proteção da linha de costa, a mitigação da erosão litorânea e, principalmente, o fornecimento de recursos pesqueiros às comunidades tradicionais e ribeirinhas (Mariano Neto; Silva, 2023).

Apesar de sua importância, as frequentes intervenções nesses ecossistemas geram consequências diretas nos espaços urbanos adjacentes, o que se reflete em problemas socioambientais de alto custo para a sociedade. Entre os setores mais impactados estão as comunidades pesqueiras, as áreas turísticas, as populações litorâneas e os espaços destinados à preservação ambiental e ao uso público (Campos, 2015; Silva *et al.*, 2018; Vikou *et al.*, 2023; Bustamante; Prates; Cremer, 2024).

A principal norma que assegura a proteção jurídica dos manguezais no Brasil é a Lei de Proteção da Vegetação Nativa – LPVN (Lei nº 12.651/2012; Brasil, 2012). Conforme destaca Vervloet (2023), a legislação caracteriza o ambiente de manguezais como Áreas de Preservação Permanente (APPs) em toda a sua extensão, abrangendo tanto zonas rurais quanto urbanas (art. 4º, inciso VII), mantendo, assim, a proteção prevista na antiga Lei nº 4.771/65. O artigo 3º da referida lei apresenta definições importantes, como a de manguezal (inciso XIII), adotando a mesma redação da Resolução Conama nº 303/2002, além de considerar os termos “salgado” e “marisma” como sinônimos (inciso XIV) e de incluir as áreas úmidas no seu escopo (inciso XXVI). No entanto, a LPVN também introduz dispositivos que flexibilizam essa proteção. O artigo 8º prevê a possibilidade de intervenção ou de supressão da vegetação nativa em APPs, nos casos de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental. Especificamente para os manguezais, a lei estabelece que a intervenção “poderá ser autorizada, excepcionalmente, em locais onde a função ecológica do manguezal esteja comprometida”, permitindo o uso dessas áreas para obras habitacionais, de urbanização ou de segurança nacional em caráter de urgência, inclusive com dispensa de autorização do órgão ambiental competente.

A bacia do Rio Santa Maria da Vitória, na região central do Espírito Santo, é reconhecida por sua ampla diversidade de recursos naturais. Entre eles, destacam-se os manguezais, que constituem um patrimônio ambiental relevante por sua elevada produtividade biológica. Os manguezais no estado do Espírito Santo ocupam uma área aproximada de 70 km<sup>2</sup>, distribuem-se desde a foz do Riacho Doce, no extremo norte, até o rio Itabapoana, na fronteira com o estado do Rio de Janeiro, sendo os bosques mais extensos encontrados no entorno da Baía de Vitória e nos estuários dos rios Piraquê-Açu e São Mateus (Vale; Ferreira, 1998).

O município de Cariacica – ES, localizado na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), integra a região do Manguezal do Rio Santa Maria da Vitória, considerado o mais relevante do estado, não apenas por sua posição geográfica estratégica, mas também pela estreita relação com a história de ocupação e desenvolvimento do Espírito Santo. A área abriga vestígios arqueológicos de populações indígenas anteriores à invasão portuguesa, além de evidências de grupos paleoíndigenas que habitaram a região há cerca de dois mil anos a.C. (Ferreira, 1989). No entanto, o município tem sido progressivamente envolvido em disputas impulsionadas por interesses de grande escala, cujas decisões extrapolam os limites territoriais (Campos Jr., 2012).

Por meio do instrumento jurídico do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei Federal nº 9.985/2000; Brasil, 2000), a Prefeitura Municipal de Cariacica – ES instituiu, pelo Decreto Municipal nº 77/2007, duas Unidades de Conservação (UC): a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal do Manguezal de Cariacica e o Parque Natural Municipal Manguezais do Itanguá. A criação dessas unidades teve como objetivo central a preservação da natureza, aliada à garantia das condições necessárias à reprodução e à melhoria dos modos de vida das populações locais, bem como à promoção do uso sustentável dos recursos naturais. No mesmo ano, foi elaborado o plano de manejo, documento técnico que estabelece as diretrizes de gestão da unidade, orientando o uso e a ocupação do solo e propondo medidas para minimizar ou eliminar os impactos ambientais (Prefeitura Municipal de Cariacica, 2007).

Por conseguinte, este trabalho teve como objetivo analisar as mudanças no uso e na cobertura da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal do Manguezal de Cariacica – ES, com base em dados da coleção 9 do MapBiomias, referentes ao período de 2007 e 2023. Para isso, foram utilizadas ferramentas de Sensoriamento Remoto integradas em Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), possibilitando o monitoramento das transformações ao longo do tempo e subsidiando a gestão e o planejamento ambiental voltados à conservação do manguezal.

### ***Geotecnologias aplicadas ao monitoramento ambiental: impactos antrópicos e transformação dos manguezais***

As geotecnologias, que englobam ferramentas como o Sensoriamento Remoto, os SIGs e o Sistema de Posicionamento Global (GPS), consolidaram-se como instrumentos fundamentais para o monitoramento e a gestão ambiental (Fitz, 2017). Essas tecnologias permitem a coleta, análise e interpretação de dados espaciais, viabilizando a detecção de mudanças nos padrões de uso e cobertura da terra, o acompanhamento de desmatamentos, a identificação de áreas de risco e o manejo de recursos naturais (Florenzano, 2020). O uso integrado desses recursos contribui para a formulação de diagnósticos mais precisos e para a tomada de decisões sustentáveis no planejamento territorial. Com o avanço tecnológico, o acesso a imagens de satélite de alta resolução e o desenvolvimento de plataformas de geoprocessamento em nuvem ampliaram o alcance e a eficiência do monitoramento ambiental, possibilitando análises em tempo quase real (Rosa, 2005).

As imagens de satélite constituem uma importante fonte de informação para a análise espacial e temporal da superfície terrestre, permitindo identificar e monitorar alterações ambientais com precisão e abrangência. Por meio delas, é possível reconhecer padrões de relevo, cobertura vegetal, corpos d'água e usos do solo, possibilitando a avaliação dos impactos de atividades humanas e de processos naturais sobre a paisagem (Santos, 2011; Santos; Marchioro, 2020).

As geotecnologias, nesse contexto, configuram-se como instrumentos fundamentais para o planejamento ambiental e territorial, ao oferecer subsídios técnicos e espaciais que orientam decisões estratégicas. Sua aplicação possibilita a definição de áreas prioritárias para conservação, o direcionamento da expansão urbana de forma sustentável e o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes e baseadas em evidências. Além disso, essas ferramentas desempenham papel essencial na prevenção e mitigação de desastres naturais, contribuindo para o aumento da resiliência urbana e da adaptação às mudanças climáticas (Teixeira; Rizzati, 2022).

As bases de dados geoespaciais, amplamente disponibilizadas por meio de políticas públicas de dados abertos, constituem fontes valiosas e consistentes para a produção de conhecimento. Quando processadas em ambientes computacionais, como *softwares* de geoprocessamento, essas bases possibilitam a realização de amostragens precisas e de análises detalhadas, contribuindo para a elaboração de diagnósticos territoriais e ambientais mais robustos e fundamentados (Souza; Cunha, 2020).

No Brasil, diversas instituições públicas têm desempenhado um papel fundamental na produção e na disponibilização de informações geoespaciais. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) disponibiliza dados sobre queimadas e desmatamentos por meio do Portal do Programa Queimadas (INPE, 2022). O Projeto MapBiomias, por sua vez, oferece séries temporais anuais de uso e cobertura da terra desde 1985, possibilitando análises comparativas em diferentes escalas espaciais e temporais (MapBiomias, 2023). No contexto urbano, destacam-se as bases de dados produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2017) e, especificamente para o município de São

Paulo, o sistema GeoSampa, vinculado à Prefeitura Municipal, que reúne um amplo conjunto de informações territoriais e urbanísticas (Prefeitura de São Paulo, 2024).

O avanço contínuo das geotecnologias tem viabilizado estudos cada vez mais precisos sobre a expansão urbana, a perda de cobertura vegetal, a ocorrência de queimadas e os efeitos das mudanças climáticas. Ferramentas como o sensoriamento remoto, os SIGs e o geoprocessamento tornaram-se indispensáveis para a análise desses fenômenos, permitindo diagnósticos ambientais mais consistentes e subsidiando políticas públicas voltadas à sustentabilidade (Jesus; Coelho, 2013; Silva; Fonseca, 2016; Souza; Reis, 2020). O uso articulado dessas ferramentas também permite simular cenários futuros, ampliando a capacidade de planejamento e de resposta frente à degradação ambiental e a eventos climáticos extremos.

No que se refere aos manguezais, ecossistemas de especial interesse nessa pesquisa, Santos (2011) observa que, embora sejam legalmente reconhecidos como APPs pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa, ainda são escassos os estudos dedicados ao mapeamento detalhado desses ecossistemas. Souza *et al.* (2018) destacam que grande parte dessas áreas está inserida em parques, estações ecológicas e reservas sob gestão estadual ou federal, especialmente devido à sua proximidade de remanescentes de Mata Atlântica. No entanto, a deficiência na fiscalização e a ausência de sanções eficazes contra crimes ambientais ainda comprometem os avanços na conservação desses ecossistemas.

Os manguezais são ecossistemas sensíveis, frequentemente submetidos a diversos impactos ambientais decorrentes de fatores naturais e, sobretudo, de ações antrópicas. Entre os principais vetores de degradação destacam-se o desmatamento para expansão urbana e agrícola, os aterros utilizados na ocupação irregular do solo, a movimentação e exposição de sedimentos para fins construtivos, as atividades portuárias que alteram a dinâmica hidrossedimentar, e a especulação imobiliária, que promove a conversão de áreas de manguezal em empreendimentos comerciais e residenciais (Campos, 2015; Barros *et al.*, 2021).

A degradação dos manguezais tem se intensificado diante da crescente pressão antrópica, resultando em profundas alterações na estrutura ecológica e nas funções essenciais desses ecossistemas. Processos como a urbanização desordenada, a implantação de complexos industriais e portuários, o despejo de efluentes domésticos e industriais, além da supressão da vegetação nativa, comprometem sua integridade funcional, afetando negativamente a biodiversidade, a capacidade de retenção e de filtragem de poluentes e a sustentabilidade dos estoques pesqueiros (Bustamante; Prates; Cremer, 2024).

Os impactos decorrentes da destruição dos manguezais vão além da esfera ambiental, atingindo diretamente as dimensões sociais e culturais, especialmente entre comunidades tradicionais que dependem desses territórios para sua reprodução material e simbólica (Souza *et al.*, 2018).

Para além de sua relevância ecológica e socioeconômica, os manguezais ocupam também um lugar de destaque no imaginário cultural brasileiro. Essa dimensão simbólica é evidenciada no movimento Mangubeat, idealizado pelo cantor e compositor Chico Science, que ressignifica o mangue como um espaço fértil e de resistência, mesmo em meio à lama, servindo como metáfora da criatividade e da força vital da juventude periférica do Recife dos anos 1990. Canções como *Manguetown* articulam, de forma crítica e poética, as contradições urbanas, denunciando desigualdades sociais e afirmando uma identidade cultural profundamente enraizada nesse ecossistema. Dessa forma, o mangue transcende sua materialidade, tornando-se um símbolo de insurgência, vitalidade e pluralidade sociocultural brasileira.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O município de Cariacica – ES possui uma área de 279,9 km<sup>2</sup> e população de cerca de 353.491 pessoas de acordo com o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022). Situa-se na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), na Região Sudeste do Brasil, no Estado do Espírito Santo (Figura 1).

A paisagem do território é predominantemente ocupada por uma mancha urbana que corresponde a 43,9% da área total, concentrada principalmente na porção leste, sobre as unidades geomorfológicas

de Planícies e de Tabuleiros Costeiros. A área urbana do município caracteriza-se pela presença de indústrias e empresas situadas às margens dos principais corredores viários, como a BR-101, a BR-262 e a Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM) (Coelho *et al.*, 2017).

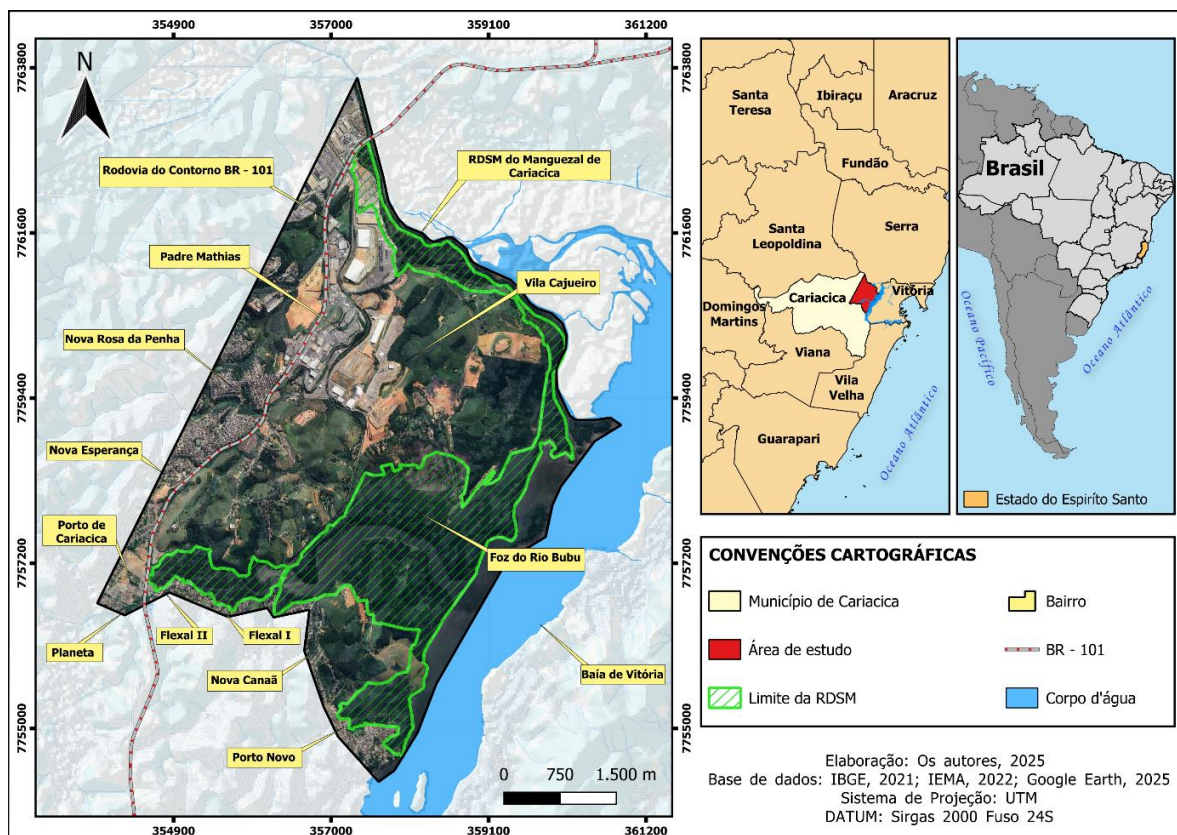
A cidade de Cariacica se destaca por abrigar extensas áreas de manguezais. O manguezal de Cariacica está localizado ao longo de um dos rios mais importantes do Espírito Santo, o rio Santa Maria da Vitória, que percorre cerca de 122 km até sua foz. Essa foz é dividida em dois braços: um que deságua na Praia de Camburi, no município de Vitória, e outro, denominado braço sul, que contorna toda a baía de Cariacica antes de desaguar no mar. Grande parte do manguezal apresenta áreas bem preservadas, utilizadas por diversas famílias que dependem da pesca e da coleta de caranguejos e de outros crustáceos para sua subsistência (Ferraz, 2017).

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal do Manguezal de Cariacica (RDSM), objeto de estudo desta pesquisa, é a área de manguezal de maior extensão no município, com aproximadamente 740,34 hectares. Localizada nas proximidades da BR-101, sua área abrange os bairros Vila Cajueiro, Padre Mathias, Foz do Rio Bubu, Flexal I, Flexal II, Nova Canaã, Nova Esperança, Nova Rosa da Penha, Planeta e Porto Novo (Figura 1).

A reserva integra o sistema estuarino do rio Bubu e a fração deltaica do rio Santa Maria da Vitória, com uma área de drenagem aproximada de 1.876 km<sup>2</sup> e abrange cinco municípios capixabas: Santa Maria de Jetibá, além de partes dos territórios de Cariacica, Santa Leopoldina, Serra e Vitória (Figura 1).

O rio Bubu nasce na Reserva Biológica de Duas Bocas (REBIO DUAS BOCAS), na porção oeste do município, e deságua no braço sul do rio Santa Maria da Vitória após percorrer cerca de 18 km. Ao longo de seu curso, o rio atravessa áreas fortemente urbanizadas, incluindo os bairros Flexal e Vila Prudêncio, em Cariacica (Ferraz, 2017).

Figura 1 - Mapa de localização da RDSM do Manguezal Cariacica no Espírito Santo – ES



Base de dados: IBGE, 2021; IEMA, 2022. Fonte: Autores, 2025.

A RDSM tem origem ao longo da baía de Vitória, em setores de Planícies Fluviomarinhas Hipersalinas e alveolares de desembocadura fluvial, estendendo-se pelo estuário do rio Santa Maria. Inicialmente, essa formação circundava grande parte da baía, alcançando especialmente os estuários dos rios Santa Maria, Bubu, Aribiri e Marinho. A principal feição do manguezal, a Planície Fluviomarina Hipersalina, essencial para a manutenção da dinâmica hidrológica do ecossistema, vem sendo progressivamente reduzida devido ao intenso processo de urbanização na RMGV (Vervloet, 2023).

Dessa forma, tornam-se evidentes os impactos sobre o manguezal, que extrapolam uma mera expansão demográfica (Castiglioni, 2019). Para além das pressões socioeconômicas associadas à transformação socioterritorial e econômica do Espírito Santo, esses impactos não se limitam a fatores de ordem metropolitana ou populacional. Atualmente, esse processo persiste, embora com uma configuração socioespacial e uma dinâmica econômica mais vinculadas à instalação de empresas na retroárea dos sistemas portuários de Vitória, Vila Velha e Cariacica (Vervloet, 2020).

### **Procedimentos operacionais**

Para analisar as transformações espaciais ocorridas na RDSM entre 2007 e 2023, esse estudo adotou uma abordagem metodológica baseada na integração de geotecnologias e estatística espacial. O processo analítico foi organizado em quatro etapas principais: (i) preparação dos dados; (ii) geração da matriz de transição; (iii) elaboração do mapa de mudança; e (iv) análise de autocorrelação espacial. Essas etapas permitiram não apenas identificar as alterações no uso e na cobertura da terra, mas também compreender os padrões espaciais associados à dinâmica territorial da área de estudo.

Os dados de uso e cobertura da terra referentes à RDSM, para os anos de 2007 e 2023, foram obtidos da Coleção 9 do Projeto MapBiomias (MapBiomias, 2023). Os arquivos *raster* foram previamente recortados com base no polígono da área de estudo, garantindo que as análises se restringissem ao território do município de interesse.

Inicialmente, os arquivos *raster* foram importados no ambiente R utilizando o pacote *terra*, no *software* RStudio© v.2024 (RStudio, 2024). Em seguida, os dados vetoriais da área de estudo foram carregados por meio do pacote *sf*, e reprojatados para o mesmo sistema de referência espacial dos *rasters*, a fim de assegurar a compatibilidade entre as camadas. Posteriormente, foram aplicadas as funções *crop()* e *mask()* para o recorte espacial e, quando necessário, realizou-se o realinhamento das camadas por interpolação do vizinho mais próximo (*resample(method = "near")*).

A análise das transições de uso e cobertura da terra foi realizada no *software* QGIS 3.38© (QGIS, 2024), com integração ao ambiente GRASS GIS. Para o cruzamento das imagens temporais, utilizou-se a ferramenta *r.cross*, que gera um novo *raster* categórico que representa as combinações únicas entre as classes das duas datas analisadas. As categorias de transição foram classificadas com base no padrão adotado pelas classes de legenda da Coleção 9 do MapBiomias. A validação das classificações geradas foi realizada por meio de comparação com os mapas oficiais da plataforma. A quantificação das áreas de transição foi conduzida com a ferramenta *r.report*, que calcula a extensão (em km<sup>2</sup>) de cada categoria resultante do cruzamento.

Para a análise estatística e espacial dos dados, recorreu-se novamente ao ambiente R. A autocorrelação espacial local foi analisada por meio dos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), com base no Índice Local de Moran. Esse método permite identificar padrões espaciais estatisticamente significativos em nível local, classificando cada célula *raster* com base na relação entre seu valor e os valores das células vizinhas. As categorias resultantes incluem:

- Alto-Alto (High-High): áreas com alta ocorrência de mudança cercadas por áreas com alta ocorrência (*hotspots*);
- Baixo-Baixo (Low-Low): áreas com baixa ocorrência cercadas por outras de baixa ocorrência (*coldspots*);
- Alto-Baixo (High-Low): áreas com alta ocorrência cercadas por áreas de baixa ocorrência (*outliers* negativos);
- Baixo-Alto (Low-High): áreas com baixa ocorrência cercadas por áreas de alta ocorrência (*outliers* positivos).

As classificações foram realizadas com base em um nível de significância estatística de 5% ( $p < 0,05$ ), calculado por meio de permutações aleatórias, o que permitiu identificar agrupamentos espaciais significativos e detectar possíveis anomalias nos padrões de mudança.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

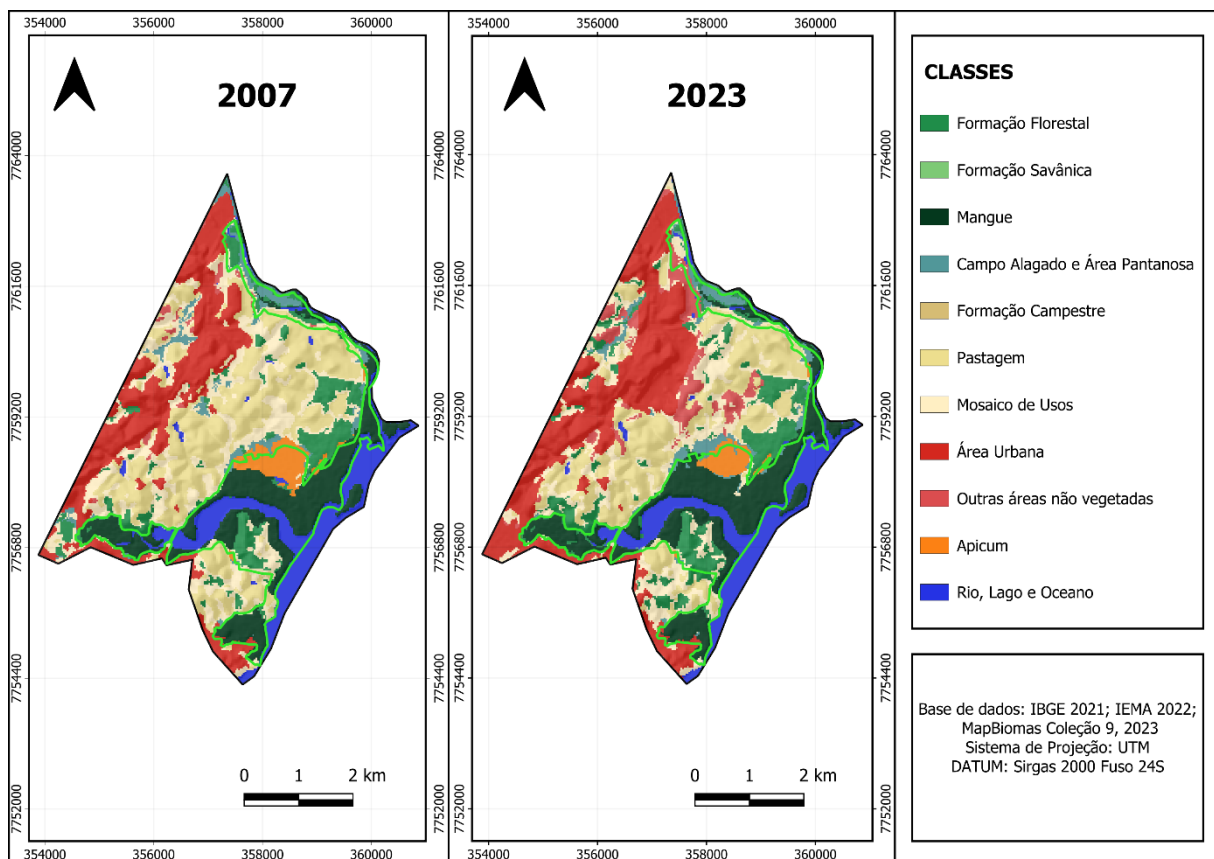
Esta seção apresenta os resultados da análise espaço-temporal do uso e da cobertura da terra na RDSM do Manguezal de Cariacica – ES, com base na Coleção 9 do MapBiomas, referente aos anos de 2007 e 2023.

A Figura 2 e a Tabela 1 mostram, respectivamente, a distribuição das principais classes no início e no fim da série temporal, evidenciando as transformações ocorridas ao longo do período.

Em 2007, a RDSM apresentava predominância das classes de pastagem (23,99%), da área urbanizada (18,39%) e do mosaico de usos (17,57%). Em 2023, observa-se uma alteração significativa nesse padrão, com a área urbanizada passando a ocupar a maior proporção (23,03%), o que representa um aumento de quase 5%, seguida pelas classes de pastagem (17,65%) e de mangue (15,65%) (Figura 2 e Tabela 1).

O intenso uso e ocupação da terra, associados às transformações socioterritoriais e econômicas da região, contribuíram para a expansão da malha urbana sobre a área da reserva. Em 2007, essa ocupação concentrava-se principalmente na porção sudoeste da RDSM, abrangendo os bairros Flexal I, Flexal II e suas adjacências (Figura 1).

Figura 2 - Uso e cobertura da terra da RDSM do Manguezal de Cariacica em 2007 e 2023



Base de dados: Coleção 9 MapBiomas, 2023. Fonte: Autores, 2025.

Tabela 1 - Classes de uso e ocupação da RDSM do Manguezal Cariacica em 2007 e 2023.

Classes	2007		2023		2007 - 2023
	Área (km <sup>2</sup> )	% em relação a área total	Área (km <sup>2</sup> )	% em relação a área total	% perdas e ganhos
Apicum	0,81	2,83	0,48	1,70	- 1,13
Campo Alagado e Área Pantanosa	1,01	3,56	0,94	3,31	- 0,25
Outras áreas não vegetadas	0,25	0,88	1,44	5,06	+ 4,18
Rio, Lago ou Oceano	2,84	9,99	2,67	9,40	- 0,59
Formação Florestal	2,28	8,02	2,69	9,49	+ 1,47
Mosaico de usos	4,99	17,57	4,19	14,73	- 2,84
Mangue	4,20	14,77	4,45	15,65	+ 0,88
Pastagem	6,69	23,99	5,02	17,65	- 6,34
Área Urbana	5,28	18,39	6,54	23,03	+ 4,64
Soma Total	28,42	100,00 %	28,42	100,00 %	

Base de dados: Coleção 9 MapBiomias, 2023. Fonte: Autores, 2025.

A classe mangue registrou um pequeno aumento no período analisado, de apenas 0,88%. A formação apicum perdeu mais da metade de sua área de extensão, com uma redução de 1,13 % em 2023 em relação a 2007 (Figura 2 e Tabela 1). Lima (2011) associa o desaparecimento dos apicuns do Manguezal de Vitória às mudanças na frequência das inundações, que provocam alterações na zonação estrutural do bosque de mangue, em decorrência das transformações no regime hidrológico da região.

Os apicuns, definidos como áreas planas de elevada salinidade ou acidez, localizadas na região de supramaré e desprovidas de vegetação ou com vegetação rasa, são áreas costeiras associadas aos manguezais (Hadlich; Ucha, 2009). De acordo com o Novo Código Florestal, essas áreas apresentam salinidade superior a 150 partes por mil e estão desprovidas de vegetação vascular (Brasil, 2012). No que concerne à importância dos apicuns, destaca-se que são cruciais para o funcionamento dos manguezais e para a conservação da diversidade biológica. Com o acúmulo de fitoplâncton no solo, favorecido pelas marés, a base da cadeia alimentar local se constitui. Ademais, a degradação dessas áreas implica na redução de pescados que são a base da subsistência de algumas famílias, como o caranguejo-uçá, o que explica a necessidade de preservação desses locais (Novelli, 2000; Silva, 2004).

Como mostra a Tabela 1, a classe com maior crescimento na área da RDSM foi a de outras áreas não vegetadas, com um aumento expressivo de 4,18% ao longo do período. Em 2023, a urbanização avançou em múltiplas direções: ao norte, em direção aos bairros de Nova Rosa da Penha e Vila Cajueiro; ao leste, aproximando-se da borda oriental da RDSM, ocupando áreas próximas às formações florestais; e ao sul, expandindo-se em direção a Nova Canaã e Porto Novo (Figura 1). Lira *et al.* (2024) destacam que a ocupação de áreas ambientalmente inadequadas, como as localizadas em manguezais urbanos, decorre de modelos de urbanização mal planejados, marcados por dinâmicas excludentes que direcionam grupos sociais com menor poder de barganha para regiões periféricas e ambientalmente vulneráveis.

A expansão urbana da RDSM resultou na substituição de áreas naturais por usos antrópicos, promovendo a conversão de formações florestais, pastagens, mosaicos de uso, formações campestres e savânicas (Figura 2). Como consequência, observou-se uma acentuada fragmentação da paisagem, especialmente nas zonas centrais da reserva, que provocou a compartimentação dos remanescentes de vegetação e a redução da conectividade estrutural entre os fragmentos, tornando os ambientes naturais mais isolados e ecologicamente descontínuos.

A supressão da vegetação nativa e o avanço da urbanização alteram significativamente a dinâmica ecológica dos ecossistemas de manguezal, comprometendo sua resiliência e integridade funcional. Essas transformações reduzem a conectividade da paisagem, a diversidade biológica e a capacidade do ecossistema de sustentar processos essenciais, como a ciclagem de nutrientes, a produtividade primária e o amortecimento natural frente à erosão e à intrusão salina (Souza *et al.*, 2018). Ademais, o aumento do número de fragmentos e a consequente perda de conectividade entre os remanescentes reduzem a diversidade de habitats para espécies endêmicas, ampliando a vulnerabilidade ecológica do sistema (Barros *et al.*, 2021).

As principais transformações na RDSM refletem o avanço da urbanização e a crescente pressão antrópica exercida pelos bairros adjacentes. Regiões como Vila Cajueiro, Padre Mathias e Foz do Rio Bubu, anteriormente caracterizadas por baixa ocupação, apresentam indícios de expansão urbana. Por outro lado, bairros como Flexal I, Flexal II, Nova Canaã, Nova Esperança, Nova Rosa da Penha, Planeta e Porto Novo já se encontram densamente habitados, embora, em grande parte, estejam marcados por condições precárias de infraestrutura urbana. Essa configuração evidencia a heterogeneidade socioespacial no entorno da reserva e os desafios associados à gestão territorial e ambiental da área. No bairro Vila Cajueiro, estão previstas obras de mobilidade urbana a partir de 2025, conforme ordem de serviço assinada recentemente. A região também recebe intervenções de drenagem e pavimentação ao longo de cerca de 3 km da Estrada de Cajueiro, o que tem despertado expectativas quanto à instalação de pátios intermodais, conforme noticiado na reportagem *Rota de Desenvolvimento*, publicada no portal da Prefeitura (Venturini, 2024).

O crescimento observado na RDSM está diretamente associado à sua localização estratégica, às margens da BR-101, no município de Cariacica – ES (Figura 1). A BR-101, em especial o trecho conhecido como "Rodovia do Contorno" ou "Contorno de Vitória", conecta Carapina, na Serra, ao entroncamento com a BR-262, em Cariacica. Projetada para desviar o tráfego do centro da Grande Vitória, essa via desempenha papel fundamental no escoamento da produção agrícola, industrial e mineral, além de contribuir para a melhoria da mobilidade urbana, para a redução de congestionamentos e para o aumento da segurança viária. Sua construção respondeu à necessidade de aliviar o intenso fluxo de veículos, especialmente de carga pesada, que atravessava zonas densamente urbanizadas. Assim, o contorno consolidou-se como infraestrutura estratégica para o desenvolvimento econômico e logístico da região, ao facilitar o transporte de pessoas e mercadorias. A conurbação crescente, somada à ausência de planejamento eficaz e à fragilidade na regulação do uso do solo, tem promovido a ocupação de áreas ecologicamente sensíveis, como os manguezais. Tal dinâmica compromete não apenas a funcionalidade ecológica da RDSM, mas também a viabilidade de políticas públicas voltadas à conservação e ao uso sustentável desse território (Barraque, 2015).

O Plano Diretor Municipal de Cariacica, instituído pela Lei Complementar nº 111, de 16 de dezembro de 2021, estabelece que o desenvolvimento urbano deve ser socialmente justo, ambientalmente equilibrado e economicamente viável, com foco na melhoria da qualidade de vida, na inclusão social e na redução das desigualdades (Prefeitura Municipal de Cariacica, 2021). O documento ressalta a importância da participação ativa da sociedade em todas as etapas do planejamento urbano, desde a concepção até a execução e o monitoramento de políticas, planos e projetos.

As diretrizes ambientais do Plano Diretor visam à preservação e à recuperação da qualidade ambiental, por meio do planejamento e da fiscalização do uso dos recursos naturais, promovendo a gestão integrada do solo, da água, do subsolo e do ar, com foco no desenvolvimento sustentável. Entre os princípios destacados estão a compatibilização entre o crescimento econômico e a preservação ambiental, a definição de áreas prioritárias para conservação, a universalização do saneamento básico, a implantação de áreas verdes e de espaços de lazer, bem como a identificação de áreas ambientalmente frágeis e produtivas. Essas ações buscam apoiar a economia rural, assegurar a permanência de populações tradicionais em seus territórios, com qualidade de vida e justiça social, e fomentar uma cultura de preservação e de uso consciente dos recursos naturais, elemento essencial para a transformação socioambiental a longo prazo.

A RDSM vem sendo alvo de ações estratégicas voltadas à preservação e ao uso sustentável desses ecossistemas. Entre as principais medidas estão a elaboração de planos de manejo, a revisão de decretos municipais e a articulação com programas estaduais e federais. Essas iniciativas locais estão alinhadas ao Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Manguezais (*ProManguezal*), que incentiva práticas sustentáveis e valoriza as comunidades tradicionais que dependem diretamente dos recursos naturais desses ambientes costeiros.

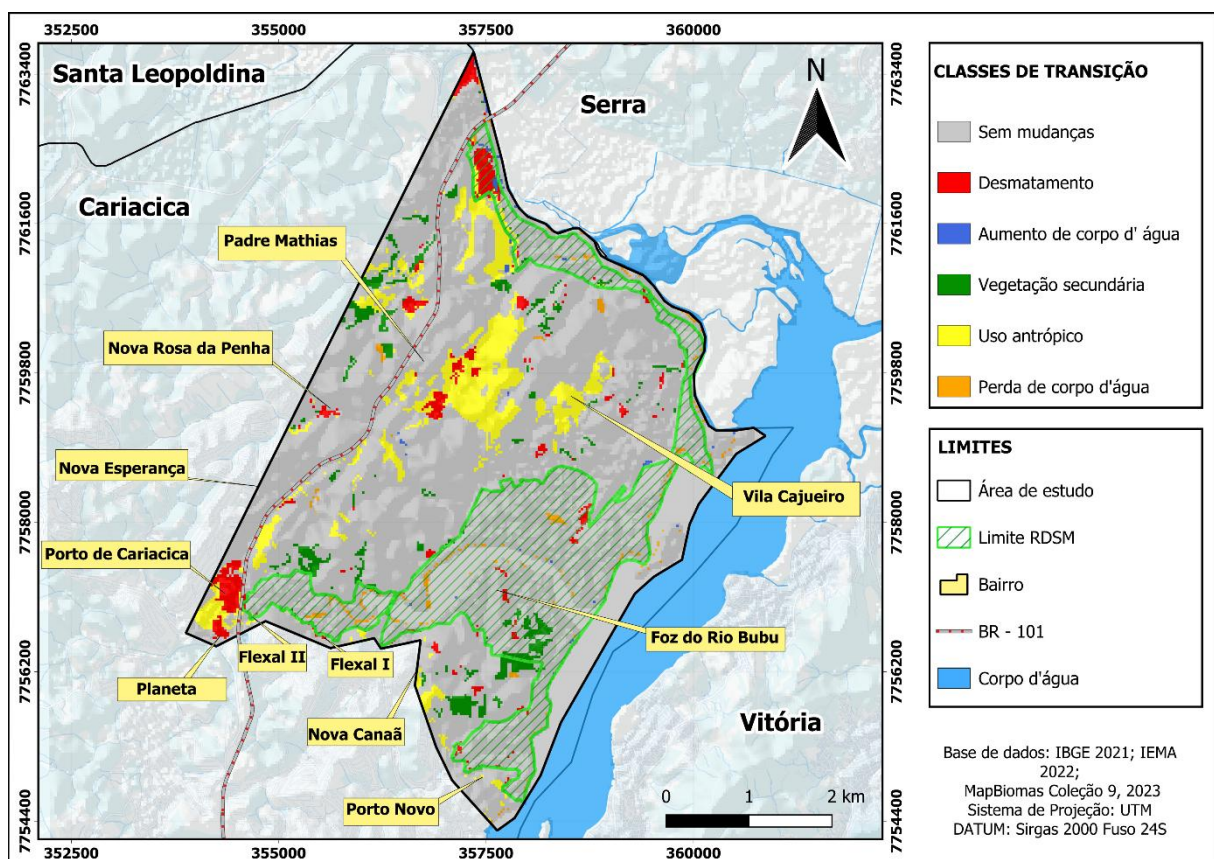
Apesar da atuação de órgãos fiscalizadores, como a Secretaria Municipal de Desenvolvimento da Cidade e Meio Ambiente e a Polícia Ambiental, a efetividade na aplicação das leis e na prevenção de intervenções ilegais permanece motivo de preocupação. Denúncias recorrentes de pescadores e grupos ambientalistas apontam para aterros e ocupações irregulares em áreas de manguezal na região da Vila Cajueiro (Friedrich, 2025), muitas vezes impulsionadas pela expansão urbana e por empreendimentos privados.

A legislação municipal, por meio da Lei Complementar nº 111/2021, institui o Conselho Municipal do Plano Diretor de Cariacica (CMPDC), responsável, entre outras atribuições, pela análise do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV). Esse instrumento é considerado fundamental para a gestão ambiental urbana, pois avalia os impactos de novos empreendimentos no território e na qualidade de vida da população.

Assim, a conservação dos manguezais depende, portanto, de uma atuação integrada entre o poder público, a sociedade civil e as comunidades locais, com ênfase na fiscalização efetiva, no planejamento urbano responsável e na valorização dos serviços ecossistêmicos prestados por esses ambientes.

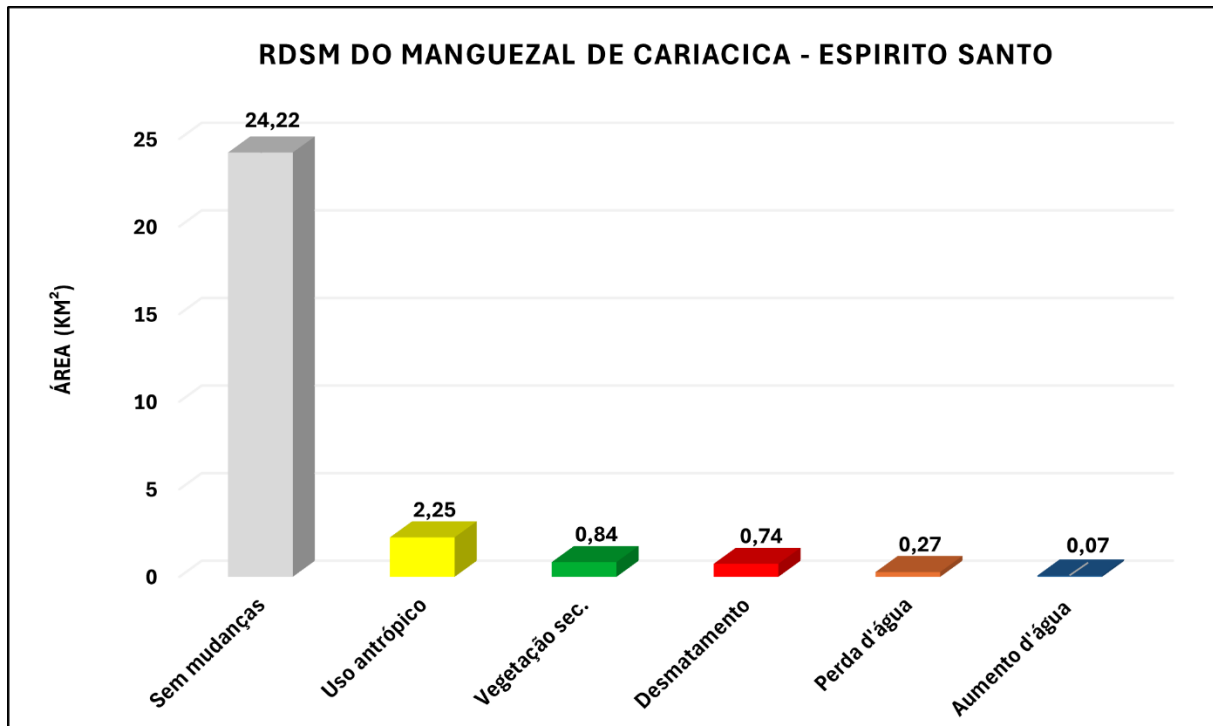
As Figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, o mapeamento e a quantificação das transições de uso e da cobertura da terra na RDSM do Manguezal de Cariacica, entre 2007 e 2023.

Figura 3 - Mapa de transições de uso da terra na RDSM do Manguezal de Cariacica 2007 e 2023



Base de dados: Coleção 9 MapBiomas, 2023. Fonte: Autores, 2025.

Figura 4 - Quantificação das transições na RDSM do Manguezal de Cariacica 2007 e 2023



Base de dados: Coleção 9 MapBiomias. Fonte: Autores, 2025.

A categoria sem mudanças é predominante, totalizando 24,22 km<sup>2</sup>, o que reforça a relativa estabilidade da cobertura em boa parte da reserva. No entanto, observa-se a ocorrência de 2,25 km<sup>2</sup> de conversão para uso antrópico, seguida de 0,84 km<sup>2</sup> de regeneração com vegetação secundária e de 0,74 km<sup>2</sup> de desmatamento. As alterações associadas à perda (0,27 km<sup>2</sup>) e ao aumento (0,07 km<sup>2</sup>) de corpos d'água representam transformações hidrológicas pontuais (Figuras 3 e 4).

Grande parte da área permaneceu estável, sem alterações significativas no período analisado (Figura 4). No entanto, é possível identificar processos de transformação espacial, como o avanço do uso antrópico em setores ao sul e ao oeste da reserva, próximos às áreas urbanizadas do município, como nos bairros Padre Mathias e Vila Cajueiro (Figura 3).

As manchas de desmatamento com maior extensão da RDSM estão relacionadas às áreas próximas à BR-101, como os bairros Porto de Cariacica, Nova Rosa da Penha e Vila Cajueiro (Figura 3). Segundo Hayashi *et al.* (2019), a redução das áreas de manguezal urbano está associada principalmente ao crescimento populacional, à expansão urbana e à ampliação da malha viária, que facilita o acesso e, consequentemente, a ocupação dessas áreas sensíveis. Além disso, há registros de desmatamento em pontos isolados, de regeneração de vegetação secundária e de pequenas variações hidrológicas, representadas pela perda e pelo aumento de corpos d'água. Essas mudanças refletem a pressão antrópica sobre uma área legalmente protegida, o que pode comprometer sua integridade ecológica (Vikou *et al.*, 2023).

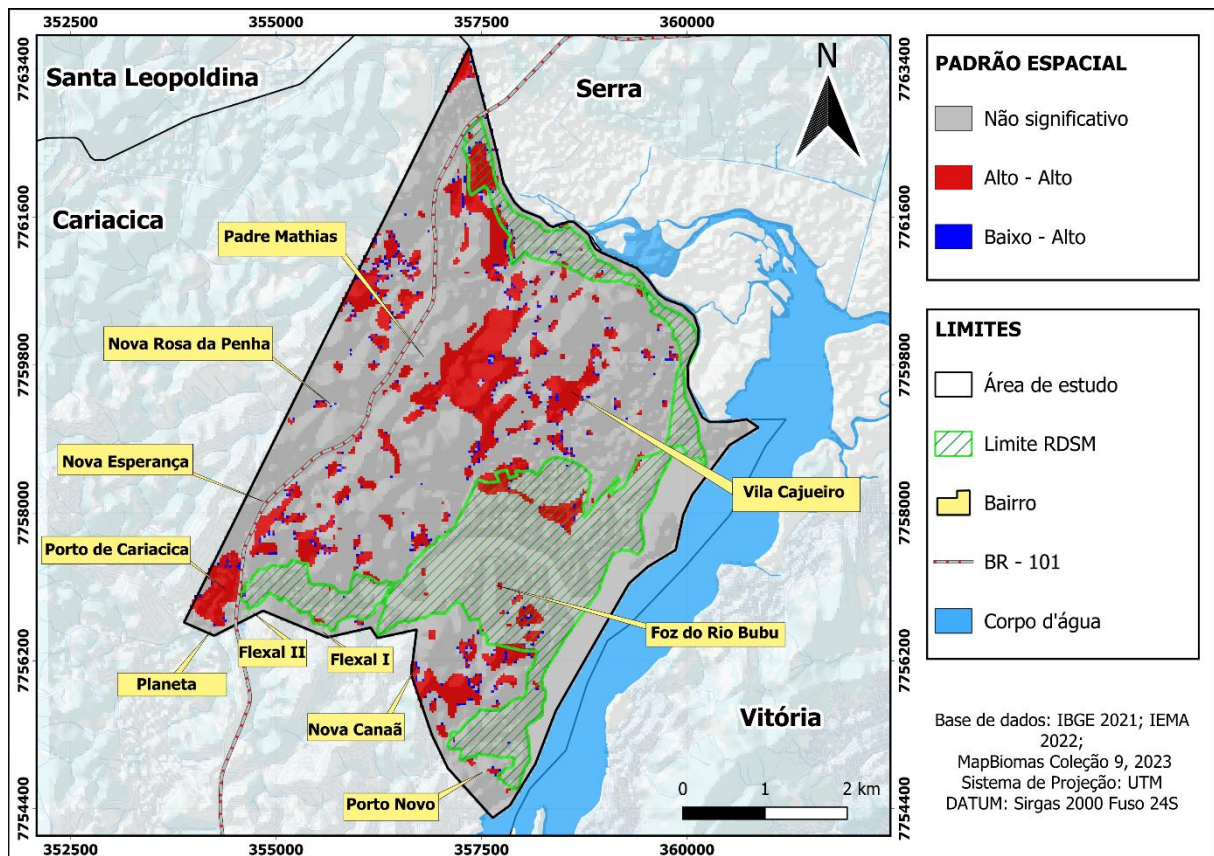
Esse resultado evidencia a relevância da avaliação das diretrizes do Plano Diretor para o aprimoramento do planejamento urbano e para a formulação de políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos socioambientais. Conforme destacam Pitombeira e Romcy (2023), a gestão dos espaços costeiros ainda se mostra incipiente e fragmentada diante dos contínuos processos de degradação ambiental. Os autores defendem que a transição de um modelo setorial para um modelo de gestão integrada constitui uma estratégia fundamental, alicerçada na adoção de um paradigma de desenvolvimento capaz de fortalecer a participação da sociedade civil e promover uma governança ambiental mais inclusiva.

Em Cariacica, a fragilidade da governança ambiental evidencia-se no distanciamento entre as diretrizes do Plano Diretor e sua efetiva implementação. A falta de coordenação entre os órgãos municipais e a

ausência de mecanismos consistentes de monitoramento comprometem a gestão dos recursos naturais e o controle da expansão urbana. Essa lacuna entre planejamento e ação reforça a ineficiência das políticas públicas locais e contribui para a degradação de ecossistemas sensíveis, como os manguezais.

A autocorrelação espacial local foi analisada por meio do Índice de Moran Local (LISA), que identifica padrões de agrupamento espacial (Figura 5).

Figura 5 - Índice de Moran Local (LISA) na RDSM do Manguezal de Cariacica 2007 e 2023



Base de dados: Coleção 9 MapBiomias, 2023. Fonte: Autores (2025).

A aplicação da estatística LISA, fundamentada no indicador I de Moran Local, possibilita a identificação de padrões espaciais ao calcular os índices e seus respectivos níveis de significância, em consonância com o número de unidades espaciais analisadas. Tal medida constitui uma decomposição do I de Moran Global, permitindo a detecção de clusters locais e a análise de heterogeneidades espaciais (Almeida, 2012).

O indicador LISA evidenciou a predominância de clusters de Alto-Alto na área de estudo. Identificaram-se áreas próximas à BR-101 com maior ocorrência de clusters, indicando regiões com alta intensidade de mudanças cercadas por áreas com comportamento semelhante (Figura 5). Esses agrupamentos estão associados a processos intensos de transformação territorial, como a expansão urbana e a intensificação de atividades agropecuárias.

Além disso, foram identificados padrões Baixo-Alto, que representam áreas com baixa magnitude de mudança espacial próximas a regiões com alta transformação, configurando zonas de transição e possível pressão antrópica crescente (Figura 5). De acordo com Stege e Bacha (2020), a identificação de aglomerações espaciais do tipo Alto-Alto e Baixo-Baixo é influenciada pela proximidade espacial, uma vez que a intensidade das atividades em áreas fronteiriças tende a afetar diretamente os territórios vizinhos.

Como mostra a figura 5, a maior parte do território foi classificada como não significativa, indicando a ausência de autocorrelação estatisticamente significativa local entre os valores observados. A inexistência de clusters Baixo-Baixo e Alto-Baixo reforça a concentração do fenômeno em agrupamentos positivos e a presença pontual de *outliers* espaciais, sugerindo que os processos de mudança estão espacialmente concentrados, e não dispersos aleatoriamente.

Os resultados obtidos evidenciam a relevância das ferramentas de análise espacial como suporte à gestão territorial na RDSM de Cariacica – ES. A identificação de áreas críticas na unidade de conservação permite subsidiar políticas públicas voltadas ao seu entorno e à própria reserva, como as previstas no Plano Diretor Municipal de Cariacica (Lei Complementar nº 111/2021). Esse processo contribui para o ordenamento urbano, para a definição de estratégias de conservação e para o controle do crescimento desordenado que pressiona os ecossistemas protegidos.

## CONCLUSÃO

O estudo sobre o uso e cobertura da terra na RDSM do Manguezal de Cariacica – ES identificou transformações significativas na paisagem local ao longo da última década, caracterizadas por um processo de urbanização acelerada e pela substituição de áreas naturais por usos antrópicos.

A expansão urbana e o aumento das áreas impermeáveis, que atualmente representam cerca de 28% da área total da reserva, apontam não apenas para o crescimento demográfico da região, mas também para a urgência de práticas de manejo mais sustentáveis, voltadas à preservação dos recursos naturais.

Observou-se que, nos principais bairros adjacentes à RDSM, menos densamente habitados, como Vila Cajueiro, Padre Mathias e Foz do Rio Bubu, ocorreu uma conversão significativa de áreas naturais para usos antrópicos, com intensificação do desmatamento, ainda que em menor proporção em relação à área total da Reserva. Essa transformação, embora relacionada a avanços tecnológicos e econômicos, destaca a necessidade de mitigar os impactos ambientais, especialmente nas áreas de mangue, e de garantir a proteção das Áreas de Preservação Permanente, bem como a manutenção da biodiversidade.

A aplicação do índice LISA permitiu identificar padrões espaciais de fragmentação, pressão antrópica e reorganização territorial por meio de clusters de mudança estatisticamente significativos.

Os resultados obtidos reforçam a importância de políticas públicas integradas que conciliem o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental. Instrumentos de gestão territorial, como os planos diretores municipais, desempenham papel fundamental na orientação do uso sustentável da terra, promovendo ocupações compatíveis com a preservação ambiental. Dessa forma, tais instrumentos tornam-se fundamentais para uma governança territorial eficaz, ao promover um desenvolvimento justo que concilie os interesses das populações com a preservação dos ecossistemas para as futuras gerações.

As limitações do estudo, como a dependência de dados secundários e a ausência de análises qualitativas sobre a percepção das comunidades locais, bem como de avaliações diretas dos impactos sociais e econômicos associados às mudanças detectadas, abrem espaço para novas pesquisas.

Nesse sentido, recomenda-se que estudos futuros investiguem de forma mais aprofundada como a expansão urbana, especialmente nas áreas adjacentes aos manguezais, tem contribuído para o aumento da vulnerabilidade socioambiental, para os impactos sobre a saúde pública e para as deficiências na infraestrutura de saneamento básico, que afetam diretamente as comunidades tradicionais e ribeirinhas.

O uso de técnicas de modelagem espacial mostra-se promissor na simulação de cenários futuros, permitindo a avaliação de impactos decorrentes de fatores sociais, econômicos, climáticos e políticos no território.

Por fim, este trabalho reforça a relevância do monitoramento contínuo do uso e da cobertura da terra como ferramenta estratégica para o planejamento territorial, essencial para subsidiar políticas que orientam ações para um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de doutorado à primeira e à terceira autora. Agradecem também ao Projeto MapBiomias pela disponibilidade dos dados e das análises de uso e cobertura da terra, fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho. Por fim, expressam agradecimentos à Universidade Federal do ABC pela oportunidade de realizar a Especialização em Geoprocessamento.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Ecosistema do Brasil**. São Paulo: Ed. Metalivros, 2006. 300 p.
- ALMEIDA, E. S. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Ed. Alínea, 2012. 498 p.
- BARRAQUE, L. A produção do espaço urbano e o planejamento das áreas de transição rural-urbana: o caso do Município de Cariacica – ES. **Revista Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 111-126, 2015. Disponível em: <https://www.revistappr.com.br/artigos/publicados/A-producao-do-espaco-urbano-e-o-planejamento-das-areas-de-transicao-rural-urbana-o-caso-do-Municipio-de-Cariacica---ES.pdf>. Acesso em: 10 abril. 2025.
- BARROS, G. B., BEZERRA, L. T., BARBOSA, D. M., SILVA, A. F. V., ROMEIRO, A. L. M., ARAUJO, E. S. **Mecanismos causadores de pressão e impacto ambiental sobre os ecossistemas e florestas nativas**. In: Silvicultura e Manejo Florestal: Técnicas de Utilização e Conservação da Natureza - Volume 1. Ed. Científica Digital, 2021. p. 233-252. <https://doi.org/10.37885/201102102>
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 05 de abr. 2025.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm). Acesso em: 01 de nov. 2025.
- BUSTAMANTE, J. M.; PRATES, R. C.; CREMER, M. J. Percepção ambiental dos serviços ecossistêmicos e impactos degradantes ao manguezal pela população urbana, Baía Babitonga-Brasil. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v.27, p. 1-22, 2024. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc00501vu27L3AO>
- CAMPOS JR, C. T. C. Reestruturação produtiva na Região Metropolitana da Grande Vitória: manifestações socioespaciais em Cariacica. **Geografares [online]**, v. 13, p. 1-19, 2012. <https://doi.org/10.7147/GEO13.4137>
- CAMPOS, D. J. S. L. A via mangue sob o olhar do ordenamento territorial urbano em Recife-PE: O lugar dado às famílias pobres. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, Recife, v. 04, p. 207-231, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistamseu/article/view/229892/24097>. Acesso em 10 de jun. 2025.
- CARIACICA (Prefeitura). Criação da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal do Manguezal de Cariacica. **Decreto Municipal Nº 77/2007**. Cariacica, 2007. Disponível em: <https://cariacica.camarasempapel.com.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/D772007.html>. Acesso em 05 maio. 2025.
- CARIACICA (Prefeitura). Descubra Cariacica. **Unidades de Conservação de Manguezal**. Cariacica, 2024. Disponível em: <https://descubracariacica.com.br/referencia/manguezal/>. Acesso em 03 de abril. 2025.
- CARIACICA (Prefeitura). Lei complementar nº 111, de 16 de dezembro de 2021. **Plano Diretor Municipal do Município de Cariacica**. Cariacica, 2021. Disponível em: <https://cariacica.legislacaocompilada.com.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/C1112021.html?identificador=320031003900390037003A004C00>. Acesso em 07 maio. 2025.
- CASTIGLIONI, A. H. Transição migratória e urbana no estado do Espírito Santo - 1950 a 2010. **Caminhos de Geografia Uberlândia**, v. 20, p. 33-53, 2019. <http://dx.doi.org/10.14393/RCG207241307>

COELHO, A. L. N., RAMOS, A. L. D., JESUS, R. J., JAQUES, J. L. Avaliação da Fragilidade Emergente do Município de Cariacica/ES. In: **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**. INPE Santos – São Paulo. v. 8, p. 996-1003, 2017.

FERRAZ, R. V. V. Abordagem pedagógica dos saberes populares dos(as) pescadores(as) e marisqueiros(as) do município de Cariacica-ES da perspectiva da educação ambiental crítica. 2017. 170 f. **Dissertação**. (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória. 2017.

FERREIRA, R. D. Os manguezais da baía de Vitória (ES): Um estudo de geografia física integrada. 1989. 302 f. **Tese** (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. 4ª. Ed. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2017. 160 p.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. 5ª. Ed. São Paulo: Oficina de textos, 2020. 320 p.

FRIEDRICH, M. **Pescadores denunciam aterro de manguezal por empresas em Cariacica**.

Século Diário. Cariacica, 23 de outubro de 2025. Disponível em:

<https://www.seculodiario.com.br/meio-ambiente/pescadores-denunciam-aterro-de-manguezal-por-empresas-em-cariacica/>. Acesso em: 31 out. 2025.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M. Apicuns: aspectos gerais, evolução recente e mudanças climáticas globais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, p. 13-20, 2009.

<https://doi.org/10.20502/rbg.v10i2.126>

HAYASHI, S. N.; FILHO, P. W. S.; JUNIOR, W. R. N.; FERNANDES, M. E. B. The effect of anthropogenic drivers on spatial patterns of mangrove land use on the Amazon coast. **Plos One**, v. 14, p. 1-20, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217754>

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Cidades e estados. 2022. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/cariacica.html>. Acesso em: 01 de nov. 2025.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias. 2017. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html>. Acesso em 10 mai. 2025.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios**. 2022. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/>. Acesso em 04 de jun. 2025.

JESUS, R. J.; COELHO, A. L. N. Análise temporal da cobertura vegetal com o emprego de geotecnologias: estudo de caso no município de Cariacica – ES. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.7, p. 199-212, 2013. <https://doi.org/10.5654/acta.v7i14.723>

LIMA, T. M. J. Efeito da frequência de inundação na estrutura do manguezal da Baía de Vitória, Espírito Santo, Brasil. 2011. 84 F. **Dissertação** (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

LIRA, J. R. O.; SANTOS, M. C.; TEIXEIRA, J. M. J.; LOPES, L. O. C. Quando o manguezal e o urbano coexistem: Pressão demográfica sobre os manguezais próximos às franjas urbanas de Marapanim e Maracanã-PA. **Revista Humboldt**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 1-21, 2024. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/humboldt/article/view/78407>. Acesso em 25 de abril. 2025.

MARIANO NETO, M. M.; SILVA, J. B. Estimativas dos estoques de carbono em ecossistema de manguezal no Brasil: uma revisão. **Geoambiente On-line**, n.45, p. 206-2028, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/75044>. Acesso em 01 de jun. 2025.

NOVELLI, Y. S. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum**. São Paulo, SP: Caribbean Ecological Research, 2000. Disponível em: <https://silo.tips/download/grupo-de-ecossistemas-manguezal-marisma-e-apicum>. Acesso em: 30 out. 2025.

NOVELLI, Y. S. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Ed. Caribbean Ecological Research, 1995. 64 p.

PITOMBEIRA, S. C.; ROMCY, C. M. A. Ocupação do território em áreas costeiras: proposta de gestão e ordenamento de zona costeira - uma oportunidade para o planejamento urbano. **Revista de Direito da Cidade**, Rio de Janeiro, v. 15, p. 1039-1069, 2023.

<https://doi.org/10.12957/rdc.2023.65109>

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 9. **Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/map/colecao-9/>. Acesso em 04 de abril. 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS **Geographic Information System**. Versão 3.38.0 'Grenoble'. 2024. Disponível em: <https://qgis.org/>. Acesso em 30 de mar. 2025.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v.16 p. 81-90, 2005. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0009>

RSTUDIO POSIT (IDE). **Open-Source Edition**. Versão '2025.05.1+513' 2025. Disponível em: <https://posit.co/downloads/>. Acesso em 10 de mai. 2025.

SANTOS, F. M. M. Uso de geotecnologias para mapeamento de manguezais. **Boletim Científico Escola Superior do Ministério Público da União**, Brasília, n. 35, p. 137–156, 2011.

<https://doi.org/10.63601/bcesmpu.2011.n35.137-156>

SANTOS, J. R. U.; MARCHIORO, E. Análise empírica da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Duas Bocas, Espírito Santo, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, Universidade de São Paulo, v.39, p.72-87, 2020. <https://doi.org/10.11606/rdg.v39i0.160946>

SÃO PAULO (Prefeitura). Plataforma de dados geoespaciais. **GeoSampa**. São Paulo, 2024. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em 06 de jun. 2025.

SILVA, E. R. A. C.; ASSIS, D. R. S.; SILVA, J. F.; MELO, J. G. S.; GALVÍNCIO, J. D. Análise espaço-temporal das características do mangue urbano no estuário do Pina (Pernambuco). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.1, p. 030-038, 2018. Disponível em:

<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/7>. Acesso em: 24 jun. 2025.

SILVA, M. R. Povos de Terra e água: a comunidade pesqueira canto do mangue, Canguaretama (RN) – Brasil. 2004. 126 f. **Dissertação** (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-20092004-162747/pt-br.php>. Acesso em: 30 out. 2025.

SILVA, N. L.; FONSECA, B. M. Análise espaço-temporal das mudanças no uso e cobertura do solo no município de São Thomé das Letras. **Caderno de Geografia**, v.26, p. 79-94, 2016.

<https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2016v26n45p79>

SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A.; JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. **Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica**. In: PINHEIRO, M. A. A. e TALAMONI, A. C. B. (Org.). Educação Ambiental sobre Manguezais. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 2018. 165 p. Disponível em:

[https://www.crusta.com.br/biblio/04.Cap%C3%ADtulos/20-educacao\\_ambiental\\_manguezais\\_cap01\\_biodiversidade\\_conservacao.pdf](https://www.crusta.com.br/biblio/04.Cap%C3%ADtulos/20-educacao_ambiental_manguezais_cap01_biodiversidade_conservacao.pdf). Acesso em 20 maio. 2020.

SOUZA, C. C.; CUNHA, M. C. O uso das geotecnologias como ferramenta de auxílio na análise ambiental no município de Jataí Goiás. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 38, p. 151–174, 2020.

<https://doi.org/10.5216/revgeoamb.i38.63586>

SOUZA, S. O.; REIS, F. S. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra no município de Senhor do Bonfim (BA), Brasil. **Geoambiente On-line**, Jataí, n. 38, p. 106-128, 2020.

<https://doi.org/10.5216/revgeoamb.i38.63258>

STEGE, A. L.; BACHA, C. J. C. Clusters espaciais de “agriculturalização” no meio rural de alguns estados brasileiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, e191298, 2020.

<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.191298>

TEIXEIRA, A. C.; RIZATTI, M. Geotecnologias para avaliação de conflitos ambientais da sub-bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.44, p. 1-33, 2022.

<https://doi.org/10.5902/2179460X66982>

- THATOI, H.; MISHRA, R.R.; BEHERA, B.C. **Biotechnological Potentials of Halotolerant and Halophilic Bacteria from Mangrove Ecosystems**. In: Biotechnological Utilization of Mangrove Resources; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, p. 413-433, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819532-1.00020-2>
- VALE, C.C.; FERREIRA, R.D. Os manguezais do Estado do Espírito Santo. In: **IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**. Águas de Lindóia, São Paulo. v. 1, p. 88-94, 1989.
- VENTURINI, J. Cariacica é a porta de entrada de carros elétricos de marca chinesa no Brasil. **Rota do desenvolvimento**. Cariacica, 2024. Disponível em: <https://www.cariacica.es.gov.br/noticias/73376/rota-do-desenvolvimento-cariacica-e-a-porta-de-entrada-de-carros-eletricos-de-marca-chinesa-no-brasil>. Acesso em: 1 jul. 2025.
- VERVLOET, R. J. H. M. Análise geográfica dos sistemas portuários no Espírito Santo com repercussões na organização espacial terrestre. **Revista Da ANPEGE**, v. 16, p. 8-43, 2020. <https://doi.org/10.5418/ra2020.v16i31.12861>
- VERVLOET, R. J. H. M. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA. **Mapeamento e análise espaço-temporal dos manguezais do Espírito Santo**. Vitória, 2023, 215 p. Disponível em: [https://iema.es.gov.br/Media/iema/CGEO/MAPEAMENTOS\\_CGEO\\_VOL1\\_MANGUEZAL\\_28.12.2023.pdf](https://iema.es.gov.br/Media/iema/CGEO/MAPEAMENTOS_CGEO_VOL1_MANGUEZAL_28.12.2023.pdf). Acesso em 15 abril. 2025.
- VIKOU, S. V. P.; PAZ, O. L. S.; Pilatii, D. M.; PAULA, E. V. Análise da Pressão Antrópica sobre Manguezais Urbanos: Subsídios à Proteção Ambiental e ao Ordenamento Territorial. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.35, p. 1-15, 2023. <https://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-67515x>

---

Recebido em: 31/07/2025

Aceito para publicação em: 18/11/2025