

Análise Multitemporal do Uso e Cobertura da Terra e Vulnerabilidade de Três Sambaquis em Guarapari-ES (1984 A 2025)

Multitemporal Analysis of Land Use and Land Cover and the Heritage Vulnerability of Three Shellmounds in Guarapari, Espírito Santo State, Brazil (1984–2025)

Rafael Said Bhering Cardoso¹ 

André Luiz Lopes de Faria² 

Palavras-chave

Geotecnologias
Patrimônio Arqueológico
Expansão Urbana

Resumo

A transformação da paisagem em ambientes urbanos tem deixado sítios arqueológicos em situação de vulnerabilidade. Este estudo fez uma análise multitemporal do uso e cobertura da terra no município de Guarapari, Espírito Santo, e no entorno de três sambaquis localizados no município (sambaquis Concha D'Ostra, Una I e Una II), no período de 1984 a 2025, para avaliar a vulnerabilidade dos sambaquis frente às transformações da paisagem. A pesquisa utilizou a classificação supervisionada de imagens de satélite LANDSAT, para os anos de 1984, 1995, 2005 (LANDSAT 5) e 2015 e 2025 (LANDSAT 8), por meio de técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG (QGIS versão 3.38.2-Grenoble, 2025). Foram definidas cinco classes temáticas para a classificação: Área Urbanizada; Área de Vegetação; Corpo D'água Continental; Corpo D'água Costeiro; Área Descoberta. Foram identificadas alterações e quantificadas as áreas das respectivas classes ao longo do período analisado. Os resultados demonstraram expansão das áreas urbanas, redução das áreas de vegetação e das áreas descobertas, com ênfase no entorno dos sambaquis, locais de expansão urbana. A vulnerabilidade dos sambaquis aumentou devido ao crescimento urbano e os conflitos entre preservação patrimonial e turismo. Conclui-se que as geotecnologias são ferramentas importantes para análise territorial e auxílio no planejamento de políticas públicas para conservação do patrimônio em áreas sob pressão antrópica.

Keywords

Geospatial Technologies
Archaeological Heritage
Urban Expansion

Abstract

Landscape transformation in urban environments has increasingly exposed archaeological sites to heritage vulnerability. This study conducted a multitemporal analysis of land use and land cover in the municipality of Guarapari, Espírito Santo State, Brazil, and in the surroundings of three shellmounds (Concha D'Ostra, Una I, and Una II) between 1984 and 2025, aiming to assess their heritage vulnerability in response to landscape transformations. Supervised classification of LANDSAT satellite imagery was performed for the years 1984, 1995, and 2005 (LANDSAT 5), and 2015 and 2025 (LANDSAT 8), using geospatial analysis techniques in a Geographic Information System (GIS) environment (QGIS version 3.38.2-Grenoble, 2025). Five thematic classes were defined for image classification: Urban Area, Vegetation Area, Inland Water Body, Coastal Water Body, and Bare Land. Changes in land use and land cover were identified, and the extent of each thematic class was quantified throughout the study period. The results revealed substantial urban expansion, accompanied by reductions in vegetation cover and bare land, particularly in the surroundings of the shellmounds, where urban growth was most pronounced. Heritage vulnerability increased as a consequence of urban expansion and the growing conflicts between heritage preservation and tourism development. These findings demonstrate that geospatial technologies provide valuable support for territorial analysis and contribute to the development of public policies aimed at safeguarding archaeological heritage in areas under increasing anthropogenic pressure.

INTRODUÇÃO

A costa brasileira é habitada desde a era pré-colonial. Um dos povos que foram responsáveis por essa ocupação são os chamados sambaquieiros, povos construtores dos sambaquis – montes formados por conchas, ossos, artefatos e sepultamentos humanos (Alves; Gaspar, 2023) –. Esses montes, encontrados ao longo de todo o litoral brasileiro, são fontes de conhecimento para a compreensão dessa sociedade litorânea, portanto sua preservação é necessária (Assumpção; Ritter, 2022; Cardoso *et al.*, 2016).

Autores como Twardowsky *et al.* (2021) defendem a preservação dos sítios arqueológicos do tipo sambaqui como importantes tanto pelos aspectos culturais, quanto pelo fato de oferecerem registros paleoambientais para o estudo das mudanças ambientais ocorridas ao longo de milhares de anos.

A crescente urbanização das regiões costeiras do Brasil tem causado profundas transformações socioambientais nesses ambientes. Esse processo é causado principalmente pela expansão urbana, aumentando a área construída em áreas preservadas. Esse processo ocorre muitas vezes sem o devido planejamento (Vilarinho *et al.*, 2023).

A pressão antrópica decorrente da expansão urbana deixa os sítios arqueológicos em situação de vulnerabilidade (Cardoso *et al.*, 2020). Neste estudo, a vulnerabilidade dos sambaquis é compreendida como a suscetibilidade desses sítios arqueológicos aos impactos decorrentes das transformações no uso e ocupação da terra em seu entorno, especialmente aquelas relacionadas à expansão urbana, à supressão da cobertura vegetal e à intensificação das atividades antrópicas (Santiago, 2015). Nessa perspectiva, a vulnerabilidade não é entendida apenas como uma característica intrínseca do patrimônio arqueológico, mas como resultado da interação entre fatores ambientais e antrópicos que aumentam o potencial de degradação dos sítios.

Estudos desenvolvidos no Brasil têm abordado os sambaquis sob diferentes perspectivas, incluindo sua caracterização arqueológica, cronologia, conservação e gestão patrimonial (Gaspar, 2000; Santiago, 2015). Paralelamente, pesquisas baseadas em geotecnologias têm contribuído para a compreensão da dinâmica do uso e ocupação da terra em áreas costeiras brasileiras (Florenzano, 2011). Entretanto, observa-se um número reduzido de investigações que integrem essas

abordagens para analisar, em perspectiva multitemporal, como as transformações da paisagem influenciam a vulnerabilidade de sítios arqueológicos costeiros.

Nesse contexto, analisar os diferentes usos e ocupações da terra surge como ferramenta importante para a compreensão da dinâmica espaço-temporal destas áreas. Técnicas que utilizam o sensoriamento remoto (SR) e sistemas de informações geográficas (SIG), permitem o mapeamento destes locais em diferentes espaços e tempo sem colocá-los em situação de vulnerabilidade. Além disto, diversos sensores disponibilizam de forma gratuita suas imagens, o que pode facilitar estudos que envolvem fiscalização e monitoramento. Por se tratarem de ferramentas remotas, essas técnicas são cada vez mais utilizadas no estudo do patrimônio arqueológico (Silva *et al.*, 2024). Sodré *et al.* (2020) avaliou como estas técnicas podem ser utilizadas como ferramentas de análise do uso e ocupação da terra. Uma revisão sistemática de 571 artigos demonstra como os SIGs se consolidaram como ferramenta para análises arqueológicas, principalmente para visualização, gestão da informação e análises espaciais (Menéndez-Marsh *et al.*, 2023).

A originalidade desta pesquisa reside na integração entre técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e análise da dinâmica espaço-temporal do uso e ocupação da terra para compreender a vulnerabilidade de sambaquis inseridos em uma área costeira submetida à intensa expansão urbana. Ao utilizar uma série histórica de imagens LANDSAT abrangendo o período de 1984 a 2025, o estudo oferece uma perspectiva temporal de longo prazo, permitindo identificar tendências de transformação da paisagem e seus potenciais impactos sobre o patrimônio arqueológico.

Os sambaquis Concha D'Ostra, Una I e Una II, localizados no município de Guarapari-ES, são exemplos de como a expansão urbana desordenada pode colocar em situação de vulnerabilidade este importante patrimônio cultural. Diante do contexto apresentado, esta pesquisa analisou a dinâmica do uso e ocupação da terra no entorno destes sambaquis, no período de 1984 a 2025.

MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa da pesquisa consistiu em levantamento bibliográfico para compreensão dos conceitos utilizados e identificação de lacunas no conhecimento sobre o tema. Durante

a pesquisa de campo foi determinada a localização dos sambaquis com o auxílio de aparelho GPS, obtendo as coordenadas geográficas dos três sambaquis.

Aquisição e seleção das imagens de satélite

Para a análise multitemporal, foram selecionadas imagens dos satélites LANDSAT 5 TM e LANDSAT 8 OLI. A série LANDSAT proporciona imagens para estudos multitemporais, permitindo a detecção de mudanças na paisagem ao longo das décadas (Nogueira; Parente, 2017). As imagens utilizadas têm resolução espacial de 30 metros, suficiente para os objetivos desta pesquisa. Foram obtidas imagens para as seguintes datas: 19/07/1984, 07/06/1995 e 04/07/2005 (LANDSAT 5) e 01/08/2015 e 29/09/2025 (LANDSAT 8). As imagens são provenientes de satélites diferentes pois o LANDSAT 5 foi desativado em janeiro de 2013. As datas das imagens apresentam pequenas variações, já que elas podem sofrer interferências climáticas/técnicas.

A escolha do ano de 1984 como início da aquisição de imagens para esta pesquisa se dá em função das imagens anteriores terem uma resolução espacial que dificulta a identificação dos diferentes processos de uso e ocupação da terra para o município.

Os critérios para seleção das imagens consistiram em selecionar aquelas que abrangem todo perímetro do município, com cobertura máxima de nuvens 20%, o que resulta em melhor visualização do território e evita a influência da sombra das nuvens na classificação das imagens (Cho *et al.*, 2021).

A operação computacional foi realizada no software QGIS, versão 3.38.2-Grenoble (QGIS, 2025). Tanto o software como as imagens utilizadas na pesquisa estão disponíveis gratuitamente. Isso favorece a disseminação do conhecimento, a utilização destas ferramentas no cotidiano e a reprodutibilidade do estudo (Souza Júnior *et al.*, 2022). Foi adotado o sistema de projeção EPSG:31983 - SIRGAS 2000/UTM zone 23S para o processamento.

Processamento e classificação das imagens

O pré-processamento das imagens consistiu na composição das bandas espectrais, o que diferencia as classes utilizadas. A composição das imagens do satélite LANDSAT 5 foi Vermelho (banda 1), Verde (banda 2) e Azul (banda 3). Para o satélite LANDSAT 8 Vermelho (banda 4), Verde (banda 3) e Azul (banda 2). Um vetor com os limites do município de Guarapari foi utilizado para recortar a composição das

imagens. Esse procedimento garantiu uma quantidade menor de dados, descartando o que não era essencial aos objetivos da pesquisa, otimizando o processamento.

Após a composição das imagens, foi realizada a classificação supervisionada. A classificação é realizada através da coleta de amostras que representam as classes estabelecidas. Foram determinadas cinco classes, escolhidas com base no Manual técnico de uso da terra do IBGE (IBGE, 2013) e representam com suficiente relevância o uso e cobertura da terra para no território para os objetivos da pesquisa: Área Urbanizada, Área de Vegetação, Corpo D'água Continental, Corpo D'água Costeiro e Área Descoberta (solo exposto, areia de praia, áreas degradadas e formações rochosas se enquadram nessa classe).

Para classificação das imagens foi utilizado o *plugin dzetsaka* no QGIS. O método classificador escolhido foi o *Random Forest*. Este algoritmo é reconhecido devido a robustez e eficácia apresentados na classificação de imagens (Ferla; Kuplich, 2025). O algoritmo utiliza árvores de decisão para fazer a classificação das imagens, “cada árvore é construída utilizando uma amostra aleatória dos dados de treinamento e uma seleção aleatória de características. Durante o treinamento, cada árvore faz previsões independentes e o resultado final é obtido por meio de uma votação ou média das previsões individuais” (Andrade *et al.*, 2023, p. 4). A qualidade da classificação foi verificada por inspeção visual dos resultados cartográficos ao longo do processo de mapeamento, observando a compatibilidade entre as classes obtidas e os padrões identificáveis nas imagens de satélite. Foram utilizadas pelo menos 30 amostras para cada classe representada. As amostras de treinamento foram selecionadas por interpretação visual das imagens LANDSAT, considerando elementos clássicos de fotointerpretação, como tonalidade, textura, forma, padrão, contexto espacial e associação com feições vizinhas (Lillesand *et al.*, 2015). Foram priorizadas áreas homogêneas e representativas de cada classe temática, buscando minimizar a ocorrência de pixels mistos e garantir a variabilidade espectral necessária ao treinamento do algoritmo de classificação supervisionada. A seleção das amostras foi realizada em toda a área de estudo, contemplando a distribuição espacial das diferentes classes de uso e ocupação da terra.

A validação quantitativa da classificação supervisionada por meio de matriz de confusão, índice Kappa ou métricas equivalentes não foi realizada. A consistência dos resultados foi avaliada por meio da interpretação visual dos

mapas produzidos e da verificação da coerência espacial das classes temáticas em relação às feições observáveis nas imagens LANDSAT e ao conhecimento prévio da área de estudo. Essa abordagem permitiu identificar eventuais inconsistências na classificação e ajustar as amostras de treinamento durante o processo de

mapeamento. Reconhece-se que a ausência de métricas quantitativas de acurácia constitui uma limitação metodológica da pesquisa, devendo os resultados ser interpretados como representação das tendências gerais de transformação da paisagem, e não como delimitações cartográficas de alta precisão.

Figura 1 – Imagem de satélite (esquerda) e imagem classificada de uso da terra (direita) para o ano de 2025



Fonte: LANDSAT (2025).

Para a área de entorno dos sambaquis foi adotada a escala 1:25.000, que permite um maior detalhamento espacial e melhora a precisão (Ming *et al.*, 2011). A escolha da escala de 1:25.000 está associada à resolução espacial das imagens LANDSAT. Segundo Congalton e Green (2009) e Jensen (2015), sensores de média resolução são adequados para mapeamentos de uso e ocupação da terra em escalas intermediárias, permitindo a representação consistente de padrões espaciais e classes temáticas sem comprometer a confiabilidade cartográfica. Essa escala demonstra as mudanças pontuais ocorridas no uso e ocupação da terra no entorno dos sambaquis. No contexto brasileiro, Florenzano (2011) destaca que imagens LANDSAT são amplamente utilizadas em estudos ambientais e territoriais em escalas entre 1:25.000 e 1:50.000, desde que respeitados os limites de detalhamento impostos pela resolução do sensor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de urbanização do município

A análise das imagens classificadas demonstra a intensificação do processo de urbanização no município de Guarapari entre 1984 e 2025. Esses dados acompanham o crescimento demográfico registrado nas últimas décadas, um aumento de 47.848 habitantes, em 1985, para 134.944 habitantes, em 2024, um crescimento de 182% (IBGE, 2025). Esse percentual supera o crescimento observado no estado do Espírito Santo (70%) e no Brasil (57%) no mesmo intervalo temporal (IBGE, 2025). Esse comportamento evidencia a elevada dinâmica de ocupação do território municipal.

O crescimento populacional de Guarapari está associado à consolidação do município como um dos principais destinos turísticos do litoral brasileiro. Durante a alta temporada, o município recebe aproximadamente 700 mil turistas (SECULT, 2025). Esse incremento populacional intensifica a demanda por infraestrutura urbana, serviços públicos e expansão do mercado imobiliário. Em

municípios costeiros, o turismo constitui um importante agente de transformação territorial, promovendo mudanças no uso e cobertura da terra, expansão da malha urbana e crescente ocupação de áreas ambientalmente sensíveis (Castro *et al.*, 2025; Pierri Daunt; Silva, 2019).

Essas transformações refletem processos de produção e reestruturação do espaço, nos quais os diferentes agentes sociais — Estado, mercado imobiliário e população — atuam na redefinição dos usos do território (Santos, 2008). Em Guarapari, a expansão urbana foi favorecida pela ampliação da infraestrutura viária, pelas intervenções na orla marítima e pela fragilidade na aplicação dos instrumentos de ordenamento territorial (Rocha, 2019). Estes fatores estimularam a ocupação de áreas próximas às praias e do entorno dos sambaquis. Esse processo evidencia a crescente pressão exercida sobre áreas de elevado valor ambiental e patrimonial, demonstrando um cenário de maior vulnerabilidade decorrente da intensificação de intervenções antrópicas.

Essas transformações são observadas em outras cidades costeiras brasileiras. Nelas a urbanização tem promovido alterações significativas na configuração da paisagem, caracterizadas pela substituição de áreas naturais por superfícies antrópicas, aumento da impermeabilização do solo e fragmentação da cobertura vegetal (Castro *et al.*, 2025; Pierri Daunt; Silva, 2019). Essas mudanças reduzem a

conectividade da paisagem e ampliam os conflitos entre expansão urbana, conservação ambiental e preservação do patrimônio cultural, tornando indispensável a integração entre planejamento territorial e políticas de proteção.

Nesse contexto, as técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto constituem ferramentas para o monitoramento das transformações da paisagem em diferentes escalas temporais. A classificação supervisionada das imagens LANDSAT permitiu identificar e quantificar as alterações no uso e cobertura da terra, possibilitando avaliar a evolução espaço-temporal das classes temáticas entre 1984 e 2025 e subsidiando a análise das pressões territoriais exercidas sobre os sambaquis (Tabelas 1, 2 e 3).

Dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura da terra no município de Guarapari

A análise multitemporal do uso e cobertura da terra evidencia as transformações na da paisagem do município de Guarapari no período (Tabela 1). As mudanças observadas refletem a intensificação dos processos de urbanização e reestruturação territorial, característicos de cidades costeiras brasileiras, marcados pela expansão da infraestrutura urbana, valorização imobiliária e crescente pressão sobre áreas naturais e de interesse patrimonial (IBGE, 2013).

Tabela 1 – Dinâmica espacial das classes de uso e ocupação da terra (1984–2025)

CLASSE		ÁREA (km²)	CLASSE		ÁREA (km²)
		1984			1995
Área Urbanizada		12,1	Área Urbanizada		13,32
Área de Vegetação		448,33	Área de Vegetação		495,55
Corpo D'água		2,69	Corpo D'água		4,21
Continental			Continental		
Corpo D'água Costeiro		2,86	Corpo D'água Costeiro		13,21
Área Descoberta		130,25	Área Descoberta		69,94
		2005			2015
Área Urbanizada		57,65	Área Urbanizada		84,9
Área de Vegetação		429,62	Área de Vegetação		479,58
Corpo D'água		3,16	Corpo D'água		3,11
Continental			Continental		
Corpo D'água Costeiro		1,7	Corpo D'água Costeiro		1,81
Área Descoberta		103,83	Área Descoberta		26,82
		2025			
Área Urbanizada		102,3			
Área de Vegetação		451,13			
Corpo D'água		4,82			
Continental					
Corpo D'água Costeiro		2,17			
Área Descoberta		3,58			

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A classe Área Urbanizada apresentou a maior variação, registrando crescimento de 745,79% (Tabela 2), correspondente à incorporação de aproximadamente 90,2 km² ao tecido urbano. Embora entre 1984 e 1995 o crescimento tenha ocorrido de forma discreta, houve aceleração a partir de 1995, período em que a expansão urbana passou a ocorrer em múltiplas direções e com maior intensidade.

Esse comportamento está relacionado à consolidação de Guarapari como importante centro turístico do litoral capixaba e ao crescimento populacional registrado, fatores que ampliaram a demanda por infraestrutura urbana, habitação e serviços. Segundo Santos (2008), a expansão das cidades resulta da atuação articulada de diferentes agentes produtores do espaço, cuja interação promove contínuas transformações na organização territorial. Os resultados obtidos corroboram estudos desenvolvidos em outras regiões costeiras brasileiras, que identificaram a urbanização como o principal vetor de transformação da paisagem (Moura *et al.*, 2015; Pinho; Carriço, 2021).

Para a classe Área de Vegetação, verificou-se relativa estabilidade ao longo da série histórica, com incremento líquido de apenas 0,62% entre 1984 e 2025 (Tabela 2). Apesar da redução observada entre 1995 e 2005, os dados indicam recuperação parcial da cobertura vegetal nas décadas seguintes. Esse comportamento sugere que, embora a expansão urbana tenha

promovido a conversão de determinadas áreas naturais, parte da vegetação foi regenerada, possivelmente em decorrência da sucessão ecológica em áreas anteriormente degradadas e da proteção conferida pelas unidades de conservação criadas no município.

A classe Área Descoberta apresentou a maior redução, com decréscimo de 97,25%, equivalente à perda de aproximadamente 126,67 km². A expressiva redução dessa classe reflete a incorporação dessas áreas ao processo de urbanização. Como resultado, as áreas descobertas passaram a concentrar-se nas praias e em pequenas superfícies expostas. Do ponto de vista da dinâmica territorial, a substituição progressiva de áreas descobertas por superfícies urbanizadas representa uma alteração significativa na configuração da paisagem. A impermeabilização do solo modifica os processos hidrológicos, reduz a infiltração da água, intensifica o escoamento superficial e altera o balanço ambiental das áreas costeiras, além de ampliar a pressão sobre ambientes de elevada sensibilidade ecológica e arqueológica (Tucci, 2008).

As classes Corpo d'Água Continental e Corpo d'Água Costeiro apresentaram oscilações ao longo da série histórica. Entretanto, essas variações não constituem objeto central da presente pesquisa e não exerceram influência significativa sobre as análises de vulnerabilidade patrimonial desenvolvidas neste estudo.

Tabela 2 – Variação das classes para o período 1984-2025

Variação 1984-2025	
Área Urbanizada	745,79%
Área de Vegetação	0,62%
Corpo D'água Continental	79,04%
Corpo D'água Costeiro	-24,22%
Área Descoberta	-97,25%

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Em conjunto, os resultados demonstram que a principal transformação ocorrida em Guarapari nas últimas quatro décadas foi a intensificação da urbanização, processo que reconfigurou a paisagem municipal e modificou as relações entre áreas naturais e áreas antrópicas. Essas mudanças constituem importante indicador das pressões exercidas sobre os sambaquis estudados. Nesse contexto, a análise multitemporal do uso e cobertura da terra evidencia-se como instrumento fundamental para compreender os processos que condicionam a vulnerabilidade patrimonial em ambientes costeiros.

Embora as transformações identificadas representem tendências observadas em escala municipal, sua distribuição espacial não ocorreu de forma homogênea. Em áreas localizadas no entorno dos sambaquis, a expansão urbana assumiu características particulares, intensificando as pressões territoriais sobre os sítios arqueológicos. Por essa razão, as subseções seguintes analisam de forma detalhada a dinâmica do uso e cobertura da terra nas áreas de entorno dos sambaquis Concha D'Ostra, Una I e Una II.

Dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura da terra no entorno dos sambaquis

A análise multitemporal do uso e cobertura da terra no entorno dos sambaquis evidencia que as transformações observadas em escala municipal também ocorreram nas áreas do entorno dos sítios arqueológicos (Tabelas 3 e 5). Porém, a

expansão urbana não ocorreu de forma homogênea no território de Guarapari. Ela concentrou-se em áreas sujeitas à valorização imobiliária, à expansão da infraestrutura e à ocupação associada ao turismo. Como consequência, os sambaquis passaram a estar inseridos em uma paisagem mais antropizada, aumentando sua exposição às pressões decorrentes de processos antrópicos.

Tabela 3 – Dinâmica espacial das classes de uso e ocupação da terra (1984–2025): Concha D'Ostra

CLASSE	ÁREA (km²)	CLASSE	ÁREA (km²)
1984		1995	
Área Urbanizada	3,1	Área Urbanizada	2,89
Área de Vegetação	25,11	Área de Vegetação	27,9
Corpo D'água	0,37	Corpo D'água	1,22
Continental		Continental	
Corpo D'água Costeiro	0,31	Corpo D'água Costeiro	1,86
Área Descoberta	9,05	Área Descoberta	4,07
2005		2015	
Área Urbanizada	9,3	Área Urbanizada	10,61
Área de Vegetação	22,93	Área de Vegetação	25,84
Corpo D'água	0,21	Corpo D'água	0,5
Continental		Continental	
Corpo D'água Costeiro	0,23	Corpo D'água Costeiro	0,23
Área Descoberta	5,27	Área Descoberta	0,76
2025			
Área Urbanizada	11,89		
Área de Vegetação	24,33		
Corpo D'água	0,52		
Continental			
Corpo D'água Costeiro	0,25		
Área Descoberta	0,96		

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No entorno do sambaqui Concha D'Ostra, a classe Área Urbanizada apresentou crescimento de 283,20% (Tabela 4), correspondente ao incremento de 8,79 km² ao tecido urbano. Os resultados demonstram um processo contínuo de expansão da malha urbana em direção ao sítio arqueológico, especialmente a partir da segunda metade da década de 1990. Essa tendência acompanha a dinâmica observada para o conjunto do município, indicando que o crescimento urbano passou a incorporar áreas anteriormente ocupadas por vegetação e áreas descobertas.

Em áreas costeiras, esse processo tende a ser intensificado pela valorização da faixa litorânea e pela expansão das atividades turísticas, promovendo alterações significativas na paisagem e ampliando os conflitos entre desenvolvimento urbano, conservação ambiental e preservação do patrimônio cultural (Moraes, 2007).

A expansão urbana observada no entorno do Concha D'Ostra possui implicações que extrapolam a simples substituição de uma classe

de uso da terra por outra. A ocupação progressiva do entorno modifica o contexto paisagístico no qual o sítio arqueológico está inserido, reduzindo sua integridade ambiental e aumentando sua suscetibilidade a impactos decorrentes da ação antrópica, tais como abertura de vias, construções de edificações, movimentação de terra, deposição de resíduos, circulação de pessoas e intervenções não planejadas. Conforme discutem Funari (2006) e Smith (2006), a urbanização constitui uma das principais ameaças ao patrimônio arqueológico, sobretudo quando ocorre de forma acelerada e dissociada de instrumentos efetivos de planejamento territorial e proteção cultural.

A classe Área de Vegetação apresentou redução de 3,13% ao longo do período, correspondendo à perda de 0,78 km². Embora a redução seja discreta quando comparada às demais classes, sua importância pode ser analisada sob a perspectiva da Ecologia da Paisagem. A supressão da vegetação em ambientes costeiros não implica apenas diminuição da cobertura vegetal, mas também

aumento da fragmentação dos remanescentes, redução da conectividade ecológica e intensificação dos efeitos de borda, processos que comprometem o funcionamento dos ecossistemas e reduzem sua capacidade de proteção natural (Forman, 1995; Metzger, 2001).

No caso específico dos sambaquis, a cobertura vegetal exerce papel relevante na estabilidade física do ambiente, contribuindo para o controle dos processos erosivos, fixação dos sedimentos e manutenção das características geomorfológicas associadas aos depósitos arqueológicos (Twardowsky et al., 2021). Mesmo pequenas reduções na vegetação podem representar aumento da vulnerabilidade patrimonial, uma vez que favorecem a exposição dos sítios à ação dos agentes climáticos e às intervenções antrópicas.

A classe Área Descoberta apresentou redução de 89,40% entre 1984 e 2025, equivalente à perda 8,09 km². Os resultados indicam que grande parte dessas áreas foi incorporada pela expansão urbana, especialmente em decorrência do crescimento dos bairros Coroado e Santa Margarida. Essa conversão evidencia a substituição progressiva de superfícies naturais

por usos urbanos permanentes, processo observado em municípios costeiros brasileiros submetidos à expansão imobiliária e ao crescimento populacional (Mello et al., 2013; Silva; Ferreira, 2019).

Do ponto de vista da vulnerabilidade patrimonial, essa transformação demonstra que a pressão urbana deixou de ocorrer apenas nas proximidades do sambaqui, passando a integrar diretamente o contexto territorial em que o sítio está inserido. Assim, a vulnerabilidade identificada neste estudo não decorre exclusivamente da proximidade física entre a urbanização e o patrimônio arqueológico, mas da alteração contínua da paisagem que reduz gradativamente os elementos naturais responsáveis por sua proteção e intensifica a exposição do sítio às pressões antrópicas.

As variações observadas nas classes Corpo d'Água Continental e Corpo d'Água Costeiro foram consideradas secundárias para os objetivos desta pesquisa, uma vez que não exerceram influência significativa sobre a análise da dinâmica territorial e da vulnerabilidade patrimonial.

Tabela 4 – Variação das classes no entorno do Concha D'Ostra para o período 1984-2025

Variação 1984-2025	
Área Urbanizada	283,20%
Área de Vegetação	-3,13%
Corpo D'água Continental	40,53%
Corpo D'água Costeiro	-19,41%
Área Descoberta	-89,40%

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Em síntese, a dinâmica observada no entorno do sambaqui Concha D'Ostra evidencia um processo contínuo de antropização da paisagem, caracterizado pela expansão da urbanização, redução das áreas descobertas e manutenção relativa da cobertura vegetal. Embora as alterações na vegetação tenham sido menos expressivas do que aquelas observadas no entorno dos sambaquis Una I e Una II (Tabelas 5 e 6), a intensificação da ocupação urbana

demonstra que o sítio arqueológico passou a estar inserido em um contexto territorial de crescente pressão antrópica. Esses resultados reforçam que a vulnerabilidade patrimonial deve ser compreendida como uma condição dinâmica, construída pela interação entre as transformações da paisagem, os processos de urbanização e a capacidade de proteção territorial dos bens arqueológicos.

Tabela 5 – Dinâmica espacial das classes de uso e ocupação da terra (1984–2025): Una I e Una II

Classe	ÁREA (km²)	Classe	ÁREA (km²)
	1984		1995
Área Urbanizada	1,82	Área Urbanizada	2,22
Área de Vegetação	18,86	Área de Vegetação	20,48
Corpo D'água	0,08	Corpo D'água	0,17
Continental		Continental	
Corpo D'água Costeiro	0,58	Corpo D'água Costeiro	2,46
Área Descoberta	15,25	Área Descoberta	11,25
	2005		2015
Área Urbanizada	13,4	Área Urbanizada	20,9
Área de Vegetação	16,98	Área de Vegetação	13,51
Corpo D'água	0,26	Corpo D'água	0,2
Continental		Continental	
Corpo D'água Costeiro	0,28	Corpo D'água Costeiro	0,31
Área Descoberta	5,67	Área Descoberta	1,67
	2025		
Área Urbanizada	22,59		
Área de Vegetação	12,49		
Corpo D'água	0,42		
Continental			
Corpo D'água Costeiro	0,28		
Área Descoberta	0,8		

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A classe Área Urbanizada apresentou crescimento de 1.141,29% entre 1984 e 2025 (Tabela 6), correspondendo ao acréscimo de aproximadamente 20,77 km². Assim como observado para o município e para o entorno do Concha D'Ostra, a expansão urbana ocorreu de forma discreta entre 1984 e 1995, intensificando-se a partir da segunda metade da década de 1990. Entretanto, diferentemente do Concha D'Ostra, onde a urbanização apresentou crescimento expressivo acompanhado por relativa estabilidade da cobertura vegetal, o entorno dos sambaquis Una I e Una II registrou a substituição simultânea de áreas naturais e áreas descobertas por usos urbanos. Isso reflete a intensificação dos processos de produção do espaço urbano em áreas periféricas do município, impulsionados pela expansão da infraestrutura, pela valorização imobiliária e pela crescente demanda por habitação e serviços associados ao desenvolvimento urbano e ao turismo.

A redução da Área de Vegetação foi 33,75% da cobertura vegetal, correspondente a 6,37 km². Esse comportamento contrasta com a relativa estabilidade observada em escala municipal e com a pequena redução registrada no entorno do Concha D'Ostra, evidenciando que a pressão exercida sobre os sambaquis Una I e Una II ocorreu de forma mais intensa e localizada.

A classe Área Descoberta apresentou redução de 94,73%, equivalente à perda de 14,45 km². Assim como observado no entorno do Concha D'Ostra, a maior parte dessas áreas foi incorporada ao processo de urbanização. Entretanto, no caso dos sambaquis Una I e Una II, essa conversão ocorreu simultaneamente à redução da vegetação, indicando um processo mais abrangente de transformação da paisagem, caracterizado pela substituição de diferentes coberturas naturais por superfícies urbanizadas.

Tabela 6 – Variação das classes no entorno do Una I e Una II para o período 1984-2025

Variação 1984-2025	
Área Urbanizada	1.141,29%
Área de Vegetação	-33,75%
Corpo D'água Continental	244,94%
Corpo D'água Costeiro	39,59%
Área Descoberta	-94,73%

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Essa combinação de crescimento urbano acelerado, redução expressiva da vegetação e quase eliminação das áreas descobertas evidencia um cenário de maior intensidade das pressões antrópicas quando comparado ao entorno do Concha D'Ostra. Enquanto este último ainda preserva parte de sua estrutura paisagística original, os sambaquis Una I e Una II encontram-se inseridos em contexto territorial fortemente urbanizado, onde os remanescentes naturais tornam-se progressivamente mais fragmentados e isolados.

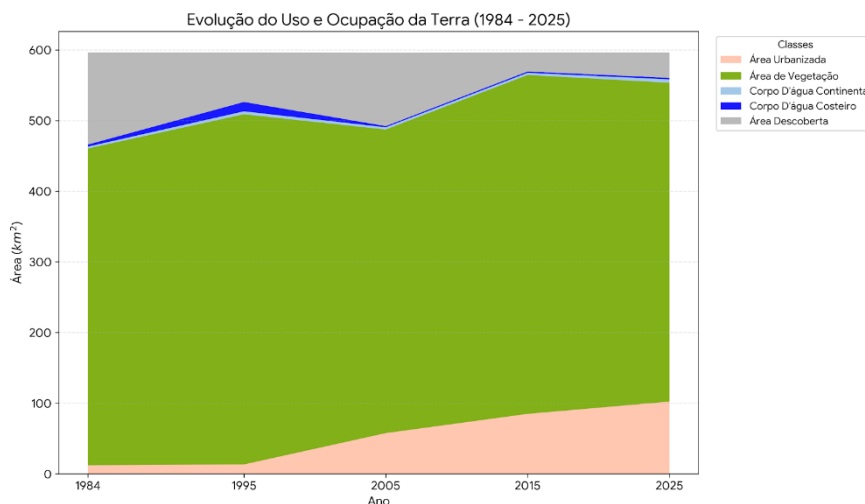
Do ponto de vista da vulnerabilidade patrimonial, os resultados demonstram que os sambaquis Una I e Una II apresentam maior suscetibilidade aos impactos decorrentes da expansão urbana. Conforme discutem Funari (2006), Smith (2006) e Gaspar (2000), a urbanização constitui um dos principais fatores de degradação do patrimônio arqueológico, uma vez que favorece intervenções diretas sobre os sítios, altera seu contexto paisagístico e intensifica processos indiretos, como movimentação de solo, impermeabilização, deposição de resíduos, circulação de pessoas e pressão imobiliária. Nesse sentido, a vulnerabilidade identificada nesta pesquisa não decorre apenas da proximidade física entre os sítios arqueológicos e a malha urbana, mas da

intensidade das transformações territoriais acumuladas ao longo do período analisado (Quadro 1).

Embora as classes Corpo d'Água Continental e Corpo d'Água Costeiro tenham apresentado variações ao longo da série histórica, essas alterações foram consideradas secundárias para os objetivos deste estudo, uma vez que não exerceram influência significativa sobre a interpretação da dinâmica territorial e da vulnerabilidade patrimonial.

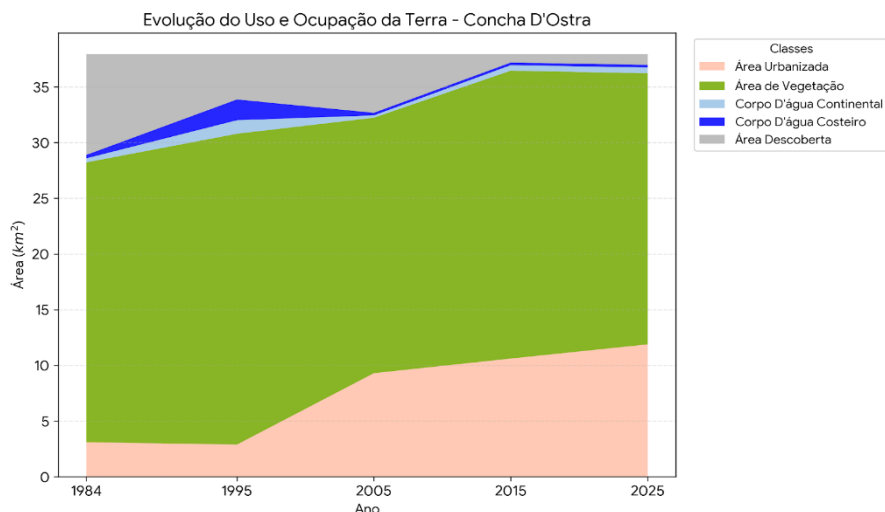
A comparação entre os dois entornos analisados demonstra que a vulnerabilidade patrimonial dos sambaquis não é uniforme no território de Guarapari (Figura 2, Figura 3, Figura 4). Embora ambos estejam submetidos às pressões decorrentes da expansão urbana, o entorno dos sambaquis Una I e Una II apresenta transformações mais intensas na estrutura da paisagem, caracterizadas por maior crescimento da urbanização e perda mais significativa da cobertura vegetal. Esses resultados evidenciam que a dinâmica do uso e cobertura da terra constitui um importante indicador para inferir diferentes níveis de vulnerabilidade patrimonial, fornecendo subsídios para o estabelecimento de prioridades de monitoramento, conservação e planejamento territorial voltadas à proteção dos sítios arqueológicos.

Figura 2 – Gráfico da evolução do uso e ocupação da terra no município de Guarapari (1984-2025)



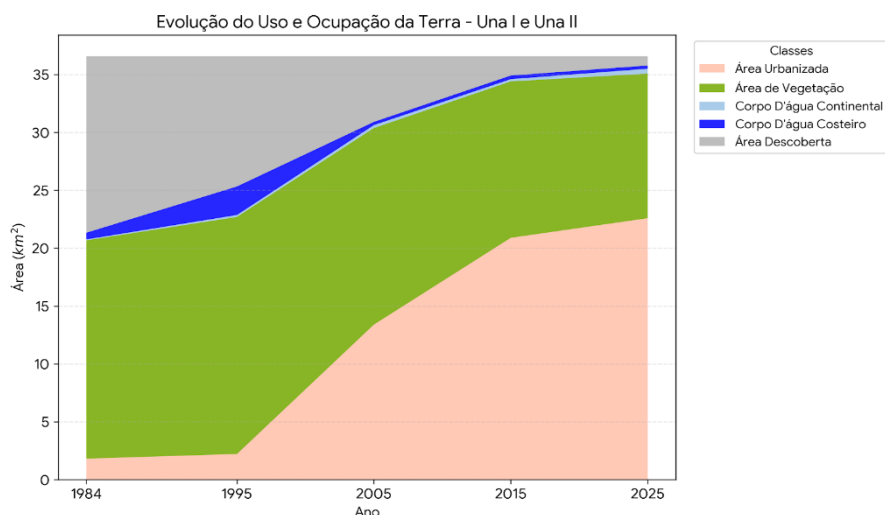
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 3 – Gráfico da evolução do uso e ocupação da terra no entorno do sambaqui Concha D'Ostra (1984-2025)



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 4 – Gráfico da evolução do uso e ocupação da terra no entorno dos sambaquis Una I e Una II (1984-2025)



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Vulnerabilidade patrimonial e conflitos de uso da terra

Os resultados obtidos evidenciam que a vulnerabilidade patrimonial dos sambaquis não decorre apenas das transformações na paisagem, mas também das limitações dos instrumentos de gestão territorial frente à intensidade do processo de urbanização. Embora os sambaquis Una I e Una II estejam inseridos na Área de Proteção Ambiental de Setiba e o sambaqui Concha D'Ostra dentro da Reserva de

Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra, a existência dessas unidades de conservação não tem sido suficiente para garantir a efetiva proteção dos sítios arqueológicos. A permanência e a intensificação das pressões antrópicas observadas ao longo da série temporal analisada evidenciam que a proteção legal nem sempre se traduz em proteção efetiva do patrimônio, especialmente em áreas submetidas à expansão urbana e à valorização imobiliária.

Quadro 1 – Transformações da paisagem, processos territoriais e indicadores de vulnerabilidade patrimonial considerados neste estudo

Transformação	Processo territorial	Indicador de vulnerabilidade	Evidência observada
Expansão urbana	Ocupação do entorno	Pressão antrópica	Crescimento de 283,2% (Concha D'Ostra) e 1.141,3% (Una I e Una II)
Redução da vegetação	Fragmentação da paisagem	Perda da proteção natural	Redução de 33,75% no entorno de Una I e Una II
Redução das áreas descobertas	Artificialização da paisagem	Intensificação das intervenções	Conversão para áreas urbanizadas
Crescimento da infraestrutura	Expansão territorial	Maior risco ao patrimônio	Expansão da malha urbana em direção aos sítios

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Para fins analíticos, a vulnerabilidade patrimonial foi inferida a partir da relação entre as principais transformações identificadas na paisagem e os processos territoriais associados à expansão urbana. O Quadro 1 sintetiza os indicadores utilizados na interpretação dos resultados, evidenciando como as alterações observadas no uso e cobertura da terra foram relacionadas ao aumento das pressões antrópicas sobre os sambaquis.

No âmbito do ordenamento territorial municipal, o Plano Diretor de Guarapari (Guarapari, 2016) reconhece os sambaquis como Áreas de Preservação Cultural (APC-3), classificando-os como áreas *non aedificandi* e restringindo a construção de novas edificações. Entretanto, o próprio instrumento de planejamento estabelece zonas destinadas ao desenvolvimento das atividades turísticas, favorecendo a expansão de empreendimentos imobiliários em setores estratégicos. Essa coexistência de diretrizes de preservação e de incentivo ao desenvolvimento econômico evidencia os conflitos inerentes à gestão das zonas costeiras brasileiras, nos quais interesses relacionados ao turismo, à expansão urbana e à valorização fundiária frequentemente se sobrepõem às estratégias de conservação do patrimônio cultural (Moraes, 2007; Castro *et al.*, 2025).

Situações semelhantes têm sido registradas em outras regiões do país. Barros (2016), ao analisar os impactos da implantação da Zona Franca de Manaus sobre o patrimônio arqueológico, demonstrou que a existência de instrumentos legais de proteção não impediu a destruição de sítios arqueológicos diante da

expansão urbana e da implementação de projetos de desenvolvimento. Esses resultados reforçam que a vulnerabilidade patrimonial está diretamente relacionada à capacidade de articulação entre políticas de preservação, planejamento territorial e fiscalização, e não apenas à existência formal de mecanismos legais de proteção.

Nesse contexto, os resultados desta pesquisa indicam que a expansão das áreas urbanizadas constitui um importante indicador das pressões territoriais exercidas sobre os sambaquis. O crescimento da ocupação intensifica a implantação de infraestrutura, amplia a circulação de pessoas, favorece a valorização imobiliária e aumenta a probabilidade de intervenções diretas e indiretas sobre sítios arqueológicos. Paralelamente, a redução da cobertura vegetal diminui a proteção natural da paisagem, favorecendo processos erosivos, alterações geomorfológicas e outras formas de degradação que comprometem tanto a integridade física quanto o contexto arqueológico dos sambaquis.

Diante desse cenário, torna-se indispensável fortalecer a integração entre os diferentes níveis de gestão pública, envolvendo órgãos municipais, estaduais e federais responsáveis pelo planejamento territorial, pela gestão ambiental e pela proteção do patrimônio cultural, de modo a incorporar os sambaquis aos instrumentos de gestão das unidades de conservação e às políticas de ordenamento territorial. Estratégias de educação patrimonial voltadas às comunidades locais (Coutinho *et al.*, 2023) e iniciativas de turismo científico e cultural (Silva, 2025) podem contribuir para ampliar o

reconhecimento social desse patrimônio e fortalecer ações de conservação preventiva.

A vulnerabilidade patrimonial identificada neste estudo deve ser compreendida como resultado da interação entre a dinâmica da paisagem, os processos de urbanização e a efetividade dos instrumentos de gestão territorial. A análise multitemporal do uso e cobertura da terra demonstrou que as transformações ocorridas nas últimas quatro décadas modificaram substancialmente o contexto de inserção dos sambaquis, especialmente no entorno dos sítios Una I e Una II, evidenciando que a conservação do patrimônio arqueológico depende não apenas de sua proteção legal, mas também da adoção de políticas integradas de planejamento, monitoramento contínuo e gestão compartilhada do território.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a análise multitemporal do uso e cobertura da terra, por meio de geotecnologias, constitui uma abordagem eficaz para compreender a dinâmica territorial no entorno de sítios arqueológicos e inferir sua vulnerabilidade patrimonial. A integração entre sensoriamento remoto, geoprocessamento e análise da paisagem permitiu identificar como as transformações ocorridas ao longo de quatro décadas modificaram o contexto territorial dos sambaquis de Guarapari, evidenciando que a urbanização representa o principal vetor de pressão sobre esses bens culturais.

Os resultados reforçam que a vulnerabilidade patrimonial deve ser compreendida como um processo dinâmico, decorrente da interação entre expansão urbana, alterações da cobertura vegetal e reorganização da paisagem, e não apenas como uma característica inerente aos sítios arqueológicos. Nesse sentido, o estudo amplia o diálogo entre Geografia, Arqueologia e Planejamento Territorial ao propor uma abordagem integrada para avaliar os efeitos das mudanças no uso da terra sobre o patrimônio arqueológico. Além da contribuição científica, a metodologia empregada fornece subsídios para ações de monitoramento, definição de áreas prioritárias para conservação e fortalecimento das políticas públicas de gestão territorial e proteção do patrimônio cultural.

Como limitação, destaca-se que a vulnerabilidade foi inferida a partir de indicadores espaciais derivados da dinâmica do

uso e cobertura da terra, não contemplando variáveis relacionadas ao estado de conservação física dos sambaquis, à intensidade das intervenções antrópicas em campo ou a aspectos socioeconômicos que também influenciam os processos de degradação. Da mesma forma, as limitações inerentes à resolução espacial das imagens LANDSAT devem ser consideradas na interpretação dos resultados, especialmente em análises realizadas em escala local.

Pesquisas futuras poderão integrar imagens de maior resolução espacial, levantamentos de campo, indicadores socioambientais e técnicas avançadas de sensoriamento remoto, ampliando a precisão das análises e permitindo a construção de índices quantitativos de vulnerabilidade patrimonial. A aplicação dessa abordagem em outros municípios costeiros brasileiros também poderá contribuir para análises comparativas e para o aperfeiçoamento de estratégias de planejamento territorial e conservação preventiva do patrimônio arqueológico.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. B.; GASPAR, M. D. B. A arqueologia imperial e as indústrias líticas de sambaquieiros nos discursos evolucionistas culturais (1820-1880). **Cadernos do LEPAARQ**, Pelotas, v. 20, n. 39, p. 39-68, 2023. <https://doi.org/10.15210/lepaarq.v20i39.4833>
- ANDRADE, O. B.; MONTENEGRO, A. A. A.; SOUSA, L. B.; SILVA NETO, M. A.; CHAGAS, A. M. S.; ALMEIDA, T. A. B. Classificação do uso e ocupação do solo utilizando imagens de satélite e drone: comparação de técnicas de aprendizado de máquina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 25., 2023, Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2023.
- ASSUMPCÃO, C.; RITTER, M. C. Pesquisadores do passado: a importância da preservação dos sambaquis. **Campo Grande News**, Campo Grande, 23 ago. 2022. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/artigos/pesquisadores-do-passado-a-importancia-da-preservacao-dos-sambaquis>. Acesso em: 14 ago. 2025.
- BARROS, E. C. C. **Diagnóstico da destruição**: os efeitos da expansão urbana sobre os sítios arqueológicos de Manaus/AM. 2016. 151 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio Cultural) – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro, 2016
- CARDOSO, R. S. B. **Transformação da paisagem**: os sambaquis e a relação com o patrimônio arqueológico no município de Guarapari-ES no período 1984-2011. 2016. 100f. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Cultural, Paisagens e

- Cidadania) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- CARDOSO, R. S. B.; FARIA, A. L. L.; ROCHA, P. A.; TEIXEIRA, R. C.; COSTA, L. M.; ASSIS, A. A. F. Sambaquis from the coast of Guarapari, Espírito Santo, Brazil: chemistry, physics and malacofauna. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 32, p. 728-739, 2020. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-54869>
- CASTRO, V. K.; MANHÃES, A. J. P.; TEIXEIRA, K. B.; SALES, D. S.; ALMADA, E. V. C.; CORREIA, V. G.; SALES, C. M. R.; PINTO, A. E. M. Impacts of tourism on coral reefs along the Brazilian coast: key factors and solutions. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1-15, 2025. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n2-109>
- CHO, D. F.; SCHWAIDA, S. F.; CICERELLI, R. E.; ALMEIDA, T.; RAMOS, A. P. M.; SANO, E. E. Desempenho do algoritmo de classificação de imagens Random Forest para mapeamento do uso e cobertura do solo no Cerrado brasileiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 44, e37979, 2021. https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_37979
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. <https://doi.org/10.1201/9781420055139>
- COUTINHO, H. R. N.; SILVA, A. S. N. F.; SOUZA, L. C.; ROCHA, L. C. M. Reflexões sobre arqueologia pública, educação patrimonial e o "saber de experiência" no ato de educar para o patrimônio. **FUMDHAMentos**, v. 20, n. 2, p. 43-60, 2023.
- FERLA, A. K.; KUPLICH, T. M. Utilização do classificador Random Forest para classificação do uso e cobertura da terra a partir de dados Sentinel-1 e Sentinel-2 em região campestre no bioma Mata Atlântica. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 29, e87967, 2025. <https://doi.org/10.5902/2236499487967>
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. <https://doi.org/10.1017/9781107050327>
- FUNARI, P. P. A. **Arqueologia**. São Paulo: Contexto, 2006.
- GASPAR, M. D. Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro. **Revista USP**, São Paulo, n. 44, p. 244-251, 2000.
- GUARAPARI (ES). **Lei Complementar n.º 90, de 11 de novembro de 2016**. Dispõe sobre a política de desenvolvimento e ordenamento territorial, institui o Plano Diretor do Município de Guarapari e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Guarapari, Guarapari, ES, 11 nov. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados: Guarapari**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25 ago. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades: Guarapari**. 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/guarapari/panorama>. Acesso em: 12 ago. 2025.
- JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. 4. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2015.
- LANDSAT 8 OLI/TIRS Scene LC08_L1TP_216074_20250929. **Sioux Falls: USGS**, 2023. 1 imagem de satélite. Disponível em: usgs.gov. Acesso em: 15 mar. 2026.
- LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. 7. ed. Hoboken: Wiley, 2015.
- MELLO, K.; TOPPA, R. H.; ABESSA, D. M. S. Dinâmica da expansão urbana na zona costeira brasileira: o caso do município de São Vicente, São Paulo, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, v. 13, n. 4, p. 527-539, 2013. <https://doi.org/10.5894/rgci432>
- MENÉNDEZ-MARSH, F.; AL-RAWI, M.; FONTE, J.; DIAS, R.; GONÇALVES, L. J.; SECO, L. G.; HIPÓLITO, J.; MACHADO, J. P.; MEDINA, J.; MOREIRA, J.; PEREIRO, T.; VÁZQUEZ, M.; NEVES, A. Geographic information systems in archaeology: a systematic review. **Journal of Computer Applications in Archaeology**, v. 6, n. 1, p. 40-50, 2023. <https://doi.org/10.5334/jcaa.104>
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, v. 1, n. 1-2, p. 1-9, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>
- MING, D.; YANG, J.; LI, L.; SONG, Z. Modified ALV for selecting the optimal spatial resolution and its scale effect on image classification accuracy. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 54, n. 3-4, p. 1061-1068, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2010.11.036>
- MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro**. São Paulo: Annablume, 2007.
- MOURA, N. S. V.; MORAN, E. F.; STROHAECKER, T. M.; KUNST, A. V. A urbanização na zona costeira: processos locais e regionais e as transformações ambientais – o caso do litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natureza**, Santa Maria, v. 37, p. 226-237, 2015. <https://doi.org/10.5902/2179460X18503>
- NOGUEIRA, S. H. M.; PARENTE, L. L. Temporal Visual Inspection: uma ferramenta destinada à inspeção visual de pontos em séries históricas de imagens de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18., 2017, Santos. **Anais [...]**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017.
- PIERRI DAUNT, A. B.; SILVA, T. S. F. Beyond the park and city dichotomy: land use and land cover change in the northern coast of São Paulo (Brazil). **Landscape and Urban Planning**, v. 189, p. 352-361, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.05.003>

- PINHO, R. M. L.; CARRIÇO, J. M. A urbanização na zona costeira e os impactos ambientais: o caso da RMBS no estado de São Paulo. *Leopoldianum*, Santos, ano 47, n. 131, p. 22-38, 2021.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Versão 3.38.2-Grenoble. [S. l.]: Open Source Geospatial Foundation, 2025. Disponível em: <https://qgis.org>. Acesso em: 05 set. 2025.
- ROCHA, R. C. **Verticalização litorânea do Centro de Guarapari**: um estudo de caso em geografia urbana. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.
- SANTIAGO, D. G. **A proteção do patrimônio arqueológico**: motivações, critérios e diretrizes no tombamento de sítios arqueológicos pelo IPHAN. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio Cultural) – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro, 2015. <https://doi.org/10.24885/sab.v29i1.451>
- SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. São Paulo: EdUSP, 2008.
- SECULT - Secretaria de Estado da Cultura do Espírito Santo. **Dados turísticos sazonais de Guarapari**: 2024-2025. Vitória: SECULT, 2025.
- SILVA, L. A. A conexão possível: a gestão do patrimônio arqueológico em unidades de conservação. *Cadernos do LEPAARQ*, Pelotas, v. 22, n. 43, p. 13-36, 2025. <https://doi.org/10.15210/lepaarq.v22i43.28488>
- SILVA, R. A.; SILVA, G. D.; XAVIER, M. C. T.; SANTANA, J. A. C.; SANTANA, C. C. S. Mapeamento de sítios arqueológicos cerâmicos: contribuição para a gestão socioambiental. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, v. 13, n. 2, e1077, 2024. <https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-320-2024>
- SILVA, T. C. L.; FERREIRA, B. Transformações multi-temporais do uso e coberturas das terras no bairro de Cruz das Almas, litoral norte de Maceió, Alagoas, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 12, n. 1, p. 310-325, 2019. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.1.p310-325>
- SMITH, L. **Uses of heritage**. London: Routledge, 2006. <https://doi.org/10.4324/9780203602263>
- SODRÉ, B. F. A.; CARELLI, L.; SANTOS, R. L.; SANTO, S. M. As geotecnologias como suporte para análise do uso e ocupação do solo urbano: um estudo em Feira de Santana (Bahia – Brasil). *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 101144-101161, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-563>
- SOUZA JÚNIOR, T. G.; LIMA, M. T. V.; PALÁCIO, O. D.; OLIVEIRA, C. W. A importância do geoprocessamento na opinião de pessoas apresentadas a um software SIG livre, através de minicursos. *Revista Práxis: Saberes da Extensão*, João Pessoa, v. 10, n. 20, p. 107-122, 2022. <https://doi.org/10.18265/2318-23692022v10n20p107-122>
- TUCCI, C. E. M. Gestão integrada das águas urbanas. *REGA: Revista de Gestão de Água da América Latina*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 71-81, 2008.
- TWARDOWSKY, A. C.; BANDEIRA, D. R.; GUEDES, S. P. L. C. Um olhar para o estado de conservação dos sambaquis urbanos de Joinville. *Escritas: Revista do Curso de História de Araguaína*, Araguaína, v. 13, n. 2, p. 137-155, 2021. <https://doi.org/10.20873/vol13n02pp137-155>
- VILARINHO, K. G.; MENEZES, M. R.; VIEIRA, V. C. B. Análise espaço-temporal da expansão urbana no município de Cajueiro da Praia – Piauí. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 6, e25712642308, 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i6.42308>

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Rafael Said Bhering Cardoso: Curadoria de dados, Análise de dados, Pesquisa, Metodologia, Design da apresentação de dados, Redação do manuscrito original, Redação – revisão e edição.

André Luiz Lopes de Faria: Curadoria de dados, Análise de dados, Pesquisa, Metodologia, Design da apresentação de dados, Redação do manuscrito original, Redação – revisão e edição.

EDITOR ASSOCIADO: Silvio Carlos Rodrigues. 

DISPONIBILIDADE DE DADOS: Os dados que fundamentam os resultados deste estudo poderão ser disponibilizados pelo autor correspondente, mediante solicitação devidamente justificada. [Rafael Said Bhering Cardoso].



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