

Índice de Integridade Socioecológica Costeira: análise do litoral de Tamandaré (PE)

*Coastal Socioecological Integrity Index:
an analysis of the coastline of Tamandaré (PE)*

Maria Jaqueline Silva

Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: jaqueline.osilva2@ufpe.br

Livia Andrea Ferreira de Lima Silva

Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: livia.andrea@ufpe.br

Amanda Eduarda Soares Gomes

Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: amanda.soaresgomes@ufpe.br

Erica Paula Elias Vidal de Negreiros

Universidade Federal de Pernambuco

E-mail: evidaldenegreiros@gmail.com

Resumo

O estudo analisa a integridade socioecológica do litoral de Tamandaré (PE), área inserida na APA Costa dos Corais, marcada por elevada relevância ecológica e crescente pressão antrópica. O objetivo foi desenvolver e aplicar o Índice de Integridade Socioecológica Costeira (IISC), integrando aspectos ambientais e sociais. A metodologia baseou-se na seleção de indicadores distribuídos em quatro eixos: biodiversidade, resíduos sólidos, uso do solo e modificação costeira, com dados obtidos por observações de campo, classificação de impactos e atribuição de pesos e efeitos. Os resultados indicaram contrastes entre áreas relativamente conservadas e trechos fortemente impactados, especialmente pelo turismo, pela ocupação irregular da orla e pelo acúmulo de resíduos sólidos. A presença de espécies exóticas, obras de contenção costeira e descarte inadequado de resíduos compromete a funcionalidade dos ecossistemas. Conclui-se que o IISC é uma ferramenta eficaz para avaliação integrada, reforçando a necessidade de gestão costeira sustentável alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-chave: Ecossistemas costeiros, Vulnerabilidade ambiental, Gestão ambiental.

Abstract

The study analyzes the socioecological integrity of the coastline of Tamandaré (PE), an area within the Costa dos Corais Environmental Protection Area, characterized by high ecological relevance and increasing anthropogenic pressure. The objective was to develop and apply the Coastal Socioecological Integrity Index (CSII), integrating environmental and social aspects. The methodology was based on the selection of indicators distributed across four axes: biodiversity, solid waste, land use, and coastal modification, using data obtained through field observations, impact classification, and the attribution of weights and effects. The results revealed contrasts between relatively conserved areas and heavily impacted sections, mainly due to tourism, irregular coastal occupation, and solid waste accumulation. The presence of exotic species, coastal protection structures, and improper waste disposal compromises ecosystem functionality. It is concluded that the CSII is an effective tool for integrated assessment, reinforcing the need for sustainable coastal management aligned with the Sustainable Development Goals.

Keywords: Coastal ecosystems, Environmental vulnerability, Environmental management.

Introdução

Os ambientes costeiros são sistemas naturais essenciais para toda a sociedade, que abriga uma ampla diversidade de serviços ecossistêmicos (Nguyen *et al.*, 2016). Além disso, as zonas costeiras abrigam vários ecossistemas, como costões rochosos, praias, ilhas barreiras, dunas, lagunas, estuários, deltas, mangues, marismas e recifes de coral. Esses ambientes atuam como uma zona de conectividade entre o solo, o mar e a atmosfera, onde ocorrem processos físicos, químicos e biológicos que se alteram em diferentes períodos do curto até o longo prazo (Souza & Andrade 2024).

Neste cenário, destaca-se o litoral pernambucano pela sua relevância ecológica e crescente pressão antrópica. O litoral do Estado de Pernambuco é composto pela orla marítima de 13 municípios: São José Coroa da Grande, Barreiros, Tamandaré, Sirinhaém, Ipojuca, Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda, Paulista, Ilha de Itamaracá, Igarassu e Goiana (Pereira *et al.*, 2015). Esse ambiente é naturalmente complexo, dinâmica e sensível e tem suportado uma forte pressão urbana, sendo a área de maior densidade demográfica do estado, concentrando cerca de 50% da população urbana além de concentrar as principais atividades econômicas, industriais e turismo, e consequentemente, os problemas que delas decorrem (IBGE, 2022).

Diante da complexidade e das pressões nas zonas costeiras, o conceito de Integridade Socioecológica Costeira (IISC) define qual o estado de conservação das estruturas e das funções de uma comunidade que interagem com o meio, característica de um local particular ou considerado satisfatórios para a sociedade (Cairns, 1977). Holling (1973) explica que a integridade dos ecossistemas pode ser entendida por três características principais: I) o vigor, que é uma forma de medir a atividade do sistema, como o metabolismo ou a produção de energia; II), a organização, que se refere à maneira como os componentes do ecossistema estão interligados e estruturados; III)

resiliência, que é a capacidade do sistema de manter sua estrutura e seu funcionamento mesmo diante de situações de estresse.

O presente trabalho teve como principal objetivo desenvolver um Índice de Integridade Socioecológica Costeira, no município de Tamandaré, no litoral do estado de Pernambuco. O município de compõem a maior Unidade de Conservação Federal, a Área de Proteção Ambiental (APA) Costa dos Corais (Decreto Federal s/n de 23 de outubro de 1997) que tem como objetivo a preservação dos recifes de corais e manguezais, com toda a sua fauna e flora, além de ordenar as atividades econômicas na área e incentivar a cultura local.

Metodologia

Para a avaliação dos impactos socioambientais dos ambientes de manguezal e praia do município de Tamandaré, bem como a elaboração do Índice de Integridade Socioecológica Costeira (IISC), foram selecionados indicadores ambientais a partir de quatro eixos de pesquisa: biodiversidade, resíduos sólidos, ocupação do solo e modificação costeira. A aplicação do método adotou diferentes etapas como o levantamento de dados, classificação dos impactos e atribuição dos pesos, que por fim auxiliaram na atribuição dos resultados.

No eixo biodiversidade, o indicador utilizado foi a ocorrência de elementos da flora. As informações foram obtidas através de dados primários coletados em atividade de campo, utilizando o método de levantamento por caminhamento e observação à distância. As informações foram sistematizadas segundo família, espécie, nome popular, hábito, estágio sucessional, distribuição geográfica e estado de conservação. Foram demarcados 9 pontos em aplicativo de georreferenciamento para espacialização da biota observada (Figura 1), demonstrando também a coerência entre os dados levantados e os locais de ocorrência, em área de praia e de manguezal.

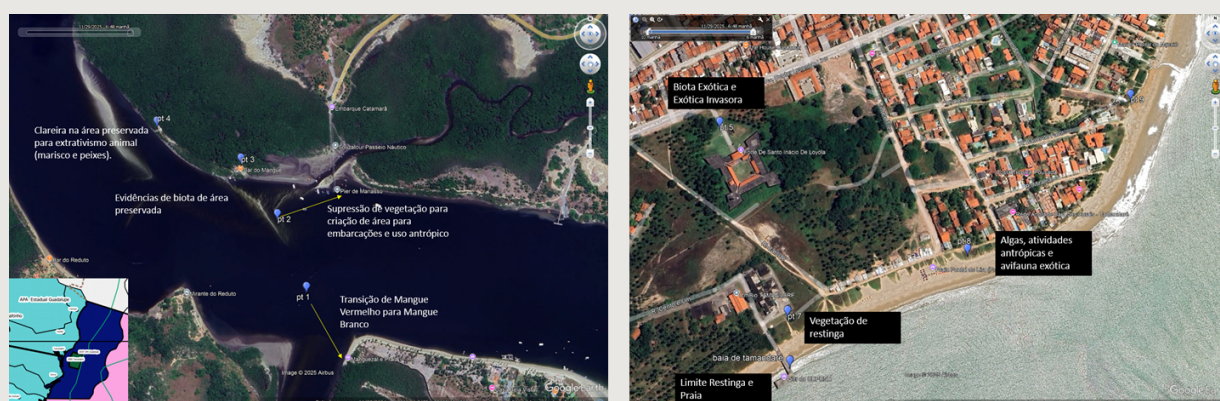


Figura 1 - Pontos de coleta de dados do eixo biodiversidade.
Fonte: Autoras (2025).

Para elaboração de parâmetros de qualidade ecológica em relação à biodiversidade, foi utilizada como referência a classificação proposta por Vasconcelos da Silva (2010) (Quadro 1), adaptando-a às condições da realização do presente estudo. Desta forma, foi considerada a área de cobertura vegetal (por imagem de satélite) e a presença de espécies exóticas e exóticas invasoras, conforme quadro a seguir:

Quadro 1 - Parâmetros de qualidade ecológica.

Cobertura vegetal	Peso	Espécies nativas	Espécies exóticas e exóticas invasoras
Ausente	0	0	4
- 30%	1	1	3
Entre 30% e 60%	2	2	2
Entre 60% e 80%	3	3	1
Acima de 80%	4	4	0
Peso			
0 – 4	5 - 7	8 – 9	10 - 12
Degradado	Crítico	Conservado	Preservado

Fonte: Autoras (2025).

No eixo dos resíduos sólidos, foram adotados como indicadores de impacto a quantidade e o tipo de material dos resíduos identificados nas áreas analisadas. A classificação dos níveis de impacto ambiental seguiu uma metodologia adaptada de Silva e Costa (2025), baseada na delimitação de quadrantes de 100 m² para a contagem dos resíduos sólidos. Em cada quadrante, foi realizada a contagem individual dos resíduos sólidos visíveis, de acordo com o tipo de material (plástico e eletrônicos). A partir da densidade de resíduos por quadrante, os níveis de impacto foram classificados, com base na metodologia adaptada.

Para o eixo uso do solo, o indicador de modificação ambiental selecionado foi a quantificação de estabelecimentos comerciais, residências e empreendimentos hoteleiros instalados nos diferentes ambientes analisados, adotando a metodologia de Pereira *et al.* (2015). O levantamento foi realizado por observação direta, onde foi contabilizado o número de edificações e atividades antrópicas de cada ambiente.

O eixo modificação costeira determinou enquanto indicadores as estruturas de contenção costeira (muros, enrocamentos ou espigões), além da modificação de elementos da paisagem natural (modificação morfológica da flora, supressão da vegetação) com base em referências da literatura, como Bush *et al.* (1999), Souza *et al.* (2005) e Muehe (2006).

A avaliação do risco e gravidade dos impactos de cada indicador seguiu a metodologia sugerida por Tommasi (1994) e Sánchez (2008), adaptada por Vila Nova e Torres (2012). Nesse método, cada impacto identificado recebe uma pontuação, peso 1 (pequeno), 3 (moderado) ou 5

(extremo) dependendo da sua importância e extensão, e um valor de efeito de (-1, -3 e -5) ou 0, quando ausentes, que indica a intensidade da alteração ambiental. A classificação final do impacto foi obtida multiplicando-se a pontuação pelo efeito, o que possibilitou categorizar os impactos como pequenos, moderados ou extremos, além de oferecer uma visão geral do nível de comprometimento ambiental nas áreas estudadas.

Resultados e Discussão

Eixo Biodiversidade

Das arbóreas nativas encontradas, as mais frequentes são o mangue-branco *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. (Combretaceae) e o mangue-vermelho *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae). O mangue-branco é considerado secundária inicial, ou seja, típica de estágio sucessional mais recente da vegetação ou de área em recuperação (Cunha-Lignon *et al.*, 2009; Kilca *et al.*, 2010). O mangue-vermelho, espécie primária, é característico de vegetação com sucessão avançada (Kilca *et al.*, 2010), ou seja, matas mais conservadas. O registro destas espécies na área de estudo sugere que trechos de seus remanescentes de manguezal sofreram corte seletivo ou se recuperaram de queimadas e/ou derrubadas aleatórias.

A área de restinga está caracterizada pela invasão de atividades antrópicas, principalmente com moradias consolidadas. Nesta área, identificou-se algumas espécies de flora característica, como *Chrysobalanus icaco* L. (Guajiru), *Ipomoea imperati* G. (cipó-da praia) e *Turnera subulata* Sm. (Chanana). No entanto é muito relevante a presença de espécies exóticas e exóticas invasoras, como *Cocos nucifera* L. (coqueiro), *Mangifera indica* L. (mangueira) e *Terminalia catappa* L. (castanhola), indicando a necessidade de manejo adequado para conter sua propagação. Importante destacar que a presença dessas espécies da flora atraem avifauna generalista, ou seja, que são altamente adaptáveis a qualquer espécie de dieta, afastando a avifauna nativa e contribuindo para propagação da flora exótica e exótica invasora (Quadro 2).

Quadro 2 - Espécies da Flora identificadas na área de estudo.

Filo/Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Estágio sucessional	Distribuição
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	Arbo.	Pioneira	Ampla ocorrência
	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira-da-praia	Arbo.	Pioneira	Ampla ocorrência
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	coqueiro	Herb.	Sem classificação	Ampla ocorrência
Caulerpaceae	<i>Caulerpa lentilifera</i> J.	Uva-do-mar	Talo.	Sem classificação	Ampla ocorrência

Filo/Família	Espécie	Nome popular	Hábito	Estágio sucessional	Distribuição
Chrysobalanaceae R.Br.	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Guajiru	Arbo.	Pioneira	Ampla ocorrência
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	castanhola	Arbo.	Pioneira	Ampla ocorrência
Convolvulaceae Juss.	<i>Ipomoea imperati</i> G.	cipó-da-praia	Herb.	Pioneira	Ampla ocorrência
Fabaceae	<i>Centrosema virginianum</i> L.	jetirana	Herb.	Pioneira	Ampla ocorrência
Rhizophoraceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.	mangue-branco	Arbo.	Secundária inicial	Ampla ocorrência
	<i>Rhizophora mangle</i> L.	mangue-vermelho	Arbo.	Primária	Ampla ocorrência
Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	grama-da-praia	Herb.	Sem classificação	Ampla ocorrência
Rubiaceae	<i>Richardia grandiflora</i> S.	poaia-do-campo	Herb.	Sem classificação	Ampla ocorrência
Sargassaceae	<i>Sargassum cymosum</i> C. Agardh	alga-marrom	Talo.	Sem classificação	Ampla ocorrência
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	chanana	Herb.	Sem classificação	Ampla ocorrência
Ulvaceae	<i>Ulva lactuca</i> L.	alface-do-mar	Talo.	Sem classificação	Ampla ocorrência

Fonte: Autoras (2025).

Com a aplicação do Índice de Qualidade Ecológica, os resultados apresentam que os pontos variaram entre conservado e preservado, à exceção do ponto relacionado ao Forte de Santo Inácio de Loyola, principalmente em decorrência da ausência de espécies nativas e da presença massiva de espécies exóticas e exóticas invasoras (Quadro 3).

Quadro 3 - Resultados da aplicação do Índice de Qualidade ecológica relacionado à biodiversidade.

Ponto	Cobertura vegetal	Espécies nativas	Esp. exóticas e exóticas invasoras	Peso total	Estado
1	2	4	3	9	Conservado
2	1	4	4	9	Conservado
3	4	4	4	12	Preservado
4	4	4	4	12	Preservado
5	3	0	0	3	Degradado
6	4	4	3	11	Preservado
7	4	4	4	12	Preservado

Ponto	Cobertura vegetal	Espécies nativas	Esp. exóticas e exóticas invasoras	Peso total	Estado
8	2	4	3	9	Conservado
9	2	4	3	9	Conservado

Fonte: Autoras (2025).

Eixo Uso do Solo

Em relação ao uso do solo dos ambientes costeiros analisados, constatou-se que no ecossistema manguezal da área estudada, nas coordenadas de 8° 41' 0,96" S, 35° 6' 21,05" W, não há estruturas de concreto ou alvenaria, além do Bar do mangue (Figura 2A), e outra construção de madeira que abriga pescadores e barqueiros. O bar não apresenta indícios de contribuir com a poluição ou a degradação ambiental do ecossistema, pois as atividades turísticas realizadas no local são voltadas ao ecoturismo, e conduzidas por lideranças comunitárias, que auxiliam na preservação do ambiente. Por isso, essas estruturas podem ser classificadas como um baixo risco à região.

No entanto, próximo ao Bar do Mangue existe o píer de Mariassu (Figura 2B), popularmente conhecido como píer de Guadalupe. Ainda que sua estrutura esteja comprometida, o local ainda recebe um número elevado de embarcações de médio e pequeno porte (lanchas, barcos, motos aquáticas, balsas e catamarãs), por ser ponto de encontro para destinos turísticos próximos à região, além de sua proximidade do mangue, área de interesse dos turistas. O impacto dessas embarcações pode gerar inúmeros desequilíbrios para o ambiente, como a destruição do hábitat aquático, e a alteração de sedimentos e a supressão da vegetação (Fermino *et al.*, 2017). Por isso, as consequências geradas por essas embarcações são consideradas extremas, visto que afetará o ecossistema marinho, bem como o manguezal.

Em relação a praia dos Carneiros, na imediação da Capela de São Benedito (Igrejinha), notou-se um volumoso número de resorts e hotéis em área de restinga, que abrigam complexos de condomínios equipados com piscinas, quadras de esportes, salão de jogos, academia, restaurantes e áreas de convivência. Na faixa de areia foi possível observar a presença de 25 barracas (Figura 2C), que oferecem serviços de alimentação e vestuário. Apesar dessas instalações promoverem impacto à região, sobretudo pelo descarte indevido de plástico, os grandes complexos hoteleiros desempenham pressões ambientais significativamente mais intensas sobre o local, que podem incluir o descarte inadequado de lixo, desmatamento da restinga, e despejo de esgoto nos canais fluviais (Pinho; Santos, 2013). O problema é ainda mais acentuado com a presença intensa de embarcações de pequeno porte, com a predominância de barcos, lanchas e motos aquáticas

(Figura 2D), o que também pode gerar transtornos às espécies do ecossistema marinho da região (Silva Junior, 2017).

Na praia de Tamandaré, nas coordenadas de 8° 45' 28,04" S, 35° 5' 38,54" W, foi observado empreendimentos de veraneio e moradia (Figura 2E), além de 22 barracas comerciais com serviços de alimentação (Figura 2F). Nessa região, um impacto em especial foi observado. O descarte do lixo por parte dos comerciantes sinaliza ações emergenciais para área, pois foi encontrada uma elevada quantidade de plástico e demais resíduos não orgânicos atrás e próximo aos estabelecimentos. Logo, a instalação desses comércios desempenha um impacto extremo para a extensão da restinga. Alguns cercados para a proteção de plantas jovens também foram observados na área, em uma tentativa de introdução de espécies arbóreas, porém as espécies inseridas são exóticas ao ambiente de restinga, e não contribuem para sua conservação, viabilizando a introdução de outras espécies exóticas, além de modificar a estrutura da comunidade vegetal (Fabbro, 2025).



Figura 2 - Edificações dos ambientes de manguezal e praia do município de Tamandaré. (A) Bar do mangue; (B) Pier de Mariassu; (C) Instalação de barracas na praia de Carneiros; (D) Embarcações de médio e pequeno porte na praia de Carneiros; (E) Edificações em construção na praia de Tamandaré; (F) Instalação de barracas e comércios locais na praia de Tamandaré.

Fonte: Autoras (2025).

Eixo Resíduos Sólidos

A análise dos resíduos sólidos revelou impactos ambientais expressivos e diferenciados nos ambientes costeiros investigados. No manguezal, os impactos dos resíduos sólidos foram perceptíveis ainda no percurso de acesso ao bar do mangue, indicando que o problema se insere em uma dinâmica de transporte e dispersão desses resíduos. Ao chegar ao bar, área caracterizada por elevada biodiversidade e que, à primeira vista, aparentava um bom estado de conservação, foram identificados diversos resíduos sólidos, como sacolas plásticas, tampas de garrafa e garrafas PET

(Figura 3A). Conforme Gouvea (2025), esse tipo de poluição compromete funções ecológicas essenciais do manguezal, como a proteção da fauna associada e a ciclagem de nutrientes.

Em trechos mais abertos e influenciados pelo avanço da maré, a situação se agravava de forma significativa. Nessas áreas, observou-se uma maior concentração e diversidade de resíduos sólidos, incluindo resquícios de uma geladeira, lâmpada fluorescente, boia de praia e rádio, além de grande quantidade de plásticos e entulhos (Figura 3B). Esse cenário corrobora com Celeri, *et al.* (2019), que destacam a fragilidade da gestão de resíduos sólidos urbanos e seus reflexos diretos sobre o ecossistema manguezal. Diante disso, a área do manguezal foi classificada como de impacto gravíssimo, com registros superiores a 20 resíduos em quadrantes de 100 m².

Na Praia dos Carneiros, por se tratar de uma área considerada elitizada e de forte apelo turístico, não foram identificados grandes aglomerados de resíduos sólidos. No entanto, uma observação mais detalhada revelou a presença significativa de canudos plásticos soterrados na areia, concentrados principalmente na área de maior permanência dos banhistas, entre outros fragmentos de plásticos e resíduos (Figura 3C). Esse tipo de poluição, embora menos visível, apresenta elevado potencial de impacto ambiental, gerando bastante microplásticos. Morales, *et al.* (2024) alertam que os microplásticos representam uma das formas mais preocupantes de poluição marinha, devido à sua facilidade de incorporação aos ecossistemas e à cadeia alimentar. Além disso, foi registrada a presença de uma geladeira deixada na praia para armazenamento de cocos, evidenciando práticas inadequadas de uso e ocupação do espaço costeiro, os demais resíduos foram encontrados em tonéis de lixo e espalhados ao seu entorno (Figura 3C). Apesar de apresentar menor volume de resíduos em comparação com o manguezal, a área foi classificada como de impacto moderado.

Na Praia de Tamandaré, os impactos associados, mostraram-se evidentes desde os primeiros pontos do percurso. Embora a faixa de areia apresentasse menor quantidade de resíduos visíveis, a área de revelou-se como o principal foco de degradação ambiental, onde foram identificados diversos acúmulos de lixo, muitos deles queimados, com destaque para a grande quantidade de garrafas PET, além de sinais evidentes de perda da biodiversidade local (Figura 3D). Segundo Ozório (2022) a restinga é um ecossistema altamente vulnerável, e a deposição e queima de resíduos sólidos contribuem para a degradação do solo, a eliminação da vegetação nativa e a desestruturação dos habitats. Em diversos quadrantes analisados nessa área, foram contabilizados mais de 20 resíduos, o que levou à classificação da Praia de Tamandaré como de impacto grave.

Dessa forma, os resultados indicam que os resíduos sólidos observados não representam apenas um problema pontual de descarte inadequado, mas expressam uma problemática socioambiental mais ampla, relacionada aos modelos de consumo e ocupação do território.

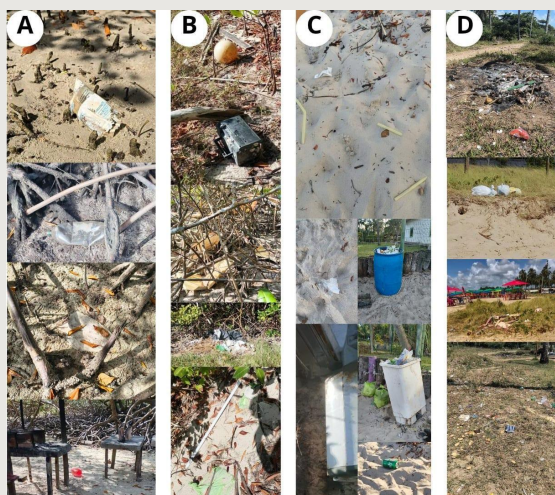


Figura 3 - Presença e diversidade de resíduos sólidos. A) Presença de resíduos sólidos na entrada do bar do mangue; B) Acúmulo de resíduos sólidos no interior do bar do mangue; C) Resíduos sólidos identificados na Praia dos Carneiros, Pernambuco; D) Resíduos sólidos identificados na Praia de Tamandaré, Pernambuco.

Fonte: Autoras (2025).

Eixo Modificação Costeira

Na praia de Carneiros foram identificadas nas coordenadas 8°41'43.31"S 35°5'25.11"O e 8°41'41.66"S 35°5'26.94"O a presença de obras de proteção costeira, que evidencia alterações na dinâmica natural da linha de costa (Figura 4). Tais estruturas, ao promoverem a estabilização artificial do litoral ou modificarem a incidência das ondas e a circulação das correntes costeiras, indicam um quadro de desequilíbrio dinâmico do sistema costeiro, sugerindo que a área encontra-se, ou já se encontrou, sob processos erosivos ativos, constituem geoindicadores de áreas suscetíveis e um alto risco à erosão costeira (Bush *et al.*, 1999).

Além disso, foi possível observar a presença de coqueiros inclinados nas proximidades das coordenadas 8°41'41.66"S 35°5'26.94"O (Figura 4), configurando outro indicador morfológico de processos erosivos. De acordo com Pereira *et al.* (2015), a inclinação da vegetação arbórea costeira reflete a perda de sedimentos na base do perfil costeiro, confirmando a vulnerabilidade da área frente aos processos erosivos.

No trecho compreendido entre a praia do CEPENE e o calçadão de Tamandaré, a principal evidência identificada foi o píer do CEPENE, localizado nas coordenadas 8°45'38.15"S 35°5'55.75"O (Figura 4) . Construído na década de 1980, o píer possui cerca de 200 metros de extensão e é utilizado para atividades de pesquisa marinha e apoio a operações com embarcações institucionais. Segundo Souza *et al.* (2005), estruturas fixas como píeres constituem importantes agentes antrópicos de erosão costeira, uma vez que interrompem o transporte longitudinal de sedimentos, promovendo assoreamento a montante e intensificando a erosão a jusante da obra.



Figura 4 - Mosaico de Geoindicadores de Modificação Costeira no litoral de Tamandaré. (A) Estrutura de proteção da linha de costa; (B) Inclinação da vegetação arbórea costeira; (C) Estrutura fixa - pier do CEPENE.

Fonte: As autoras (2025).

Índice de Integridade Socioecológica Costeira (IISC)

Para a Biodiversidade, os resultados do Índice de Qualidade Ecológica foram convertidos para a metodologia de avaliação de impactos ambientais proposta por Tommasi (1994) e Sánchez (2008). Considerando a alta relevância ecológica da biodiversidade, foi atribuído peso 5 ao eixo. Os estados ambientais classificados como preservado (pequeno 1-2); conservado (moderado 3-4) e degradado (extremo 5) e foram associados, respectivamente, aos efeitos -1, -3 e -5. Dessa forma, o ponto 1 relacionado a Praia dos Carneiros foi classificado como moderado; já os pontos 2, 3 e 4 (mangue) foram classificados com pequeno, enquanto o ponto localizado no Forte de Santo Inácio de Loyola (ponto 5) foi considerado extremo. Por fim, os pontos 6, 7, 8 e 9 relacionados a praias de Tamandaré foram classificados como moderados.

No eixo ocupação do solo, os indicadores apresentaram resultados opostos para os diferentes ambientes costeiros. No bar do mangue, a classificação para a presença de edificações obteve peso 1 e efeito -1, com classe de impacto (-1), já que o bar e a estrutura que abriga pescadores causam um pequeno impacto na área estudada. Quanto a praia de Carneiros e Tamandaré, ambas receberam a classificação de impacto extremo com peso 5 e efeito -5, e classe de impacto (-25), devido ao volumoso número de edificações residenciais, hoteleiras e comércios locais, que comprometem a conservação da restinga, e contribuem para o estreitamento da faixa de praia.

Sobre o eixo de modificação costeira, os indicadores foram classificados da seguinte forma: as estruturas de contenção costeira foram entediadas como impactos de peso 5 e efeito -5, sendo

enquadradas na classe de impacto extremo (-25), em função de sua interferência direta e permanente na dinâmica sedimentar e na estabilidade costeira. Além disso o geoindicador vegetação inclinada e à presença do píer da CEPENE apresentaram peso 3 e efeito -3, correspondendo à classe de impacto moderado (-9), por apresentarem alterações localizadas, porém significativas.

No eixo de resíduos sólidos, o bar do mangue apresentou maior criticidade, sendo classificado com peso 5 e efeito -5, com classe de impacto (-25), caracterizando um impacto extremo, em função da elevada concentração e diversidade de resíduos observados. Em contrapartida, as praias de Tamandaré e dos Carneiros foram enquadradas com peso 3 e efeito -3, e classe de impacto (-9) (Quadro 4), correspondendo a um impacto moderado, uma vez que, embora os resíduos estejam presentes, seus efeitos ocorrem de forma mais localizada e menos intensa.

Quadro 4 - Classificação dos indicadores ambientais do Índice de Integridade Socioecológica Costeira (IISC).

AMBIENTES	INDICADORES AMBIENTAIS	PESO	EFEITO	CLASSE DE IMPACTO
MANGUE	Qualidade Ecológica	5	-1	-5
	Resíduos sólidos	5	-5	-25
	Edificações	1	-1	-1
	Obras de contenção	-	-	-
	Proc. erosivos (Vegetação inclinada)	-	-	-
CARNEIROS	Qualidade Ecológica	5	-3	-15
	Resíduos sólidos	3	-3	-9
	Edificações	5	-5	-25
	Obras de contenção	3	-3	-9
	Proc. erosivos (Vegetação inclinada)	5	-5	-25
TAMANDARÉ	Qualidade Ecológica	5	-3	-15
	Resíduos sólidos	3	-3	-9
	Edificações	5	-5	-25
	Obras de contenção	-	-	-
	Proc. erosivos (Vegetação inclinada)	3	-3	-9

Fonte: Autoras (2025).

A análise integrada dos resultados evidencia uma relação direta com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 12, que trata do consumo e da produção responsáveis; o ODS 14, voltado à redução da poluição marinha e à proteção dos ecossistemas costeiros; e o ODS 15, que enfatiza a redução da degradação de habitats e da perda de biodiversidade. O enfrentamento desses desafios exige ações articuladas entre gestão ambiental, políticas públicas e participação social.

Considerações finais

A aplicação do Índice de Integridade Socioecológica Costeira (IISC) em Tamandaré evidenciou fortes contrastes entre áreas relativamente conservadas e trechos submetidos a intensas pressões antrópicas, sobretudo associadas ao modelo de ocupação turística do litoral. Os resultados demonstram que a integridade socioecológica decorre da interação entre múltiplos impactos, e não de fatores isolados.

No eixo biodiversidade, apesar da manutenção da cobertura vegetal em alguns pontos, a expressiva presença de espécies exóticas revela fragilidades na funcionalidade ecológica dos ecossistemas, inclusive em áreas inseridas na APA Costa dos Corais. O uso e ocupação do solo reforçam o turismo como principal vetor de transformação ambiental, com impactos significativos sobre a restinga e a dinâmica costeira, enquanto iniciativas sustentáveis permanecem pontuais.

A problemática dos resíduos sólidos evidencia falhas estruturais na gestão ambiental, com efeitos diretos sobre os ecossistemas costeiros, especialmente manguezais e praias. Já as modificações costeiras, associadas à ocupação irregular da orla e a obras de contenção, ampliam a vulnerabilidade aos processos erosivos e revelam fragilidades no ordenamento territorial.

De forma integrada, o IISC mostrou-se uma ferramenta eficaz para a avaliação sistêmica da integridade socioecológica. Dessa forma, evidencia-se que a conservação do litoral de Tamandaré depende da implementação de estratégias integradas de gestão costeira, alinhadas aos ODS 12, 14 e 15, que conciliam desenvolvimento turístico, conservação ambiental e justiça socioambiental.

Referências

BUSH, D. M.; *et al.* Utilization of ge indicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. **Ocean & Coastal Management**, v. 42, n. 8, p. 647–670, ago. 1999.

CAIRNS J.R. **Quantification of biological integrity**. In: BALLENTINE, P. K.; GUARRAIA, L. J. (ed.). *The integrity of the water*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1977.

CELERI, M. J.; *et al.* A cidade, o mangue e os resíduos sólidos: estudo de caso do Manguezal Vinhais, São Luís-MA. **Geografia em Atos**, v. 3, n. 10, p. 163–186, 2019. Disponível em: <https://share.google/AI5riUUqxBBUXOBCq>. Acesso em: 11 Jan 2026.

CUNHA-LIGNON, M.; MAHIQUES, M. M.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; RODRIGUES, M.; KLEIN, D. A.; GOYA, S. C.; MENGHINI, R. P.; TOLENTINO, C. C.; CINTRÓN-MOLERO, G.; DAHDOUH-GUEBAS, F. 2009. Analysis of mangrove forest succession, using sediment cores: a case study in the Cananéia-Iguape coastal system, São Paulo-Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography** 57(3): 161-174.

FABBRO, L.G.D. **O impacto de árvores exóticas na conservação da vegetação de restinga remanescente em área urbana**. 2025. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2025.

FERMINO, F. B.; FERMINO, G. C.; RHODEN, A. C. OS IMPACTOS DAS ATIVIDADES TURÍSTICAS, RECREATIVAS E ESPORTIVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ANTAS, BACIAS CONTÍGUAS E AFLUENTES DO RIO PEPERI-GUAÇU. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 465-485, 2017.

GOUVE, M. G. P. **Manguezais do Nordeste: ecologia, conservação e pressões ambientais**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2025.

HOLLING, C. S. **Resilience and stability of ecological systems**. Vancouver: Institute of Resource Ecology, University of British Columbia, 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Prévia da população calculada com base nos resultados do Censo Demográfico 2022 até 25 de dezembro de 2022: Pernambuco. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2022/Previa_da_Populacao/PE_POP2022.pdf. Acesso em: 08 de Jan de 2026.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.: il. ISBN 978-85-61842-75-8.

KILCA, R. V.; COSTA, M. DO P.; ZANINI, R. R.; CARVALHO, F. A.; COSTA, A. F. DA. 2010. Estrutura de manguezais em diferentes estágios sucessionais no estuário do rio Piauí, Sergipe-Brasil. **Pesquisas Botânica** nº 61: 171-189.

MORALES, C. G.; *et al.* **Análise teórica dos impactos dos microplásticos na biodiversidade marinha**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Química integrado ao Ensino Médio) – ETEC de Praia Grande, Praia Grande, 2024.

MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente : PGGM-Programa de Geologia e Geofísica Marinha, 2006.

NGUYEN, T. T. X.; *et al.* Plugin de classificação semiautomática. In: IPCC. Mudanças climáticas 2013: a base científica física. **Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas**. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 39–69.

OZÓRIO, T. C. **Importância da restinga na perspectiva dos moradores do município de Itapemirim/ES**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência, Tecnologia e Educação) – Centro Universitário Vale do Cricaré, São Mateus, 2022.

PEREIRA, P. de S.; *et al.* **Atlas de vulnerabilidade à erosão costeira e mudanças climáticas em Pernambuco**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2015. 98 p. ISBN 978-85-415-0788-2.

PINHO, Thays Regina Rodrigues; SANTOS, Ana Jéssica Corrêa. Passivos socioambientais oriundos de empreendimentos turísticos-hoteleiros e seus impactos diretos na base comunitária. **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 6, n. 1, 2013.

SILVA JÚNIOR, José Martins da. Turismo de observação de mamíferos aquáticos: benefícios, impactos e estratégias. **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 10, n. 2, 2017.

SILVA, T. S. da; COSTA, M. F. da. Padrões de deposição e relação entre lixo marinho e arribadas em praias arenosas na Ilha de Itamaracá (PE). **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 24, n. 2, p. 133–161, 2024. DOI: 10.5894/rgci-n617. Disponível em: <https://www.aprh.pt/rgci/rgci-n617.html>. Acesso em: 3 Jan 2026.

SOUZA, E. M. S.; ANDRADE, M. M. N. Dinâmica da linha de costa na Zona Costeira Amazônica: estudo de caso na ilha de Atalaia (Salinópolis, PA). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 2911–2929, 2024.

VASCONCELOS DA SILVA, G. A. Manual de avaliação e monitoramento de atividade ecológica, com o uso de bioindicadores e ecologia de paisagens. TESE. Nazaré Paulista (SP). **Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade**. Disponível em: <<https://www.escas.org.br/wp-content/uploads/2023/09/MANUAL-DE-AVALIACAO-E-MONITORAMENTO-DE-INTEGRIDADE-ECOLOGICA-COM-USO-DE-BIOINDICADORES-E-ECOLOGIA-DE-PAISAGENS.pdf>>. Acesso em: 3 jan. 2026.