



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Análise dos Tensores Antropogênicos dos Mangues no Complexo Estuarino Real- Piauí-Fundo, sul de Sergipe, Brasil*

Sindiany Suelen Caduda dos Santos ¹, Edilson Divino de Araújo ², Rosemeri Melo e Souza ³

¹ Professora Adjunta do Núcleo de Graduação em Educação em Ciências Agrárias e da Terra, da Universidade Federal de Sergipe (UFS). CEP: 49680-000, Nossa Senhora da Glória (SE), Brasil, Tel.: (+55 79) 98107-7646, sindiany@academico.ufs.br. (autora correspondente). ² Professor Associado do Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Sergipe (UFS). CEP: 49100-000, São Cristóvão (SE), Brasil, Tel.: (+55 79) 3194-6600, edaraujofu@gmail.com. ³ Professora Associada do Departamento de Engenharia Ambiental, da Universidade Federal de Sergipe (UFS). CEP: 49100-000, São Cristóvão (SE), Brasil, Tel.: (+55 79) 3194-6600, rosemerimelo Souza@gmail.com. * Parte da tese de doutorado da primeira autora.

Artigo recebido em 26/04/2020 e aceito em 04/05/2021

RESUMO

Os mangues do litoral sul de Sergipe sobrevivem em meio à presença de tensores antropogênicos comprometedores da existência do ecossistema manguezal. Objetiva-se analisar os tensores antropogênicos que afetam os mangues *Avicennia schaueriana* (Stapf. & Leech), *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn e *Rhizophora mangle* (L.) e os níveis de vulnerabilidade decorrentes da tensão, no complexo estuarino Real-Piauí-Fundo/ Sergipe. Os tensores foram observados sistematicamente nos estuários inferior, médio e superior, com base na definição prévia de atributos de tensão. Para a avaliação conjunta dos tensores, foram determinados pesos e calculado o reescalonamento da vulnerabilidade. Os dados expressos em quadros, gráficos e mapa produzido no ArcGis, revelam: o estuário médio constitui a área de menor tensão antrópica; e o superior a área de maior vulnerabilidade, com a maior parte da faixa de mangues fora dos limites do polígono da Área de Proteção Ambiental do Litoral Sul, quando visualizados os limites da APA e as localidades da pesquisa. A sensibilidade dos estuários inferior e médio, que estão dentro da APA, foi classificada como elevada e moderada, respectivamente, revelando que os mangues do complexo estuarino estão sujeitos aos riscos das ações humanas. Mesmo dentro de um complexo estuarino, os mangues apresentam capacidade de resposta distinta aos tensores antropogênicos e chances significativas de desaparecimento.

Palavras-chave: vulnerabilidade dos mangues. estressor ambiental. manguezal. ações antrópicas.

Analysis of Mangrove Anthropogenic Tensors in the Real- Piauí-Fundo Estuarine Complex, south of Sergipe, Brasil

ABSTRACT

The mangroves on the south coast of Sergipe survive amid the presence of anthropogenic tensors that compromise the existence of the mangrove ecosystem. The objective is to analyze the anthropogenic tensors that affect the *Avicennia schaueriana* (Stapf & Leech), *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn and *Rhizophora mangle* (L.) and the levels of vulnerability resulting from tension, in the Real-Piauí-Fundo/ Sergipe estuarine complex. The tensors were systematically observed in the lower, middle and upper estuaries, based on the previous definition of tension attributes. For the joint assessment of the tensors, weights were determined and the rescheduling of the vulnerability was calculated. The data expressed in charts, graphs and maps produced in ArcGis, reveal: the average estuary constitutes the area with the lowest anthropogenic tension; and the upper one, the most vulnerable area, with most of the mangrove strip outside the limits of the polygon of the Environmental Protection Area of the South Coast, when viewing the APA limits and the research locations. The sensitivity of the lower and middle estuaries, which are within the APA, was classified as high and moderate, respectively, revealing that the mangroves of the estuarine complex are subject to the risks of human actions. Even within an estuarine complex, the mangroves have a different response capacity to anthropogenic tensors and significant chances of disappearance.

Keywords: mangrove vulnerability. environmental stressor. mangrove. anthropic actions.

Introdução

Os manguezais constituem sistemas ambientais altamente produtivos que dominam normalmente a zona entremarés das regiões tropicais e subtropicais (Schaeffer-Novelli, Cintrón-Molero, Adaime & Camargo, 1990; ICMBio, 2018; Wang, Jia, Yin & Tian, 2019; Lymburner *et al.*, 2020). Eles compõem uma variedade de ambientes como estuários, enseadas e ilhas. Onde ocorrem, desempenham um papel importante no estabelecimento e na estabilização da costa (Alongi, 2008; Lymburner *et al.*, 2020). Além de reduzir o impacto das ondas e as tempestades, servem como uma primeira linha de defesa contra inundações e erosão (Menéndez, Losada, Torres-Ortea, Naravan & Beck, 2020). Os manguezais existem em sua essência pela presença de florestas compostas por árvores e arbustos tropicais que crescem ao longo da costa, planícies de lama e margens de rios (Field, 1999; Wang, Jia, Yin & Tian, 2019). Eles representam um dos ecossistemas mais produtivos e biologicamente significativos visto que oferecem inúmeros bens e serviços ecossistêmicos à sociedade, além de beneficiar os sistemas costeiros e marinhos (Valiela, Bowen & York, 2001; Giri, *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2019). Afonso *et al.* (2021) identificaram cerca de 33 serviços ecossistêmicos ofertados pelos manguezais nas várias partes do mundo, seguindo a classificação da Avaliação Ecossistêmica do Milênio: serviços de regulação, provisão, de suporte e cultural.

Todavia, a gama de serviços ecossistêmicos fornecidos revela-se comprometida por fatores naturais e principalmente antropogênicos (Lymburner *et al.*, 2020). Consoante Bryan-Brown *et al.* (2020), a fragmentação constitui um dos principais fatores de degradação do ecossistema. Segundo Herbeck, Krumme, Andersen e Jennerjahn (2020) e Luom, Phong, Smithers e Tai (2021), as florestas de mangue têm sido substituídas pela aquicultura em todo o mundo, em larga escala. Polidoro *et al.*, (2010) consideraram que dentre os principais fatores antrópicos causadores da perda de áreas de manguezal é possível destacar: a remoção das áreas para desenvolvimento da agricultura, o desenvolvimento urbano e costeiro, a aquicultura e a sobre-exploração da pesca. De acordo com os autores, estas duas últimas são as maiores ameaças às espécies de manguezal dos próximos 15 anos. O que implica dizer que os manguezais estão suscetíveis às transformações decorrentes dos tensores mencionados até o ano de 2025, e podem perder a capacidade de resiliência neste intervalo de tempo, bem como a capacidade de fornecer

serviços ecossistêmicos essenciais. Dentre estes, é possível citar: a regulação climática, da qualidade do ar, da erosão e do solo; provisão de alimentos; recreação, turismo sustentável entre outros (Afonso *et al.*, 2021).

Conquanto os manguezais sejam protegidos legalmente no Brasil pelo Código Florestal (Lei n. 12.651, 2012), como Áreas de Preservação Permanente, as áreas sofrem ameaças, tanto pelas lacunas da legislação, como pelos problemas de gestão que comprometem até mesmo a existência do sistema ambiental. Nem mesmo as Unidades de Conservação, regidas pela Lei n. 9985 (2000), têm conseguido proteger o ecossistema, seja pela gestão ineficiente ou subfinanciamento do setor de meio ambiente do país.

Sergipe é o quarto estado brasileiro em extensão de áreas de manguezal. São 22.959 hectares, segundo a Organização Não-Governamental Fundação SOS Mata Atlântica (2015) e conta com dezoito Unidades de Conservação, das quais dez abrigam manguezais. Todavia, as unidades que estão implementadas têm problemas de manutenção, fiscalização e gerenciamento (Silva, 2012; Feitosa, 2015). Tais informações revelam a necessidade dos mangues serem avaliados quanto à vulnerabilidade a qual estão submetidos.

Consoante Gallopín (2003, 2006), entende-se por vulnerabilidade: a susceptibilidade de um sistema ambiental a um possível dano ou à transformação, quando submetido à pressão do ambiente. O autor destacou que o termo tem sido amplamente investigado cientificamente, do ponto de vista dos estressores externos que perturbam o ambiente, da sensibilidade e da capacidade adaptativa do sistema ambiental.

Os estressores podem ser considerados como elementos que aumentam paulatinamente a pressão sobre o sistema ambiental e podem ser internos ou externos a ele. O acúmulo das pressões pode gerar picos, o que é denominado de perturbação. Esta, por sua vez, é capaz de induzir uma transformação significativa no sistema (Turner *et al.*, 2003). Gallopín (2006) ressaltou que um sistema não pode ser chamado de vulnerável se o efeito da perturbação gera mudanças que podem ser consideradas como efêmeras, pois, dificilmente tais modificações causariam transformações no sistema. Desse modo, define-se exposição como duração ou medida de algum evento que gere perturbação (Adger, 2006; Adger & Hodbod, 2007). Isso significa que o sistema só estará vulnerável se estiver exposto a uma perturbação (Cabral & Cândido, 2019).

No caso da atuação de tensores antropogênicos relacionados ao uso e ocupação desordenada dos manguezais brasileiros, observa-se que a pressão é intensificada de tal maneira que processos de perturbação ambiental podem ser irreversíveis.

A sensibilidade é outro conceito associado à vulnerabilidade. De acordo com Gallopín (2003; 2006), a sensibilidade é entendida como a propensão de um sistema em ser modificado ou afetado por algum distúrbio ou por um conjunto de perturbações. Adger (2006) também entendeu o conceito de sensibilidade como Gallopín (2003), mas acrescentou que esta se relaciona ao grau em que o sistema pode absorver as pressões sem demonstrar alterações em longo prazo.

O terceiro conceito relacionado à vulnerabilidade concerne à capacidade de resposta do sistema ambiental, ou à capacidade de adaptação, conforme trataram Smit e Wandel (2006). Para os autores, a adaptação refere-se à reestruturação do sistema após as respostas. Segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), a adaptação compreende processos de ajustes para antecipar impactos adversos das mudanças do clima na redução da vulnerabilidade. Segundo Gallopín (2006) e pesquisas realizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2010), a capacidade de resposta diz respeito ao quanto o sistema consegue ajustar-se à perturbação e aos danos gerados, sendo capaz de responder às mudanças ambientais. Consoante Trégarot *et al.* (2021), considera-se a capacidade adaptativa dos manguezais como uma função capaz de ajustar-se às mudanças ambientais e absorver perturbações, mantendo suas funções, de modo a evitar a perda de serviços ecossistêmicos.

No viés da reflexão, Folke (2006) trata da capacidade de resiliência como conceito associado à vulnerabilidade. Resiliência, conforme o autor é a capacidade do ambiente em absorver determinada perturbação, conseguir adaptar-se e manter suas funções de origem. Segundo Koh, Teh, Kh'ng e Raja Barizan (2018), a duração, frequência, intensidade e tamanho dos distúrbios desempenham papel crucial na determinação da resiliência dos manguezais.

Nesse sentido, a investigação da vulnerabilidade do manguezal em um complexo estuarino é fundamental. A partir da análise do quanto este ecossistema encontra-se suscetível aos

tensores antropogênicos, da identificação dos principais estressores locais, da sensibilidade e da capacidade de resposta dos mangues, é possível observar áreas vulneráveis e incentivar o estabelecimento de estratégias para proteção dos manguezais.

Diante do apresentado, partiu-se da hipótese de que níveis de vulnerabilidade relacionados aos tensores antropogênicos afetam a capacidade de resposta da flora de manguezal, comprometendo a existência do ecossistema.

Ao considerar que o litoral sul sergipano possui os mangues mais conservados do estado (Administração Estadual do Meio Ambiente, 1984; Souza & Couto, 2002; Carvalho & Fontes, 2006) e que caracteriza-se como um dos ambientes marcados pela apropriação dos espaços estuarinos desde 1985 (Santos, 2008; Santos & Wanderley, 2010), a área foi designada para realização da pesquisa.

Isto posto, o artigo objetiva analisar os tensores antropogênicos que afetam os mangues *Avicennia schaueriana* (Stapf. & Leech), *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn e *Rhizophora mangle* (L.) e os níveis de vulnerabilidade decorrentes da tensão, no complexo estuarino Real-Piauí-Fundo/ Sergipe.

Material e métodos

Área de estudo

As áreas de investigação dos mangues, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* (Figura 1) corresponderam aos três sítios encontrados ao longo do complexo estuarino Real-Piauí-Fundo, denominados: estuário inferior, estuário médio e estuário superior. Para Duke (1990), a área de ocorrência dos mangues situados mais distantes da foz do rio é chamada de estuário superior, a região mais intermediária em relação à foz é denominada estuário médio e a região mais próxima da foz chama-se estuário inferior.

Os estuários dos rios Real, Piauí e Fundo podem ser analisados em conjunto, já que são geograficamente próximos, estão interligados, têm características ambientais semelhantes e são os estuários mais ricos em termos de manguezais e produção de peixes e crustáceos de Sergipe (Carvalho & Fontes, 2006).

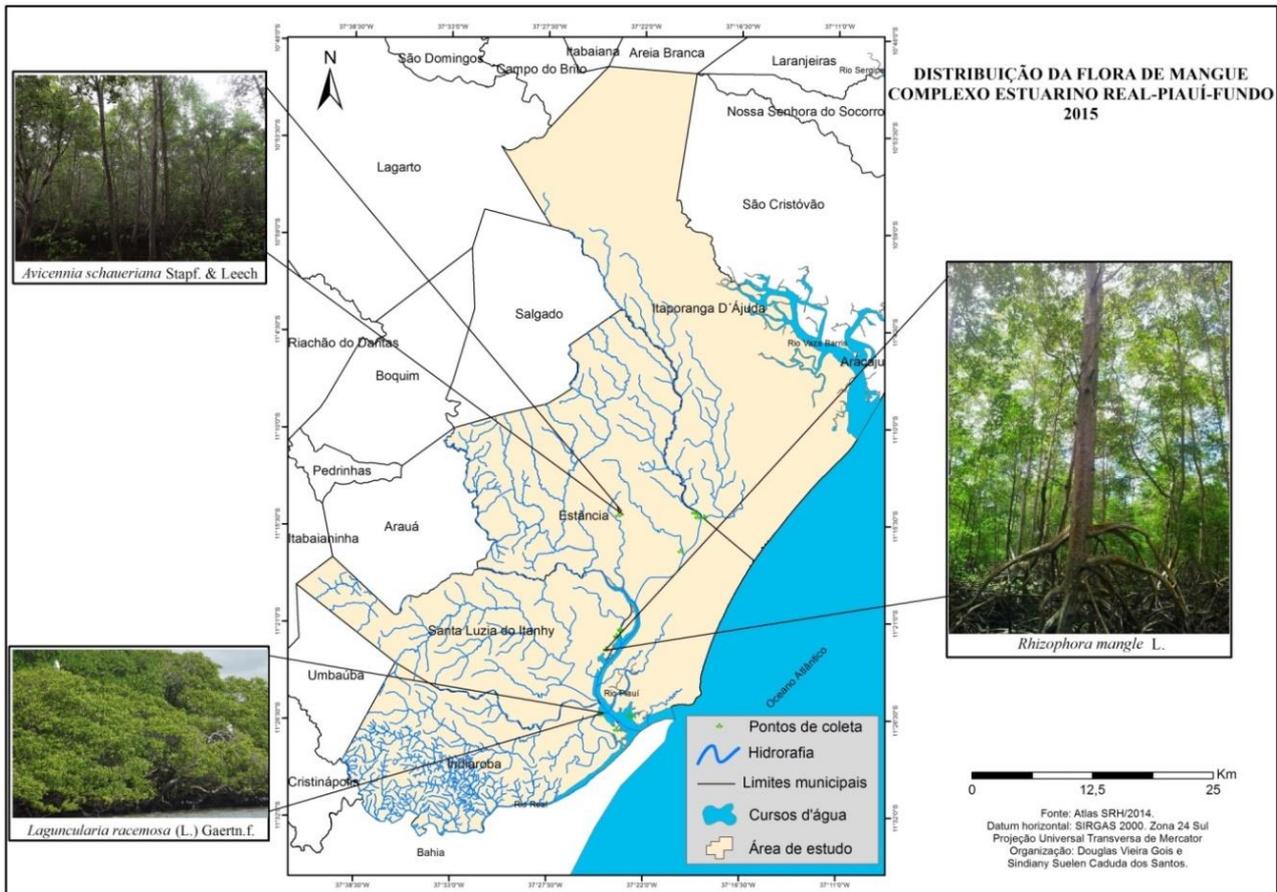


Figura 1. Áreas de observação sistemática da atuação dos tensores antropogênicos - complexo estuarino Real-Piauí-Fundo, Sergipe.

Fonte: Atlas Digital da Superintendência de Recursos Hídricos (2014).

Procedimentos metodológicos

Inicialmente foram estabelecidos os pontos de amostragem nas áreas de manguezal do complexo estuarino Real-Piauí-Fundo, Sergipe. Na

seqüência foram feitas observações sistemáticas, realizadas entre os anos de 2012 e 2016 (Quadro 1).

Quadro 1. Pontos de observação sistemática da atuação de tensores antropogênicos em áreas de manguezal, nos estuários inferior, médio e superior do complexo estuarino Real-Piauí-Fundo, Sergipe. EI (estuário inferior), EM (estuário médio) e ES (estuário superior).

Estuário	Municípios sergipanos	Localização	
		Latitude	Longitude
EI	Estância	-37.37672	-11.43844
	Indiaroba	-37.40571	-11.43682
	Indiaroba	-37.39024	-11.45098
EM	Estância	-37.38706	-11.35723
	Santa Luzia do Itanhy	-37.39059	-11.36273
	Santa Luzia do Itanhy	-37.40051	-11.37548
ES	Estância	-37.33028	-11.28245
	Itaporanga D’Ajuda	-37.31709	-11.24596
	Estância	-37.31424	-11.2502

Fonte: autoria própria (2016).

Posteriormente, com base na metodologia de níveis de vulnerabilidade elaborada por Laranjeira (1997) e Oliveira e Melo e Souza (2010), foi criado o quadro com valores dos níveis de vulnerabilidade para mangues, entre zero e quatro (0 – 4). Essa atribuição de números foi

essencial para classificar os níveis de vulnerabilidade e a sensibilidade dos mangues em relação ao tensor antropogênico (Quadro 2).

Quadro 2. Níveis de vulnerabilidade biofísica do ecossistema manguezal.

Nível	Porcentagem	Características definidoras da transformação dos manguezais	Classificação	Sensibilidade ao tensor antropogênico
Nível 0	0-20%	O grau de transformação dos mangues não coloca em risco a capacidade de regeneração dos bosques.	Muito fraca	Sensibilidade baixa
Nível 1	20-40%	As mudanças já podem ser vistas no conjunto dos bosques.	Fraca	Sensibilidade média
Nível 2	40-60%	A degradação passa a ser significativa e devem ser feitas restrições para utilização das áreas de bosques de mangues.	Moderada	Sensibilidade moderada
Nível 3	60-80%	As pressões antropogênicas são significativas e os bosques de mangues não apresentam resistência ao tensor.	Forte	Sensibilidade elevada
Nível 4	80-100%	Degradação severa observada sobre os bosques e consequentemente sobre o manguezal.	Muito forte	Sensibilidade extrema

Fonte: Elaborado por Sindiany Santos (2015), modificado e adaptado de Laranjeira (1997) e Oliveira e Melo e Souza (2010).

Para observação sistemática *in loco* nos estuários inferior, médio e superior, foram definidos atributos qualitativos de tensão antrópica na área costeira: tipos de embarcação; modos de pesca; estado de degradação dos manguezais; e uso e ocupação do solo. Estes atributos foram determinados a partir de escritos da literatura que tratam dos impactos da zona costeira no mundo: Schaeffer-Novelli, Cintrón-Molero, Adaime e de Camargo (1990); Vannucci (2002); Strong e Minnemeyer (2015); e no litoral de Sergipe¹: Santos (2008); Vilar e Araújo (2010) e Santos e Vilar (2012). A observação dos atributos foi fundamental para definição qualitativa de indicadores de tensão: caiaque; barco com motor de rabeta; barco com motor de popa; lancha; pesca com rede; mariscagem; pesca de camboa; presença de resíduos no mangue; espécies de flora invasora; tombamento de árvores; corte de árvores; queimadas; exploração imobiliária; tanques de carcinicultura; presença de ponte; e aterro dos manguezais.

Uma vez definidos os indicadores qualitativos, estes foram investigados na literatura quanto às características que possuem e podem estimular transformações sobre os bosques de mangues (Quadro 2). Estes indicadores também

foram estudados na literatura enquanto tensores que afetam diretamente ou indiretamente a flora do manguezal.

Desse modo, foi possível definir o valor do tensor em porcentagem, o nível de vulnerabilidade correspondente e a classificação da sensibilidade dos mangues em relação ao tensor antropogênico.

Em quadros, foram expressos os atributos; os indicadores; o código do tensor codificado com letras do alfabeto, da letra A até a letra P; nível de vulnerabilidade; o valor da vulnerabilidade em porcentagem entre zero e cem por cento (0% – 100%); e o peso do tensor antropogênico na base dez (10). Salienta-se que o peso foi calculado mediante a divisão da porcentagem da vulnerabilidade por dez.

Nesse seguimento, os tensores foram avaliados de forma conjunta. Assim, os valores do peso de cada tensor sobre os mangues, na base 10, foram somados. Para garantir objetividade aos valores resultantes, estes foram padronizados, mediante aplicação da fórmula matemática: $X = (\text{soma dos valores de tensão} \times 10) / \text{valor maior do tensor}$. Este dado correspondeu ao reescalonamento da escala de vulnerabilidade. Esta análise conjunta dos tensores antropogênicos sobre os mangues permitiu definir os níveis de

¹ A utilização de documentos de dissertação de mestrado e tese de doutorado neste artigo decorre da necessidade

de pesquisar estudos científicos já existentes sobre a temática em tela, em Sergipe.

vulnerabilidade por estuário: inferior, médio e superior.

Os dados foram expressos em formato de quadros, gráficos e por meio da espacialização no *software* ArcGis, versão 2010.2 (ESRI, 2010). Neste programa foi criado *buffer* de 1,0 km em relação à área do complexo estuarino, com o objetivo de abranger as áreas de manguezal visitadas durante os trabalhos de campo. Nele também foi inserida a Área de Proteção Ambiental do Litoral Sul, com o propósito de relacionar os níveis de vulnerabilidade do complexo estuarino e Quadro 3. Atributos, indicadores ambientais, níveis de vulnerabilidade e valores de tensão antropogênica do manguezal do litoral sul sergipano.

o papel legal da APA sul na conservação dos mangues.

Resultados

A definição prévia de atributos permitiu estabelecer indicadores de tensão antropogênica sobre os mangues, ao longo do complexo estuarino. Também foi possível determinar os níveis de vulnerabilidade e o peso de cada tensor, com base na observação sistemática *in loco* (Quadro 3).

Atributos de tensão antrópica	Indicador (ordem crescente de tensão sobre o manguezal)	Código do tensor	Níveis de vulnerabilidade	Porcentagem(%)	Peso do tensor (valor% / 10)
Tipos de embarcação	Caiaque	A	0	10	1
	Barco com motor de rabeta	B	0	10	1
	Barco com motor de popa	C	0	10	1
	Lancha	D	0	10	1
Modos de pesca	Pesca com rede	E	0	15	1,5
	Mariscagem	F	1	20	2
	Pesca de camboa	G	1	60	6
Estado de degradação dos manguezais	Presença de resíduos no mangue	H	2	40	4
	Espécies de flora invasora	I	2	40	4
	Tombamento de árvores	J	2	45	4,5
	Corte de árvores	K	2	60	6
	Queimadas	L	2	60	6
Uso e ocupação do solo	Exploração imobiliária	M	3	80	8
	Tanques de carcinicultura	N	3	80	8
	Presença de ponte	O	3	80	8
	Aterro dos manguezais	P	4	100	10

Fonte: autoria própria (2016).

É possível enxergar em gráfico como cada tensor está relacionado ao complexo estuarino, nos estuários inferior, médio e superior (Figura 2).

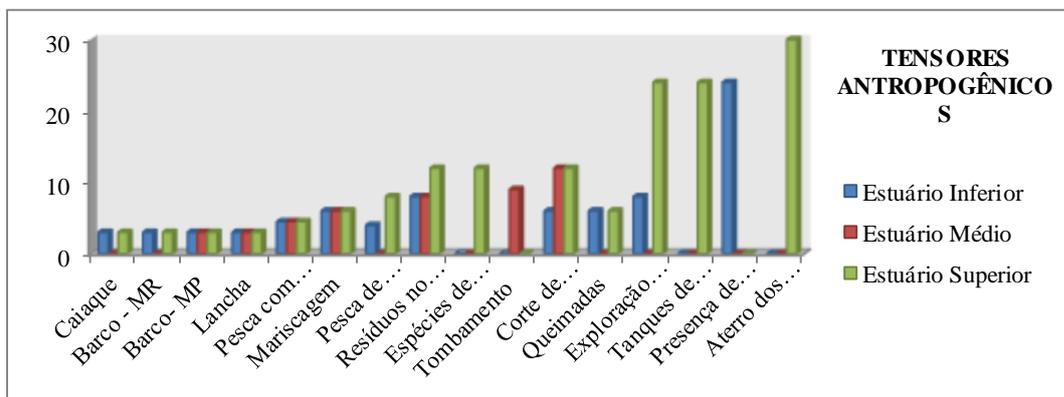


Figura 2. Tensores antropogênicos atuantes nas localidades de investigação do complexo estuarino Real-Piauí-Fundo. Barco – MR (Barco a motor de rabeta); Barco – MP (Barco a motor de popa). Fonte: autoria própria (2016).

Os resultados do gráfico acima (Figura 2) revelam a presença dos tensores em cada estuário. Porém, ao observar a atuação dos tensores em conjunto, sobre cada espécie de mangue, foram obtidos pesos distintos dos tensores, com valores de vulnerabilidade que variaram entre os níveis dois e

quatro. Isso influencia diretamente sobre os resultados da sensibilidade dos mangues aos tensores, a qual foi classificada para os estuários da seguinte maneira: sensibilidade elevada no estuário inferior; sensibilidade moderada no estuário médio; e extrema no estuário superior (Quadro 4).

Quadro 4. Conjunto de tensores antropogênicos, somatório dos pesos atribuídos, reescalonamento da escala de vulnerabilidade atribuídos aos mangues do litoral sul sergipano, sensibilidade e níveis de vulnerabilidade das espécies ao conjunto de tensores.

AI, AM e AS (*Avicennia schaueriana* nos estuários inferior, médio e superior); LI, LM, LS (*Laguncularia racemosa* nos estuários inferior, médio e superior); RI, RM, RS (*Rhizophora mangle* nos estuários inferior, médio e superior).

Espécies	Localidade	Conjunto de tensores antropogênicos em cada estuário.	Somatório do peso de cada tensor antropogênico	Reescalonamento da escala de vulnerabilidade (X=soma dos valores de tensão x 10)/valor maior do tensor)	Sensibilidade ao conjunto de tensores antropogênicos	Níveis de vulnerabilidade identificados
AI	Estância	A+B+C+D+E+F+H+K+M+O	33,5	7	Elevada	Nível 3
LI	Indiaroba	A+B+C+D+E+F+O	15,5	2,8	Elevada	Nível 3
RI	Indiaroba	A+B+C+D+E+F+H+L+O	25,5	4,7	Elevada	Nível 3
AM	Estância	B+C+E+F+H+J+K	20	3,7	Moderada	Nível 2
LM	Santa Luzia do Itanhy	B+C+E+F+H+K	15,5	2,8	Moderada	Nível 2
RM	Santa Luzia do Itanhy	B+C+E+F+J	10	1,8	Moderada	Nível 2
AS	Estância	A+B+C+D+E+F+H+I+K+L+M+N+P	53,5	10	Extrema	Nível 4
LS	Itaporanga D'Ajuda	A+B+C+D+E+F+G+I+K+M+N+P	49,5	9,2	Extrema	Nível 4
RS	Estância	A+B+C+D+E+F+H+J+K+M+N+P	47,5	8,8	Extrema	Nível 4

Os resultados supracitados fazem do estuário médio a localidade onde as ações humanas tencionam em menor proporção os

bosques de mangues, quando comparado às outras localidades (Figura 3).

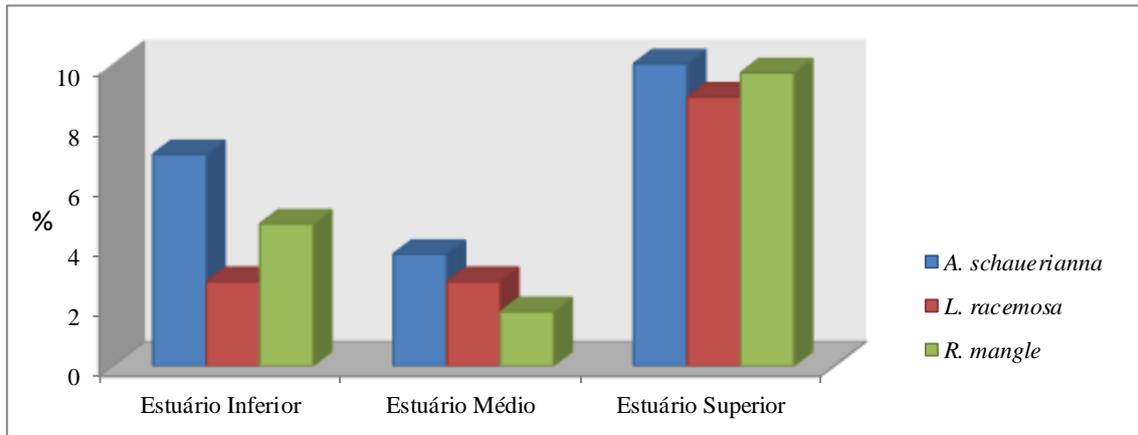


Figura 3. Conjunto de tensores antropogênicos atuantes nas localidades de investigação do complexo estuarino Real-Piauí-Fundo, para *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. Fonte: autoria própria (2016)

Ao espacializar os dados, foram observados os níveis de vulnerabilidade dos bosques de mangues que estão dentro e fora

da Área de Proteção Ambiental do litoral sul do estado (Figura 4).

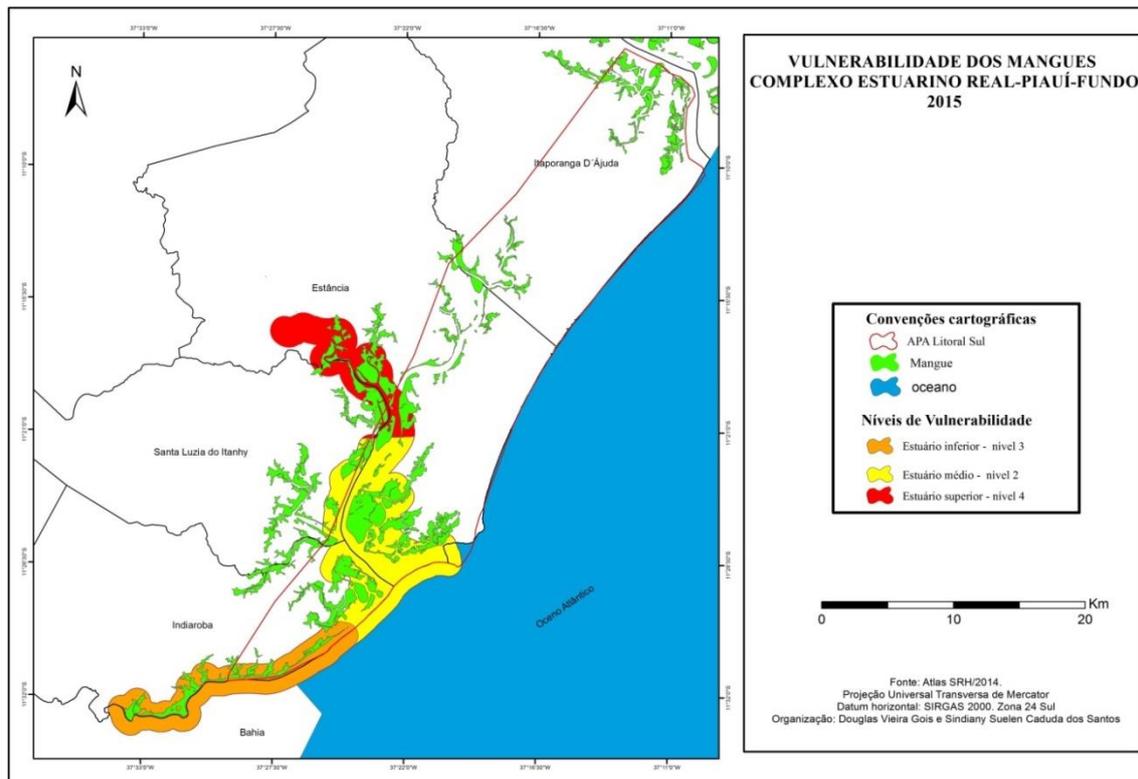


Figura 4. Vulnerabilidade do manguezal no complexo estuarino Real-Piauí-Fundo e demarcação da Área de Proteção Ambiental do Litoral Sul de Sergipe.

Fonte: Atlas Digital da Superintendência de Recursos Hídricos (2014).

Observa-se na figura 2 que a área de maior vulnerabilidade está fora do polígono da APA delimitado pelo Atlas Digital da Superintendência de Recursos Hídricos (2014), mesmo apresentando considerável área de manguezal. No entanto, era de se esperar que a tensão antropogênica sobre os estuários inferior e médio não revelasse sensibilidade elevada e moderada, respectivamente, já que estão situados em uma Área de Proteção Ambiental. Este resultado, de certo modo, revela que a APA sul não tem cumprido considerável papel para proteção dos mangues do litoral sul sergipano.

Discussão

Os resultados apontaram que existem diversos tensores antropogênicos atuantes nas localidades pesquisadas. Ao considerar os indicadores referentes aos atributos tipos de embarcação e modos de pesca, observa-se que apenas os indicadores mariscagem e pesca de camboa foram classificados em nível de vulnerabilidade um. Ou seja, os tipos de embarcação observados *in loco* não apresentam risco à capacidade de regeneração dos bosques, visto apresentar nível de vulnerabilidade zero; mas a mariscagem e a pesca de camboa podem promover mudanças no local. Salienta-se que uma vez exposto à perturbação, o sistema estará vulnerável (Cabral & Cândido, 2019). A pesca de camboa é uma prática pesqueira predatória e ilegal que desconsidera qualquer seletividade de captura de espécies de peixe durante a pesca (Giglio & Freitas, 2013), por isso não deve ser praticada. Por outro lado, a utilização dos bens naturais de modo sustentável pelas populações tradicionais pesqueiras pode atingir um nível de distúrbio intermediário que é fundamental à manutenção da diversidade máxima das espécies e que favorece a sobrevivência de comunidades tradicionais (Bensusan, 2006; Santos, 2015). Bensusan (2006) afirma que Áreas Protegidas na África, por exemplo, mostraram na prática que a ausência humana obrigou gestores a reproduzirem o manejo da área que antes era realizado pelas populações tradicionais, de modo que a área não fosse degradada.

Já os indicadores definidos para o atributo estado de degradação dos manguezais, ao revelarem nível dois de vulnerabilidade, apontam que a degradação já é significativa e devem ser feitas restrições para utilização das áreas de mangues. Nesse sentido, os indicadores

denominados presença de resíduos no mangue, espécies de flora invasora, tombamento e corte de árvores, além das queimadas, devem ser analisados do ponto de vista de sua incidência sobre os mangues. Acerca da deposição de resíduos sólidos, esta constitui um grave problema ambiental (Belarmino, Silva, Rufener & Araújo, 2014). Os autores apontam que não há outro poluente de fontes tão diversas quanto os resíduos sólidos lançados sobre os ambientes costeiro e marinho. Regiões estuarinas e marinhas recebem entre 80% a 90% do que é descartado pelos seres humanos (Araújo & Costa, 2007), indicando taxas altíssimas de poluição dos ambientes litorâneos. Nesse viés, salienta-se a preocupação crescente com os ambientes costeiros quanto à poluição microplástica, tema que ainda exige estudo científico. A pesquisa realizada nos sedimentos de manguezais costeiros na China, por Zhou *et al.* (2020), revelou que o acúmulo e distribuição de microplásticos nos sedimentos dos manguezais investigados estavam associados principalmente às atividades antrópicas intensas, com destaque para a maricultura, pesca, turismo e despejo inadequado de resíduos no ecossistema.

Por outro viés, a flora do manguezal investigado é afetada diretamente quanto à incidência de espécies invasoras, corte de árvores e queimadas. No que tange à presença de espécies invasoras, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018) ressalta o que está disposto na Convenção sobre Diversidade Biológica (1992), na Política Nacional de Biodiversidade (Decreto N° 4.339 de 22 de Agosto de 2002) e na Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas (Resolução CONABIO N° 05 de 21 de outubro de 2009): a presença de espécies exóticas invasoras é a segunda maior causa de redução de biodiversidade, após as perdas e degradação de habitats. Todavia, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade alerta que as ações contra a introdução de espécies exóticas invasoras ainda são ineficazes (ICMBio, 2018). Fazlioglu e Chen (2021), salientam que espécies não nativas introduzidas podem substituir os mangues nativos em função de maior desempenho de crescimento e plasticidade fenotípica. Na pesquisa feita por estes autores, a qual versa sobre a comparação do desempenho de crescimento da flora nativa de mangue e não nativa, foi observado que esta última teve maior desempenho. Esse resultado indica o potencial de espécies invasoras em meio à vantagem competitiva.

Quanto à exploração madeireira, as espécies *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* podem ser as únicas opções de madeiras disponíveis para construção de pontes, cercas, barcos e casas (ICMBio, 2018) e, portanto, caracterizam-se como espécies extremamente afetadas pela presença dos indicadores: queimadas e corte de árvores. Tal fato requer que a legislação desenvolva planos de manejo que abordem como a extração pode ser feita de forma sustentável pelas populações tradicionais costeiras.

Apesar da discussão dos dados por tensor antropogênico, a associação simultânea de tensores é o que caracteriza um sistema ambiental (Gallopín, 2003). No estuário médio, indicadores dos atributos tipos de embarcação, modos de pesca e estado de degradação de manguezais fazem parte do cenário paisagístico dos bosques de mangues e afetam a flora em níveis distintos. Na localidade, a presença de ilhas e o acesso limitado para o ser humano representam barreiras que por enquanto fazem desta porção do estuário, ambiente de moderada vulnerabilidade. No geral, a área é marcada pela presença de comunidades pesqueiras que utilizam os territórios do manguezal para sobrevivência, mas que nem sempre compreendem a importância que têm para a sustentabilidade do ecossistema local, ao ponto de protegê-lo. Neste caso, é imprescindível que autoridades da Área de Proteção Ambiental (APA sul), estado e municípios compreendam a necessidade de atuarem junto às comunidades tradicionais locais, a fim de garantir a proteção dos mangues. De acordo com Valenzuela, Yeo-Chang, Park e Chun (2020), o manejo florestal participativo é uma das estratégias práticas e eficazes para que o manejo florestal sustentável garanta a conservação dos manguezais. Contudo, essa transformação só acontece quando a comunidade entende o verdadeiro papel que desempenha no ambiente e quem são os atores sociais responsáveis pelos distintos níveis de vulnerabilidade. Por essa razão, é importante insistir na necessidade de criação e efetivação de políticas de Educação Ambiental Crítica para as comunidades. Consoante Loureiro (2004), por meio da Educação Ambiental é possível trabalhar com as diversas realidades vividas por grupos vulnerabilizados socialmente, de modo a transformá-las.

Os níveis de vulnerabilidade três e quatro atribuídos aos indicadores do atributo uso e ocupação do solo no complexo estuarino apontam cenário preocupante. No nível três, as pressões antropogênicas são significativas e os bosques de mangues não apresentam resistência ao tensor; já

no nível quatro, é observada degradação severa. Ou seja, o uso e ocupação do solo constitui atributo de tensão direta sobre os bosques de mangues.

A exploração imobiliária no estuário inferior tem uma relação direta com a construção da ponte Gilberto Amado, que ligou Sergipe ao litoral da Bahia, em 2013 (Agência de Sergipe de Notícias, 2009). A obra de responsabilidade dos governos federal e estadual teve como objetivo principal a facilitação e desenvolvimento do complexo turístico da foz do Rio Real, com vistas ao desenvolvimento econômico do litoral para beneficiamento de empreendimentos da rede hoteleira e do turismo em geral (Silva & Melo e Souza, 2010). Ressalta-se que a presença de *resorts* e de condomínios de luxo é uma das marcas da paisagem daqueles que visitam o litoral sul sergipano. De modo complementar, a exploração imobiliária ocasiona mudanças na dinâmica costeira, promove o desaparecimento de bosques de mangues e conseqüentemente de áreas de manguezal; além de expulsar comunidades tradicionais pesqueiras de seus territórios.

No que se refere à carcinicultura, durante o trabalho de campo, áreas de bosques de mangues compostas por *Laguncularia racemosa* e por *Rhizophora mangle* foram flagradas em processo de aterramento. Não menos impactante do ponto de vista negativo, viveiros de carcinicultura também foram visualizados com frequência. A ampliação de áreas de viveiro de camarão tem se tomado uma constante observada na área. Segundo Wanderley e Santos (2007), a bacia Piauí-Real possui atrativos para ampliação das práticas de carcinicultura devido à densidade de rede hidrográfica que compõe a bacia, com 62% de áreas adequadas para construção de viveiros, em relação às outras bacias de Sergipe. Destas áreas, os maiores empreendimentos encontram-se instalados no município de Estância, destacam os autores. A construção de tanques de camarão e de barragens transformam os corpos de água naturais, provocando alterações no fluxo hídrico e perturbação no equilíbrio ecológico das áreas (ICMBio, 2018).

Rönnbäck, 2001 e Souza *et al.* (2018) citam algumas das graves conseqüências da atividade: eutrofização das águas; contaminação gerada pelos produtos químicos que são colocados nos viveiros; possibilidade de geração de doenças que afetam a biota; e inserção de espécies invasoras. Outrossim, a carcinicultura pode sedimentar o corpo hídrico alimentador e até mesmo salinizar o lençol freático (Wanderley & Santos, 2007). Fatores que têm potencialidade de

reduzir áreas de manguezal drasticamente e provocar mudanças na cadeia trófica (Rönnbäck, 2001 e Souza *et al.*, 2018). Ainda como efeito da carcinicultura, esta pode provocar o deslocamento e a exclusão de comunidades tradicionais de pesca (ICMBio, 2018), assim como a exploração imobiliária.

Polidoro *et al.* (2010) alertaram sobre as práticas de aquicultura como uma das piores ameaças aos manguezais. Rönnbäck (2001), Souza, Duarte, João e Pinheiro (2018) e Luom *et al.* (2021) também têm advertido que a aquicultura é uma das principais causas de subtração de áreas de manguezal no mundo.

Pesquisas sobre o litoral sul de Sergipe, como os de Santos (2008), que já abordam a problemática da carcinicultura na região há décadas, permitem inferir que o estuário superior enfrenta um processo de distúrbio crônico. De acordo com Schaeffer-Novelli (1995) e Souza *et al.* (2018), os tensores antropogênicos podem gerar desde distúrbio agudo, quando ocorre por um período de tempo limitado, ao distúrbio crônico, quando o tensor atua por tempo mais longo. Tensores crônicos perpetuam seus efeitos, elevam os níveis de vulnerabilidade e podem causar até mesmo a morte do manguezal (Schaeffer-Novelli, 1995)

À vista do cenário negativo da prática da carcinicultura, estudos científicos voltados para quantificação dos serviços ecológicos e econômicos dos manguezais têm mostrado as desvantagens do desmatamento de mangues e construção de viveiros. Barbier *et al.* (2008) confirmam que o valor monetário obtido pelos bosques de mangues em termos de seus serviços ecológicos e econômicos são mais rentáveis do que a presença de viveiros de carcinicultura no ecossistema. O valor econômico dos serviços ofertados pelos manguezais conservados normalmente não está incluído nos orçamentos nacionais e contas patrimoniais, ao contrário do que ocorre com outros serviços, como a produção de madeira (Menéndez *et al.*, 2020). Quantificar o valor dos manguezais pelas funções ecológicas e socioambientais costeiras é fundamental para incentivar a sua conservação e restauração em benefício da natureza e do ser humano (Hochard, Hamilton & Barbier, 2019).

Nesse contexto, tanto o estuário inferior como o superior apresentam níveis de vulnerabilidade preocupantes. Com sensibilidade elevada e extrema, respectivamente, as espécies dos dois estuários sobrevivem em meio ao conjunto de tensores que podem causar danos irreversíveis.

Dos dezessete tensores, dezesseis estão presentes no estuário superior, indicando comprometimento dos bosques de mangues e preocupação quanto ao futuro do ecossistema.

Desse modo, podem ser ressaltadas três inferências à sensibilidade elevada e extrema nos estuários inferior e superior, respectivamente: as alterações significativas geradas pelos tensores atuantes reduzem continuamente a capacidade de resiliência dos mangues; pescadores e marisqueiras têm perdido seus territórios de pesca para os grandes empreendimentos; e não existe investimento em trabalhos de Educação Ambiental crítica formativos com as comunidades tradicionais locais para que haja uma defesa efetiva do território local.

De forma relevante, questiona-se ainda sobre qual tem sido o papel da APA sul nesse cenário. Consoante a Lei n. 9.985 (2000) que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação no Brasil, a APA é uma área geralmente extensa, que tem por objetivos básicos: a proteção da diversidade biológica, a disciplinarização da ocupação humana e a garantia da sustentabilidade do uso dos recursos naturais. No entanto, não existem evidências de cumprimento desses objetivos para as áreas de manguezal investigadas no litoral sul. Ao contrário, o que se enxerga são áreas cada vez mais vulneráveis.

O fato de encontrar áreas de elevada e extrema vulnerabilidade dentro de uma APA é preocupante na medida em que: revela que uma das regiões de mangues mais conservadas do estado (ADEMA, 1984; Souza & Couto, 2002; Carvalho & Fontes, 2006), na verdade pode ser reconhecida pela degradação dos mangues; mostra a ineficácia e ineficiência da APA sul para a proteção dos mangues e, de certo modo, aponta distanciamento entre os órgãos públicos e as comunidades pesqueiras que poderiam ser potenciais agentes de fiscalização e conservação locais.

Isto posto, as variações de sensibilidade dos mangues de cada estuário apresentadas (moderada – estuário médio; elevada – estuário inferior; e extrema – estuário superior) resultam do sinergismo dos tensores de cada localidade, os quais afetam a flora de manguezal de formas diferentes e conseqüentemente irão estimular respostas distintas do sistema ambiental. Nesse prisma, cada área investigada possui uma capacidade de resposta que varia em função da vulnerabilidade do ecossistema. Ademais, os resultados mostraram que o estuário superior pode ser caracterizado pela elevada capacidade de

resposta, uma vez que está localizado na porção de maior tensão antrópica e precisa desenvolver estratégias de sobrevivência contra a perturbação crônica local.

No entanto, a forma como os bosques de mangues do complexo estuarino continuará respondendo às perturbações dependerá da redução e ou eliminação do conjunto de tensores diretos: espécies invasoras, corte de árvores, queimadas, aterramento das áreas de manguezal para exploração imobiliária e construção de viveiros de carcinicultura.

É possível inferir que a vulnerabilidade dos manguezais associada diretamente aos fatores antrópicos provavelmente diminuirá a oferta de serviços ecossistêmicos. Consoante Trégarot *et al.* (2021), manguezais expostos ao estresse são mais sensíveis às perturbações, têm capacidades adaptativas reduzidas e conseqüentemente são menos propensos a garantir a permanência do conjunto de serviços ecossistêmicos que um manguezal saudável é capaz de ofertar.

A redução e ou eliminação depende inicialmente do cumprimento das leis protetoras das Unidades de Conservação, a exemplo do SNUC e do Código Florestal. Para que isso ocorra, exige-se: que os órgãos ambientais dos governos municipal, estadual e federal cumpram medidas efetivas de fiscalização e proibição de práticas de destruição de áreas legalmente protegidas; e que seja feito um planejamento de conservação da *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, junto às comunidades tradicionais pesqueiras do complexo estuarino Real-Piauí-Fundo, tomando como base os princípios da Educação Ambiental crítica. Estes são possíveis caminhos para garantir a existência dos bosques de mangues nas próximas décadas e conseqüentemente do ecossistema manguezal e de todos os seus serviços ecossistêmicos.

Conclusão

Ao considerar a relevância de trabalhos contemporâneos capazes de avaliar os tensores antropogênicos e a vulnerabilidade de bosques de mangues, pode-se afirmar que esta pesquisa cumpre um papel científico e socioambiental basilar no que se refere à proposição metodológica para análise de vulnerabilidade da flora do manguezal.

O artigo aponta como a atuação conjunta de tensores antropogênicos ocasiona distintos níveis de vulnerabilidade e conseqüentemente níveis de sensibilidade que comprometem a capacidade de resiliência dos sistemas ambientais.

Mesmo diante de um único complexo estuarino é possível observar como a forma crônica de atuação dos tensores configura a perda de áreas de mangues e fragmenta-os a cada passo largo dos principais causadores de degradação severa: especulação imobiliária, aterramento e carcinicultura. Três fatores que destroem completamente o sistema ambiental.

Cabe sinalizar que os mangues dos estuários inferior e superior vivem sujeitos aos danos irreversíveis. Considere-se que os *resorts*, condomínios de luxo, empreendimentos e viveiros de carcinicultura hoje ocupam áreas que antes foram territórios de mangues e de pesca/mariscagem de muitas comunidades tradicionais que sobrevivem do pescado, reduzido consideravelmente nas últimas décadas.

Apesar dos aparatos legais criados para reduzir a degradação destes sistemas ambientais, parece haver um real retrocesso diante da continuidade e crescimento das pressões antropogênicas que podem ser investigadas em escala local, regional e global. As áreas protegidas ou não têm recursos ou são mal administradas. Diante disso, não se tem fiscalização e, conseqüentemente, muitas áreas são continuamente degradadas. Isso explica o fato de áreas de manguezal incluídas na APA do litoral sul em Sergipe alcançar níveis de vulnerabilidade elevada, comprometendo a existência do sistema ambiental. De modo complementar, não estar dentro da APA aumenta a possibilidade de perda do manguezal do estuário superior, no complexo estuarino Real-Piauí-Fundo, diante da vulnerabilidade extrema.

Tais considerações confirmam a hipótese estabelecida para a investigação da pesquisa e acendem um alerta para a tomada de providências quanto à proteção dos manguezais do litoral sul sergipano.

Propostas como a deste artigo gera a possibilidade de articulação entre a academia, o poder público e a sociedade para que se possa investir em políticas públicas de Educação Ambiental crítica e ações voltadas para a proteção efetiva dos manguezais. É de se esperar que sejam feitos novos estudos científicos para rever os limites da delimitação atual da APASul ou até mesmo propor outra categoria de Unidade de Conservação que atenda aos anseios da conservação da dinâmica ecossistêmica dos manguezais, a exemplo das Reservas Extrativistas.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) pela concessão de bolsa de doutoramento na época de realização desta pesquisa, à Universidade Federal de Sergipe (UFS) e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFS).

Referências

- ADEMA. Administração Estadual do Meio Ambiente. (1984). Levantamento da flora e caracterização dos bosques de mangue do Estado de Sergipe. Sergipe. Sergipe: Autores.
- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.
- Adger, W. N., & Hobdod, J. (2007). Ecological and social resilience. In G. Atkinson, S. Dietz & E. Neumayer (Eds.), *Handbook of sustainable development* (pp. 78-90). Cheltenham: Edward Elgar Publishing. doi: <http://dx.doi.org/10.4337/9781847205223.00012>.
- Alongi, D.M., (2008). Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 76, 1–13. doi: 10.1016/j.ecss.2007.08.024.
- Afonso F., Félix P.M., Chainho, P., Heumüller, J.A., de Lima, R. F., Ribeiro, F. & Brito, A.C. (2021). Assessing Ecosystem Services in Mangroves: Insights from São Tomé Island (Central Africa). *Front. Environ. Sci.* 9:501673. doi: 10.3389/fenvs.2021.501673.
- Araújo, M.C.B. & Costa, M. (2007). Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. *Waste Management*, 27(6):833–839. doi: 10.1016/j.wasman.2006.04.018.
- ASN - Agência de Sergipe de Notícias. (2009). Ministério do Turismo libera mais recursos para Sergipe: Novos investimentos em parceria com Governo Federal vão dinamizar turismo no Estado. Recuperado de <http://agencia.se.gov.br/noticias/leitura/materia:15146/ministerio_do_turismo_libera_mais_recursos_para_sergipe.html>
- Atlântica, F. S. M. (2015). Fundação divulga novos dados sobre a situação da Mata Atlântica. Recuperado de <https://www.sosma.org.br/103045/fundacao-divulga-novos-dados-sobre-situacao-da-mata-atlantica/>.
- Barbier, E.B., Koch, E.W., Silliman, B.R., Hacker, S.D., Wolanski, E., Primavera, J.H., Granek, E.F., Polasky, S., Aswani, S., Cramer, L.A., Stoms, D., Kennedy, C.J., Bael, D., Kappel, C.V., Perillo, G.M. & Reed, D.J. (2008). Coastal ecosystem – based management with nonlinear ecological functions and values. *Science*, 319, 321-323. doi: 10.1126/science.1150349.
- Belarmino, P. H. P., Silva, S. M., da, Rufener, M. C. & Araújo, M. C. B. de. (2014). Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos. *Revista Gestão Costeira Integrada*, 14(3). doi: <http://dx.doi.org/10.5894/rgci451>
- Bensusan, N. (2006). Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. Rio de Janeiro: FGV.
- Bryan-Brown, D.N., Connolly, R.M., Richards, D.R., Adame, F., Friess, A. A. & Brown, C. J. (2020). Global trends in mangrove forest fragmentation. *Sci Rep* 10, 7117. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63880-1>.
- Cabral, L. N., & Cândido, G. A. (2019). Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, e20180063. doi: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.002.ao08>.
- Carvalho, M.S., & Fontes, A.L. (2006). Estudo ambiental da Zona Costeira Sergipana como subsídio ao Ordenamento Territorial. *Geonordeste*, 1(2), 10-40.
- Duke, N.C. (1990). Phenological trends with latitude in the mangrove tree *Avicennia marina*. *J. Ecol.*, 78 (1), 113–133. doi: 10.2307/2261040.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2010). Análise da vulnerabilidade ambiental. Fortaleza: Autores.
- ESRI, ArcGis 10.1 (2010). Geographical Information System. Environment System Research Institute, Inc. Readlands, C.A.
- Fazlioglu, F. & Chen, L. Introduced non-native mangroves express better growth performance than co-occurring native mangroves. (2020) *Sci Rep* 10, 3854. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60454-z>.
- Feitosa, R. O. (2015). Atlas digital como ferramenta para o planejamento ambiental de Unidades de Conservação de Proteção Integral de Sergipe. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio

- Ambiente -PRODEMA, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.
- Field, C. (1999). Rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview. *Mar. Pollut. Bull.*, 37, 383–392. Recuperado de https://www.academia.edu/13627648/Rehabilitation_of_Mangrove_Ecosystems_An_Overview.
- Folke, C. (2006). Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253-267. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.
- Gallopín, G. C. (2003). A systemic synthesis of the relations between vulnerability, hazard, exposure and impact, aimed at policy identification. In *Handbook for estimating the socio-economic and environmental effects of disasters*. (pp. 2 – 5). Mexico: ECLAC.
- Gallopín, G. C., (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293-303.
- Giglio, V. J & Freitas, M., (2013). Caracterização da pesca artesanal com rede de camboa na Reserva Extrativista de Cassurubá, Bahia. *Biotemas*, 26 (2): 249-259. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Vinicius_Giglio2/publication/264860228_Caracterizacao_da_pesca_artesanal_com_rede_de_camboa_na_Reserva_Extrativista_de_Cassuruba_Bahia/links/53f37dbf0cf256ab87b0b57d/Caracterizacao-da-pesca-artesanal-com-rede-de-camboa-na-Reserva-Extrativista-de-Cassuruba-Bahia.pdf.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L.L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography* 20, 154–159. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>.
- Herbeck, L. S., Krumme, U., Andersen, T. J. & Jennerjahn, T. C. (2020). Decadal trends in mangrove and pond aquaculture cover on Hainan (China) since 1966: mangrove loss, fragmentation and associated biogeochemical changes, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 233, 106531. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106531>.
- Hochard, JP, Hamilton, S. & Barbier, EB. (2019). Mangroves shelter coastal economic activity from cyclones. *PNAS*, June 18, 116 (25) 12232-12237. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1820067116>.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2018). *Atlas dos Manguezais do Brasil*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Recuperado de https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/manguezais/atlas_dos_manguezais_do_brasil.pdf.
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. (2007). *Climate Change 2007: the physical science basis*. In: Solomon, S. et al. (Eds). *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1-996). Cambridge, UK: IPCC.
- Koh, H.L, Teh, S.Y, Kh'ng, X.Y. & Raja Barizan, R.S, (2018). Mangrove Forests: Protection Against And Resilience To Coastal Disturbances. *Journal of Tropical Forest Science*, 30, no. 5, pp. 446–460. Recuperado de: www.jstor.org/stable/26514436.
- Laranjeira, M. (1997). *Vulnerabilidade e Gestão dos Sistemas Dunares, o caso das Dunas de Mira*. (Dissertação de Mestrado) Mestrado em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental. Universidade Nova de Lisboa, Monte de Caparica, Almada, Portugal.
- Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 05 de jan de 2013.
- Lei n. 9.985, de 18 de Julho de 2000. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.
- Loureiro, C. F. B. (2004). Educação ambiental e gestão participativa na explicitação e resolução de conflitos. *Gest. Ação*, 7(1), 37-50. Recuperado de <http://www.gestaoemacao.ufba.br/revistas/gav7n104.PDF#page=37>.
- Luom, T. T. Phong, N. T., Smithers, S. & Tai, T. V., (2021). Protected mangrove forests and aquaculture development for livelihoods, *Ocean & Coastal Management*, 205. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105553>.
- Lymburner, L., Bunting, P., Lucas, R., Scarth, P., Alam, I., Phillips, C., Ticehurst, C., & Held, A. (2020). Mapping the multi-decadal mangrove dynamics of the Australian coastline. *Remote Sensing of Environment* 238. 111185.

- Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425719301890>.
- Menéndez, P., Losada, I.J., Torres-Ortega, S., Narayan, S. & Beck, M. W. (2020). The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. *Sci Rep* 10, 4404. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61136-6>.
- Oliveira, A. C. de A. & Melo e Souza, R. (2010). Análise ecodinâmica dos sistemas dunares costeiros do litoral sul de Sergipe. In: J. W. C. & Araújo, H. M. (Eds), Território, meio ambiente e turismo no litoral sergipano. São Cristóvão: Editora UFS.
- Polidoro, A. B, Carpenter, K. E, Collins, L. Duke, N. C., Ellison, A. M, Ellison, J.C, Farnsworth, E. J, Fernando, E.S, Kathiresan, K. Koedam, N. E, Livingstone, S. R, Miyagi, T, Moore, G. E. & Yong, J. W. H. (2010). A perda de espécies: risco de extinção de manguezais e áreas geográficas de interesse global. *PLoS ONE* 5 (4): e10095. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010095>.
- Rönnbäck, P. (2001). Shrimp aquaculture – State of the art. Swedish EIA Center, Report 1. Upsala: Swedish EIA Centre, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), 50p.
- Santos, C. N. C. dos, & Vilar, J. W. C. O. (2012). Litoral Sul de Sergipe: Contribuição Ao Planejamento Ambiental e Territorial. *Revista Geonorte*, 3 (4), 1128-1138. [Special Issue]. Recuperado de <https://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2045>.
- Santos, M., & Wanderley. (2010). Potencialidades e Restrições da Carcinicultura no Litoral de Sergipe. In Vilar, J. W. C. & Araújo, H. M (Org). Território, meio ambiente e turismo no litoral sergipano. (chap. pp). São Cristóvão: Editora UFS.
- Santos, S. C. dos. (2015) Conservar o quê? Para quem? Áreas Protegidas e Protagonistas da Conservação. Curitiba: Appris.
- Santos, M.M. A produção do espaço pela carcinicultura no litoral sul de Sergipe: potencialidades, restrições e impactos ambientais. (2008) (Tese de Doutorado). Doutorado em Geografia. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, SE, Brasil.
- Schaeffer- Novelli, Y. (1995). Manguezal: Ecosystema entre a Terra e o Mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Adaime, R. R., & de Camargo, T. M. (1990). Variability of Mangrove Ecosystems along the Brazilian Coast. *Estuaries*, 13(2), 204 – 218. Recuperado de <http://links.jstor.org/sici?sici=0160-8347%28199006%2913%3A2%3C204%3AVOMEAT%3E2.0.CO%3B2-B>.
- Silva, M. S. F. (2012). Territórios da Conservação: Uma Análise do Potencial Fitogeográfico das Ucs de Uso Sustentável em Sergipe. (Tese de Doutorado). Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, SE, Brasil.
- Silva, S. F. M., & Melo e Souza, R. (2010). Território usado e implicações do turismo na APA Litoral Sul em Sergipe. Recuperado de < http://www.costeiros.ufba.br/Semin%C3%A1rio/Eixo%204/SILVA,%20M.%20do%20S.%20F.da.%20SOUZA,%20R.%20M.e%20_%20Territ%C3%B3rio%20usado%20e%20implica%C3%A7%C3%B5es%20do%20turismo%20na%20APA%20Litoral%20Su.PDF>.
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptative capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282-292. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>
- Souza, C.A., Duarte, L.F.A., João, M.C.A., & Pinheiro, M.A.A. (2018). Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica. In: Pinheiro, M.A.A. & Talamoni, A.C.B. (Org.). Educação Ambiental sobre Manguezais (Cap. 1, 16-56). São Vicente: UNESP.
- Souza, M. F. L. de., & Couto, E. C. G. (2002). Caracterização Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Piauí (SE). In: Schiavetti, A.; Camargo, A. F. M (Org). Conceitos de Bacias Hidrográficas. Bahia: Editus.
- Strong, A., & Minnemeyer, S., (2015). Satellite Data Reveals State of the World's Mangrove Forests. Retrieved from World Resources Institute, <http://www.wri.org/blog/2015/02/satellite-data-reveals-stateworld%E2%80%99s-mangrove-forests>.
- Superintendência de Recursos Hídricos – SRH/ SUPLANTAR/SE (2014). Atlas Digital sobre Recursos Hídricos. CD-r, 2014.
- Trégarot, E., Caillaud, A., Cornet, C. C., Taureau, F., Catry, T., Cragg, S. M., Failler, P. (2021). Mangrove ecological services at the forefront of coastal change in the French overseas territories, *Science of The Total Environment*, volume 763,

- doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143004>.
- Turner II.; B.L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., Mccarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckely, N., Kasperson, J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky C., Pulsipher, A., & Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), 8074-8079.
- Valenzuela, B., R.; Yeo-Chang, Y.; Park, M.S.; Chun, J.-N. (2020). Local People's Participation in Mangrove Restoration Projects and Impacts on Social Capital and Livelihood: A Case Study in the Philippines. *Forests*, 11, 580. doi: <https://doi.org/10.3390/f11050580>.
- Valiela, I., Bowen, J.L., & York, J.K. (2001). Mangrove forests: one of the World's threatened major tropical environments: at least 35% of the area of mangrove forests has been lost in the past two decades, losses that exceed those for tropical rain forests and coral reefs, two other well-known threatened environments. *BioScience*, Volume 51 (10), 807–815. doi: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0807:MFOOTW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0807:MFOOTW]2.0.CO;2).
- Vannucci, M. (2002). *Os Manguezais e nós: uma síntese de percepções* (2ª ed.). Traduzido por Denise Navas-Pereira. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Vilar, J. W. C., & Araújo, H. M. de. (2010). Iniciativas de Ordenamento Territorial no litoral sul sergipano. In: Vilar, J. W. C., & Araújo, H. M (Org). *Território, meio ambiente e turismo no litoral sergipano*. São Cristóvão: Editora UFS.
- Zhou, Q., Tu, C., Fu, C., Li, Y., Zhang, H., Xiong, K., Zhao, X., Li, L., Waniek, J. J. & Luo, Y., (2020). Characteristics and distribution of microplastics in the coastal mangrove sediments of China, *Science of The Total Environment*, 703. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134807>.
- Wanderley, L. de. L., & Santos, M. M. (2007). A carcinicultura no litoral sul de Sergipe: aspectos ambientais e econômicos. *Geonordeste*, XVIII (2).
- Wang, L., Jia, M., Yin, D., & Tian, J. (2019). A review of remote sensing for mangrove forests: 1956–2018. *Remote Sensing of Environment*, 231 111-223. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111223>.