

ANÁLISE TEMPORAL DE ALTERAÇÕES NAS ÁREAS DE MANGUEZAIS E APICUNS DO BRASIL ENTRE 1985 A 2019

George Luís Freitas Gualberto¹
Katiene Regia Silva Sousa²
Denilson da Silva Bezerra³

RESUMO

O manguezal é um ecossistema costeiro de extrema importância biológica, ecológica e geoquímica, que disponibiliza uma série de bens e serviços à zona costeira. São berçários para muitas espécies de valor ecológico e econômico, sendo produtores primários, além de atuarem no sequestro de carbono. O Brasil é o segundo país no mundo em área total de manguezais, possuindo a maior área contínua de manguezais do planeta, localizada na zona costeira da Amazônia Legal. Ameaças antrópicas constituem efetivos problemas sobre o manguezal, como o avanço da malha urbana, da aquicultura e agricultura, do desmatamento, que promovem destruição e supressão dos mangues e apicuns, o que tem se tornado cada vez mais frequentes. O presente estudo tem por objetivo analisar em uma série temporal de 35 anos, as potenciais alterações de área que podem ter ocorrido nos mangues e apicuns brasileiros e os tipos de modificações antrópicas do solo responsáveis por essa variação. Foram utilizados dados da coleção 5 do projeto MapBiomias de 1985 a 2019 e estes dados foram organizados, tabulados e submetidos a uma Análise de Componentes Principais (ACP) com a finalidade de identificar tendências de aumento ou decréscimo de áreas e os tipos de uso e ocupação do solo responsáveis por essa alteração. De 1985 a 2003, a área de mangues apresentou um expressivo evento de incremento na ordem de 556.153 km² (um aumento percentual de 5,92%), seguido de uma tendência de redução de áreas, entre os anos de 2003 a 2019, com um valor de perda de área de 282.763 km² (uma perda percentual de 2,84 %). Contudo, analisando os valores presentes na série temporal “ano a ano”, é possível constatar dois padrões: uma forte tendência de aumento da área de mangues entre 1985 a 2003 e uma tendência atual de redução de área entre os anos de 2003 a 2019. A variação das áreas de apicum ocorreu de maneira positiva no primeiro momento, saindo de 547.933 km² em 1985 e atingindo valor máximo em 1999 de 727.826 km², acompanhado de um decréscimo de áreas até o ano de 2004 (518.420 km²), seguido por ciclos de ganho e perda de áreas. Embora apresente um valor positivo no ano de 2019 (629.045 km²), é notável a tendência negativa na variação de sua área. Os resultados obtidos pela ACP apontaram que a malha urbana e a aquicultura são os principais responsáveis pelo declínio das áreas de manguezal que ocorreu entre os anos de 1999 e 2019.

Palavras-chave: Ecossistema, Mangue, Brasil, Desmatamento, Supressão.

TEMPORAL ANALYSIS OF CHANGES IN THE AREAS OF MANGROVES AND SALT FLATS IN BRAZIL BETWEEN 1985 TO 2019

ABSTRACT

The mangrove is a coastal ecosystem of extreme biological, ecological and geochemical importance, which provides a series of goods and services to the coastal zone. They are nurseries for many species of ecological and economic value, being primary producers, in addition to acting in carbon sequestration. Brazil is the second country in the world in total area of mangroves, having the largest continuous area of mangroves on the planet, located in the coastal zone of the Legal Amazon. Anthropogenic threats constitute effective problems for the mangroves, such as the advance of the urban fabric, aquaculture and agriculture, deforestation, which promote destruction and suppression of the mangroves and salt flats, which has become increasingly frequent. The present study aims to analyze, over a 35-year time series, the potential changes in area that may have occurred in Brazilian mangroves and salt flats and the types of anthropic soil modifications responsible for this variation. Data from collection 5 of the MapBiomias project from 1985 to 2019 were used and these data were organized, tabulated and subjected to a Principal Component Analysis (PCA) in order to identify trends of increase or decrease of areas and types of use and occupation soil responsible for this alteration. From 1985 to 2003, the mangrove area showed a significant

¹ Universidade Federal do Maranhão

² Doutorado em Zootecnia com área de concentração em Genética e Melhoramento Animal pela Universidade Federal de Viçosa. Docente do Departamento de Oceanografia e Limnologia – UFMA. E-mail: katiene.sousa@ufma.br

³ Doutor em Ciência do Sistema terrestre pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Professor permanente dos programas de Pós-Graduação (Mestrado) em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) e em Geografia (PPGEO), ambos da Universidade Federal do Maranhão. Docente do Departamento de Oceanografia e Limnologia – UFMA. E-mail: denilson.bezerra@ufma.br

increase in the order of 556,153 km² (a percentage increase of 5.92%), followed by a tendency to reduce areas, between the years 2003 to 2019, with a area loss value of 282,763 km² (a percentage loss of 2.84%). However, analyzing the values present in the “year by year” time series, it is possible to see two patterns: a strong trend towards an increase in the area of mangroves between 1985 and 2003 and a current trend towards a reduction in the area between the years 2003 to 2019. The variation in the areas of salt flats occurred positively at first, leaving 547,933 km² in 1985 and reaching a maximum value in 1999 of 727,826 km², accompanied by a decrease in areas until the year 2004 (518,420 km²), followed by cycles of gain and loss of areas. Although it presents a positive value in the year 2019 (629,045 km²), the negative trend in the variation of its area is notable. The results obtained by the ACP indicated that the urban fabric and aquaculture are the main factors responsible for the decline in mangrove areas that occurred between 1999 and 2019.

Keywords: Ecosystem, Mangrove, Brazil, Deforestation, Suppression.

Recebido em 01 de fevereiro de 2023. Aprovado em 24 de março de 2023

INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas de transição entre os ambientes terrestre e marinho que se desenvolvem nas regiões tropicais e subtropicais do mundo entre as latitudes 30°N e 30°S (Giri et al., 2010). Este tipo de vegetação desenvolve-se na zona entre marés dos estuários, de solo instável, salino e lamacento, rico em matéria orgânica e sujeito à inundação per iodica, ao qual se associam outros componentes da fauna e flora (Fernandes, 2012).

O termo mangue é empregado para designar um grupo floristicamente diverso de árvores tropicais que, embora pertençam a famílias botânicas sem qualquer rela o taxon mica entre si, compartilham características fisiológicas similares. As adapta es especiais de que são dotadas permitem que tais espécies cresçam em ambientes abrigados, banhados por águas salobras ou salgadas, com reduzida disponibilidade de oxig nio e substrato inconsolidado (Schaeffer-Novelli, 2018).

De acordo com o inciso XIII do artigo 3  da Lei n.é 12.651, de 25 de maio de 2012, os manguezais são definidos como: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos   a o das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegeta o natural conhecida como mangue, com influência fluviomarinha, t pica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e de Santa Catarina.

São divididos em três áreas distintas: lavado, que ocorre na porão frontal junto aos cursos d'água; bosque de mangue, referente à cobertura vegetal com predomínio de espécies lenhosas típicas; e, apicum, salgado ou planície hipersalina, que embora nem sempre presente, é vinculado à ocorrência de manguezal, sendo desprovido de cobertura de espécies lenhosas, podendo se situar em regiões com frequências de inunda es intermediárias entre marés de sizígias e de quadratura, assim como em regiões entremarés superiores, inundadas apenas pelas marés de sizígias (BRASIL, 2012).

A zona do apicum, segundo Bigarella (1947), faz parte da sucessão natural do manguezal para outras comunidades vegetais, sendo resultado da deposi o de areias finas por ocasião da preamar. Nascimento (1993) descreve os apicuns como zonas de solo geralmente arenoso, ensolarado, usualmente desprovidas de cobertura vegetal ou abrigando uma vegeta o herbácea. Aparentemente desprovida de fauna, ou seja, praticamente um deserto apesar de estar cercada por um ecossistema repleto de vida, o manguezal.

Os manguezais ocupam no mundo cerca de 152.361 km², sendo encontrados em 123 países. Além de possuir a maior área contínua de manguezais do mundo, presente no litoral da Amazônia brasileira, entre os estados do Maranhão, Pará e Amapá, com uma área estimada de 7.433 km² (Nascimento et al., 2013), o Brasil é o segundo país em área total de manguezais, com aproximadamente 13.000 km², superado apenas pela Indonésia que possui 31.894 km² (Spalding et al., 2010).

De acordo com Odum (1988), os manguezais são berçários naturais para diversas espécies aquáticas visto que fornecem proteção e alimentação para o nascimento, crescimento e desenvolvimento de inúmeras espécies da fauna. Contribuindo para a produtividade primária e secundária desses ambientes, apresentando ligações tróficas complexas. A fauna dos manguezais é mais diversa que a flora, representada por cerca de 1.300 espécies de animais (Fatoyinbo et al., 2008).

Os manguezais também apresentam relevância social como observado pela interação de diversos segmentos sociais com os ecossistemas de mangues. Rebelo-Mochel (2003) enfatizou a importância da diversidade social característica das comunidades situadas ao longo da costa norte do Brasil, com grupos indígenas, remanescentes de antigos quilombos, comunidades pesqueiras e agrícolas, além dos núcleos urbanos, que mantêm relações variadas com o ambiente de manguezal, como na culinária, manifestações culturais e atividades lazer.

Apesar de sua importância, os manguezais no Brasil são vulneráveis a uma série de ameaças, tais como a perda e fragmentação da cobertura vegetal, a deterioração da qualidade dos habitats aquáticos, devido sobretudo à ocupação, à poluição e às mudanças na hidrodinâmica, o que tem promovido a diminuição na oferta de recursos dos quais muitas comunidades tradicionais e setores dependem diretamente para sobreviver. Destaca-se a pesca artesanal, o extrativismo, a coleta de mariscos e o turismo (Soavinsk e Maretti, 2018).

Ao longo das últimas cinco décadas o aumento do crescimento demográfico, o crescimento econômico e o desejo por melhor qualidade de vida, o ser humano vem causando mais e maiores alterações no meio ambiente produzindo, como resultado, perdas irreversíveis e sensíveis alterações aos recursos naturais. Ameaças naturais ou induzidas pelo homem, diretas ou indiretas constituem efetivo problemas sobre o manguezal, principalmente considerando sua real área de abrangência por se tratar de ecossistema aberto e seu funcionamento depender da saúde dos ecossistemas adjacentes (ICMBIO, 2018).

Dentre os ambientes costeiros, os ecossistemas de manguezais estão entre os mais sensíveis. Estimam-se taxas de perdas de áreas de manguezais anuais médias entre 1,25 a 3,62% para o período 1980 a 2000; e perda total de 35% dos manguezais do planeta (Spalding, 2010). Cabe ressaltar, que apesar da grande área de ocorrência do manguezal no território brasileiro, não há compressão consistente da dinâmica de alterações na área de manguezal no Brasil, e nem como, eventuais cenários de perdas de sua área podem influenciar o fornecimento de bens e serviço do manguezal à zona costeira brasileira.

Embora a extensão original dos manguezais brasileiros não seja conhecida, estima-se que aproximadamente 25% desse ecossistema já tenha se perdido no país, devido principalmente à carcinicultura e ao desenvolvimento costeiro inadequado (Fabiancic e Trebucq, 2018). A situação é particularmente séria nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, que apresentam um grande nível de fragmentação e onde estimativas recentes sugerem que cerca de 40% do que foi um dia uma extensão contínua de manguezais, foi suprimido (Soavinsk e Maretti, 2018).

Segundo Santana (2013) é de fundamental importância estudar toda a dinâmica do apicum e exigir leis específicas para esta feição, uma vez que ela representa o estágio sucessional do mangue, refúgio, alimentação e local de reprodução para a fauna, área para mariscagem e vias de acesso para as comunidades tradicionais e, por fim, para a expansão da vegetação de mangue.

A supressão das áreas de mangue e apicuns são causadas pela expansão desordenada das atividades antrópicas. Esta pesquisa tem como objetivo analisar as variações de ocorrência das áreas de mangues e apicuns do território brasileiro em um intervalo temporal de 35 anos e os principais tipos de uso e ocupação da solo responsáveis pela degradação deste ecossistema. Nenhum tipo de estudo semelhante foi realizado tanto em área, que engloba toda região costeira brasileira, quanto em questão temporal, três décadas e meia.

METODOLOGIA

Área de estudo

O manguezal é um ecossistema costeiro encontrado em regiões que apresentam uma forte influência das águas continentais, como reentrâncias e foz de rios. A ocorrência deste ecossistema ao longo da costa brasileira varia em função das características geomorfológicas locais, clima, pluviosidade, amplitude de maré e influência de correntes marítimas.

De acordo com Silva et al. (2003), as condições ideais para o desenvolvimento de um ecossistema de mangue são: temperatura média superior a 20 °C, média das temperaturas mínima não inferior a 15 °C, amplitude térmica anual menor que 5 °C, precipitação pluvial acima de 1.500 mm/ano, sem prolongados períodos de seca.

O litoral brasileiro é propício para a colonização de espécies arbóreas típicas do ecossistema manguezal e pode ser explicado por sua grande extensão territorial, condições climáticas/oceanográficas ideais e pela presença de rios caudalosos que desagüam no mar (sendo fontes de nutrientes e de água doce), sobretudo, no litoral Amazônico que apresenta a maior área contínua de manguezais do planeta entre os estados brasileiros do Maranhão, Pará e Amapá, que correspondem a aproximadamente 80% dos manguezais do país (Nascimento et al., 2013); no litoral Amazônico também é marcante a presença de macromarés, o que favorece ainda mais a ocorrência de exuberantes manguezais nesta porção do litoral brasileiro (Souza-Filho, 2005 e Souza-Filho et al., 2009).

A vegetação de mangue do Brasil é formada por angiospermas de pouca variedade, três gêneros e seis espécies típicas sendo elas: *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora harrisonii*, *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa* (Schaeffer-Novelli & Cintrón, 1986).

Segundo Fernandes, os manguezais distribuem-se em estuários, lagunas e baías ao longo de mais de 7.408 km de linha costeira, do estado do Amapá até Santa Catarina, sendo o estado do Rio Grande do Sul o único de nossa costa a não apresentar esse ecossistema.

A ausência de manguezais nesse estado se dá pela influência da Corrente das Malvinas, uma corrente fria proveniente da Antártica. As regiões litorâneas que são banhadas por correntes frias não desenvolvem a vegetação de mangue, que é restrita a áreas atingidas pelas correntes quentes do oceano. Em função da variação das condições climáticas e oceanográficas da costa brasileira, onde há um decréscimo de temperatura do Equador para os Polos, os maiores bosques de mangue são encontrados na zona costeira Norte, onde é possível encontrar bosques com mais de 40 metros de altura, e ocorre um decréscimo de tamanho dos bosques a medida que se aproximam do extremo Sul do país.

Os apicuns ocorrem em áreas adjacentes aos bosques de mangue, nas regiões onde as águas provenientes das marés de sizígia adentram o continente e evaporam. O acúmulo de sal nesse solo proveniente da evaporação da água estuarina causa a supressão natural espécies arbóreas, caracterizando essa região como uma planície salgada desprovida de vegetação de grande porte, sendo somente possível a ocorrência de arbustos e gramíneas adaptadas à alta salinidade no solo .

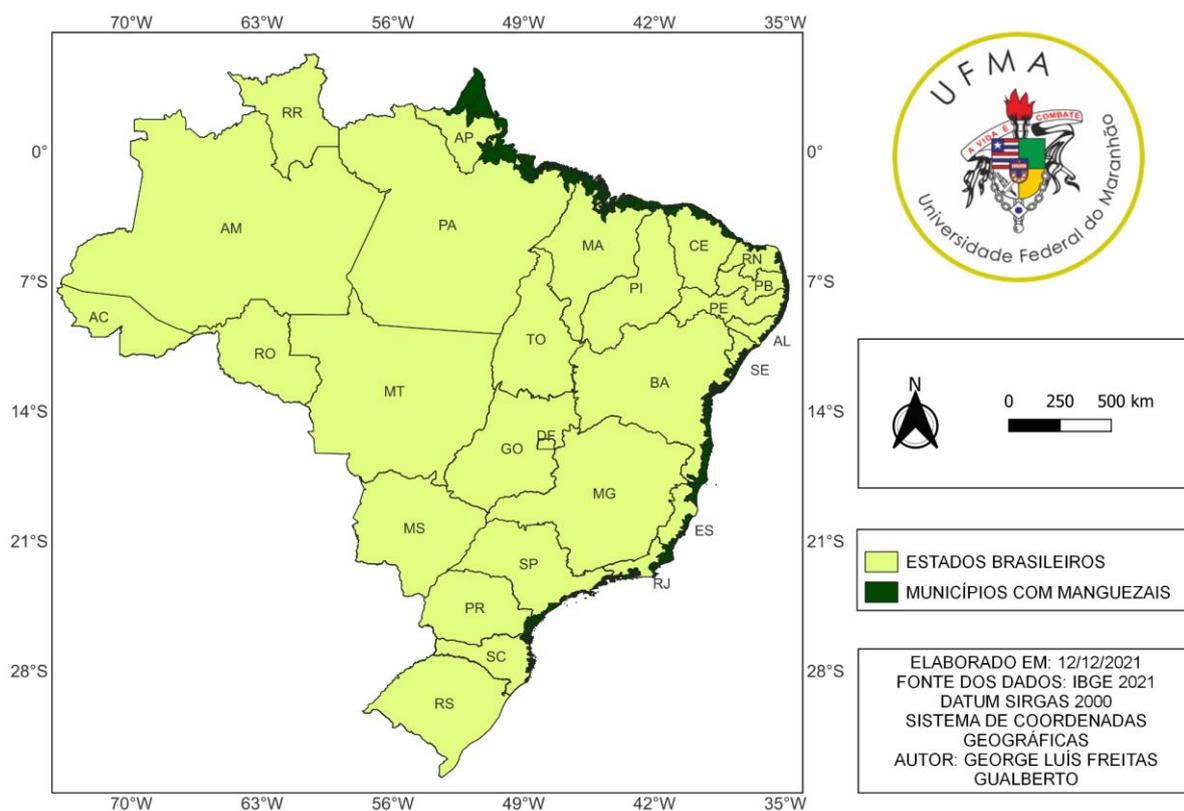


Figura 1. Área de ocorrência dos manguezais e apicuns da costa brasileira.

Dados

Os dados de ocorrência de áreas de mangues, apicuns, malha urbana, aquicultura, agricultura e mineração para a presente pesquisa são oriundos das séries anuais de uso e cobertura da terra produzidas pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (Mapbiomas) através do link <http://mapbiomas.org>. Os produtos possuem uma resolução espacial de 30 m, cobrindo o intervalo temporal de 1985 a 2019; e para o caso dos mangues, este consiste na maior e mais completa série temporal de dados de ocorrência de manguezais para todo o litoral brasileiro.

Os dados obtidos pelo MapBiomas foram organizados em dois tipos: as áreas dos ecossistemas mangue, apicum e a soma dos dois ecossistemas recebendo o nome de manguezal e a segunda, compreende os principais tipos de uso e ocupação do solo no território brasileiro.

A Tabela 1 contém os valores das áreas em km² de mangue, apicum e manguezal, dos anos 1985 a 2019. Já a Tabela 2, contém as áreas de malha urbana, aquicultura, agricultura e mineração, em km² dos anos de 1985 a 2019. Para a presente pesquisa, o termo manguezal será definido como a somatória das áreas dos bosques de mangue e planícies de apicuns presentes no território brasileiro, seguindo as definições do novo código florestal.

Tabela 1. Área de mangue, apicum e manguezal de 1985 a 2019 em km². Fonte: Coleção 5 do MapBiomias.

Ano	Mangue	Apicum	Manguezal
1985	9.395,766	547,933	9.943,699
1986	9.480,527	559,969	10.040,496
1987	9.483,099	569,567	10.052,665
1988	9.568,019	588,979	10.156,997
1989	9.580,743	624,685	10.205,428
1990	9.660,229	635,929	10.296,158
1991	9.712,247	653,183	10.365,430
1992	9.696,339	661,755	10.358,094
1993	9.709,054	683,976	10.393,029
1994	9.715,633	643,899	10.359,531
1995	9.743,597	630,457	10.374,054
1996	9.775,539	625,872	10.401,411
1997	9.763,598	661,906	10.425,504
1998	9.769,733	717,269	10.487,002
1999	9.854,257	727,826	10.582,083
2000	9.889,720	666,802	10.556,521
2001	9.919,977	618,074	10.538,050
2002	9.934,117	539,866	10.473,983
2003	9.951,919	519,687	10.471,606
2004	9.935,490	518,420	10.453,910
2005	9.901,876	523,888	10.425,763
2006	9.887,163	591,034	10.478,197
2007	9.860,508	624,922	10.485,430
2008	9.879,079	626,420	10.505,499
2009	9.915,697	594,953	10.510,650
2010	9.923,672	557,779	10.481,451
2011	9.901,963	565,036	10.466,999
2012	9.822,931	600,470	10.423,402
2013	9.812,792	651,018	10.463,811
2014	9.836,167	643,958	10.480,125
2015	9.779,430	630,030	10.409,460
2016	9.735,515	620,014	10.355,529
2017	9.640,552	640,471	10.281,022
2018	9.662,115	641,651	10.303,766
2019	9.669,157	629,045	10.298,201

Tabela 2. Área de malha urbana, aquicultura, agricultura e mineração de 1985 a 2019 em km².
 Fonte: Coleção 5 do MapBiomias.

Ano	Malha Urbana	Aquicultura	Agricultura	Mineração
1985	11.765,980	217,441	245.100,894	479,990
1986	13.098,994	259,130	242.105,487	476,832
1987	14.122,019	259,913	239.024,384	483,708
1988	15.241,799	292,624	242.076,376	491,330
1989	16.142,491	310,167	250.658,248	500,007
1990	16.737,077	317,949	253.000,783	506,995
1991	17.371,111	322,233	256.030,332	515,896
1992	17.863,528	327,132	256.659,836	520,158
1993	18.787,737	317,081	260.790,325	517,628
1994	19.040,003	307,507	267.194,937	519,809
1995	19.828,110	320,716	273.040,740	523,356
1996	20.521,447	314,236	281.289,042	522,626
1997	21.091,256	317,355	287.983,444	527,860
1998	21.522,744	285,205	291.715,718	529,442
1999	22.494,605	285,613	298.587,820	531,376
2000	23.426,993	329,671	309.485,293	538,078
2001	24.116,464	347,830	315.341,729	542,236
2002	24.766,546	373,837	330.213,321	559,494
2003	25.190,752	391,654	346.315,104	565,738
2004	25.613,797	392,972	376.245,485	572,550
2005	26.050,979	422,210	396.620,396	575,863
2006	26.492,857	443,162	408.148,673	583,692
2007	27.198,834	461,417	421.325,300	591,653
2008	27.478,332	465,377	439.024,413	594,115
2009	28.273,793	483,224	451.977,261	596,766
2010	28.969,186	483,616	461.295,102	604,654
2011	29.574,647	505,592	474.085,822	624,432
2012	30.163,003	513,244	490.206,104	643,623
2013	31.052,893	518,244	512.029,823	658,229
2014	31.797,421	520,870	547.791,413	676,371
2015	32.519,837	520,997	564.011,954	681,858
2016	33.036,393	502,847	574.316,648	733,331
2017	33.395,484	475,155	596.499,312	715,343
2018	34.202,877	521,339	613.345,545	691,965
2019	34.556,926	546,031	637.536,999	660,472

Análise das áreas

As áreas de mangue e apicum foram analisadas ano a ano e um gráfico foi gerado para identificar e visualizar os valores desde 1985 até 2019. O saldo das áreas foi obtido através da subtração dos valores de um ano pelo ano anterior, para identificar a linha de tendência da variação das áreas.

Análise estatística

Para identificar as variáveis responsáveis pela alteração nas áreas de manguezais foi realizada uma análise estatística multivariada - Análise dos Componentes Principais (ACP) e o Software estatístico utilizado foi o PAST versão 4.03.

A base para a realização da ACP foi a área de Manguezal, que consiste na área dos mangues somada a área dos apicuns. As variáveis utilizadas na ACP são os principais tipos de uso e ocupação do solo que mais impactam os ecossistemas costeiros brasileiros sendo eles: malha urbana, aquicultura, agricultura e mineração. Os dados utilizados na ACP são do ano de 1999 a 2019, contando a partir do declínio das áreas de manguezais, que teve seu início em 1999.

RESULTADOS

Análise das áreas

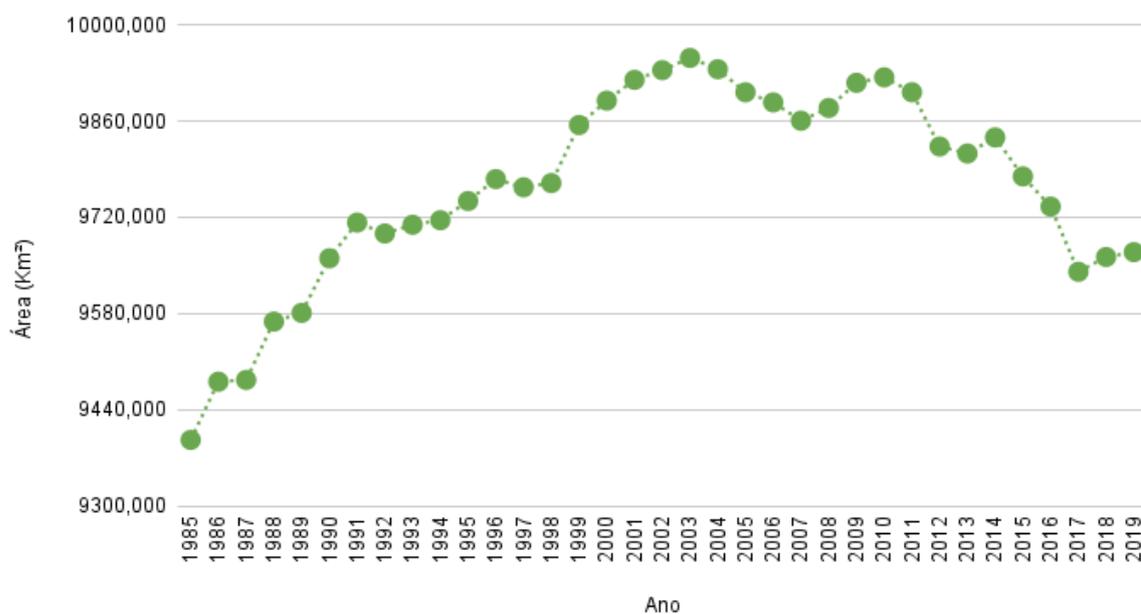
A figura 2a demonstra que para o intervalo temporal adotado na presente pesquisa (de 1985 a 2019), os mangues brasileiros apresentaram um aumento da sua área de ocorrência na ordem de 273.391 km², uma vez que, em 1985 a área de manguezais era de 9395,766 km² e em 2019 esse valor foi para 9669,157 km² (um incremento de 2,91 %). De 1985 a 2003, a área de mangues apresentou um expressivo evento de incremento na ordem de 556.153 km² (um aumento percentual de 5,92%), seguido de uma tendência de redução de áreas, entre os anos de 2003 a 2019, com um valor de perda de área de 282.763 km² (uma perda percentual de 2,84 %).

Contudo, analisando os valores presentes na série temporal “ano a ano”, figura 2b, é possível constatar dois padrões: uma forte tendência de aumento da área de mangues entre 1985 a 2003 e uma tendência atual de redução de área entre os anos de 2003 a 2019.

De acordo com Fernandes (2012), nos últimos anos o desmatamento das áreas de mangue vem sendo estimulado pela construção de obras de infraestrutura e investimento privado no Brasil. Obras como resorts, clubes, portos, pontes, rodovias, indústrias de beneficiamento de pescado e outros, necessitam previamente da retirada da vegetação de mangue. O aterramento das áreas de manguezais geralmente é o processo que sucede o desmatamento.

O evento de aumento de área de mangue (1985-2003) ratifica que a costa brasileira apresenta condições oceanográficas ideais para o desenvolvimento dos bosques de mangue. Já a queda das áreas, registradas nos 2004 à 2019, reforça a influência negativa da expansão da malha urbana no litoral brasileiro, que impactou diretamente em uma redução significativa das áreas de mangue nos últimos 15 anos.

(a) Variação da área de mangue

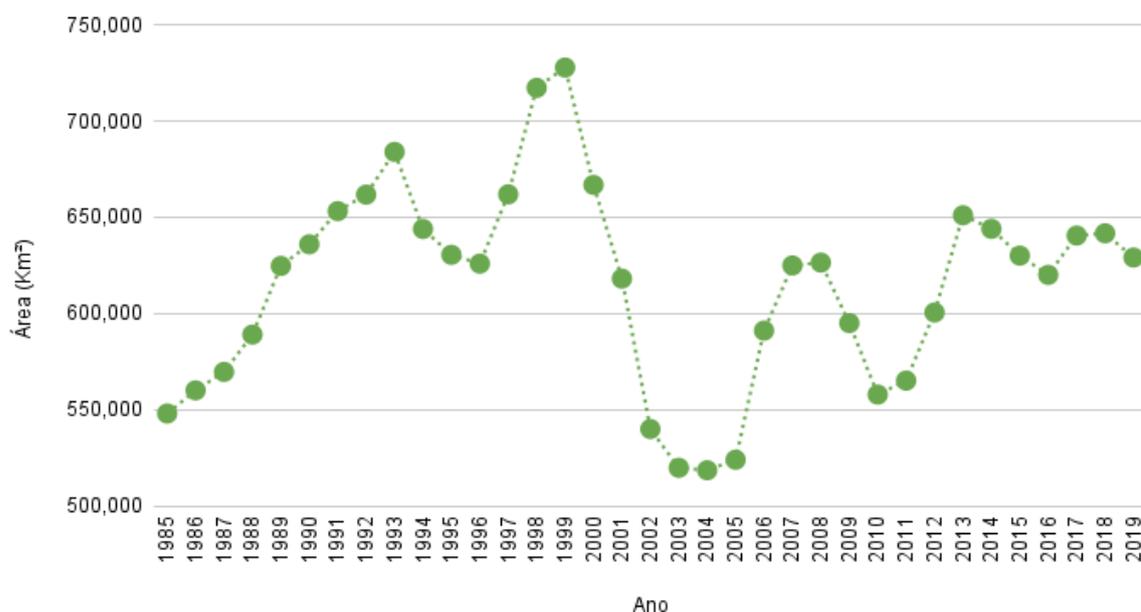


(b) Saldo anual das áreas de mangue



Figura 2. (a) Área de ocorrência do ecossistema manguezal em km² para o território brasileiro entre 1985 a 2019. Fonte. Projeto MapBiomass¹. (b) Variação das áreas de mangue ano a ano.

(a) Variação da área de apicum



(b) Saldo anual das áreas de apicum

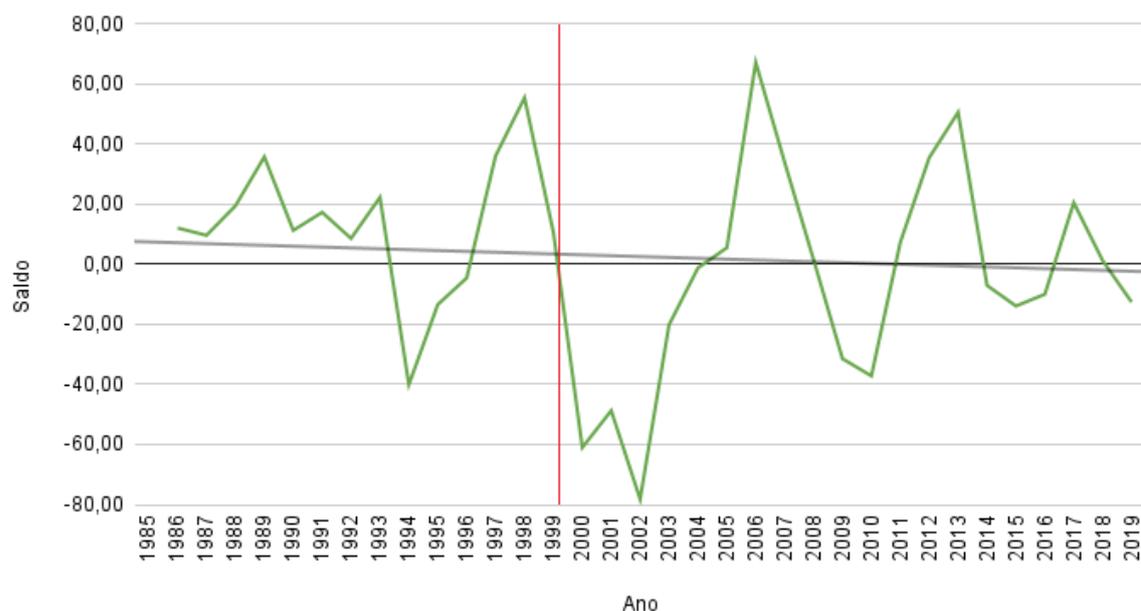


Figura 3. (a) Área de ocorrência do ecossistema apicum para o território brasileiro entre 1985 a 2019. Fonte. Projeto MapBiomas². (b) Variação das áreas de apicum ano a ano.

A variação das áreas de apicum ocorreu de maneira positiva no primeiro momento, saindo de 547.933 km² em 1985 e atingindo valor máximo em 1999 de 727.826 km², acompanhado de um decréscimo de áreas até o ano de 2004 (518.420 km²), seguido por ciclos de ganho e perda de áreas. Embora apresente um valor positivo no ano de 2019 (629.045 km²), figura 3a, é notável a tendência negativa na variação de sua área, figura 3b.

O apicum apresentou uma queda brusca em sua área a partir do ano de 1999, perdendo 187.960 km² o equivalente a 25.82%, em apenas quatro anos, período em que as atividades relacionadas à aquicultura, principalmente a carcinicultura, tiveram um aumento significativo no Brasil, especialmente na região Nordeste, passando de 285.613 km² em 1999 para 373.837 km² em 2002, uma adição de 30,89%, mantendo um aumento significativo de área até o ano de 2019, onde as áreas de aquicultura atingiram valor máximo, sendo ele 546.031 km².

Por localizar-se em áreas adjacentes aos manguezais, na região entre-marés superior, inundada apenas pelas marés de sizígias, os apicuns são considerados pontos estratégicos para empreendimentos de aquicultura, tendo em vista a dinâmica hidrológica e localização geográfica deste ecossistema.

Do ponto de vista ecossistêmico, os apicuns estão intrinsecamente relacionados aos mangues que tendem a crescer sobre essas planícies de maré hipersalina - daí a importância de sua conservação para o futuro dos manguezais. Atualmente pouco mais da metade dos apicuns (56%) também está em unidades de conservação. Por outro lado, o atual uso de boa parte dos apicuns brasileiros para a produção de sal e camarões apresenta um risco para a conservação de manguezais. Por serem áreas descampadas e planas, os apicuns são preferidos para a produção comercial de sal e crustáceos, em especial camarões (MAPBIOMAS).

Os dados apresentados nos gráficos acima indicam que ainda que os mangues e apicuns brasileiros apresentam um saldo positivo de área para o intervalo temporal adotado na presente pesquisa, é nítido a tendência de decréscimo de área apresentada nas últimas duas décadas, tanto para os mangues como para os apicuns.

O padrão de redução de áreas observado pode estar relacionado a impactos de origem antrópica como indica a literatura especializada Atlas dos Manguezais do Brasil, ICMBio 2018, porém estudos específicos de acompanhamento, monitoramento e entendimento do processo de perda de áreas de manguezais devem ser realizados para toda zona costeira. Entre os impactos humanos aos manguezais podem-se destacar:

1. **Pressão imobiliária** – Áreas de manguezais presentes na zona urbana, em locais de elevado valor financeiro e para instalação de grandes empreendimentos podem ser mais vulneráveis a eventos de supressão ou aterro;
2. **Exclusão social** – Segmentos sociais vítimas de eventos de exclusão social nos grandes centros urbanos podem ser direcionados a ocupar submoradias (palafitas) em áreas de manguezais, o que pode ter implicações negativas tanto para com a qualidade de vida das pessoas, como para com a qualidade ambiental do ecossistema manguezal;
3. **Aquicultura** – Atividades como carcinicultura e piscicultura na zona costeira podem também induzir a eventos de supressão da vegetação e aterro de áreas de manguezais e apicuns;
4. **Agricultura** – Atividades agrícolas adjacentes às áreas de manguezais e apicuns podem culminar na supressão desses ecossistemas devido a presença de pesticidas, agrotóxicos e resíduos que são descartados de maneira indevida nas águas estuarinas;
5. **Mineração** – A construção de portos e pátios para o abastecimento de navios graneleiros na região costeira do Brasil, ocorre, na maioria das vezes, em regiões cobertas por manguezais;
6. **Saneamento básico** – A ausência de saneamento básico nas cidades brasileiras ocasiona o descarte indevido de dejetos antrópicos nos corpos hídricos, causando a contaminação dos manguezais.

Outro fator de impacto para os manguezais brasileiros consiste na ameaça das mudanças climáticas, sobretudo, no que se refere ao risco da elevação do nível do mar. Contudo, devido à grande extensão e complexidade da zona costeira brasileira, e também, ao fato que inexistente no Brasil uma série histórica consistente de dados de elevação do nível do mar (PBMC, 2017), não é sensato, para a presente pesquisa, fazer qualquer inferência entre a oscilação de área dos

manguezais brasileiros a potenciais eventos de elevação do nível do mar que podem ter ocorrido no litoral brasileiro para o intervalo de tempo adotado.

A alteração das leis que protegem os manguezais também foi responsável pelo decréscimo de suas áreas na última década. O novo Código Florestal, Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, possui muitas brechas e é menos rigoroso se comparado ao antigo, Lei n.º 4.771, de 15 de Setembro de 1965. O novo Código apresenta anistia para quem infringiu as limitações das Áreas de Preservação Permanente (APP) e desenvolveram algum tipo de exploração e isenta pequenos proprietários rurais de preservarem a Reserva Legal. A nova Lei 12.651 visa a prevalência ao desenvolvimento econômico em detrimento ao meio ambiente.

Análise estatística

Os dados obtidos na ACP indicam que a PC1, malha urbana, é responsável por 94,14% da variação das áreas dos manguezais brasileiros de 1999 a 2019, seguido pela PC2, aquicultura, com 4,59%. A PC3 é responsável por 1,17% e a PC4 por 0,09%, sendo elas a agricultura e a mineração respectivamente.

Tabela 3. Sumário da Análise de Componentes principais.

PC	Eigenvalue	% variance
1	3,76562	94,14
2	0,183621	4,5905
3	0,0469971	1,1749
4	0,00376619	0,0944155

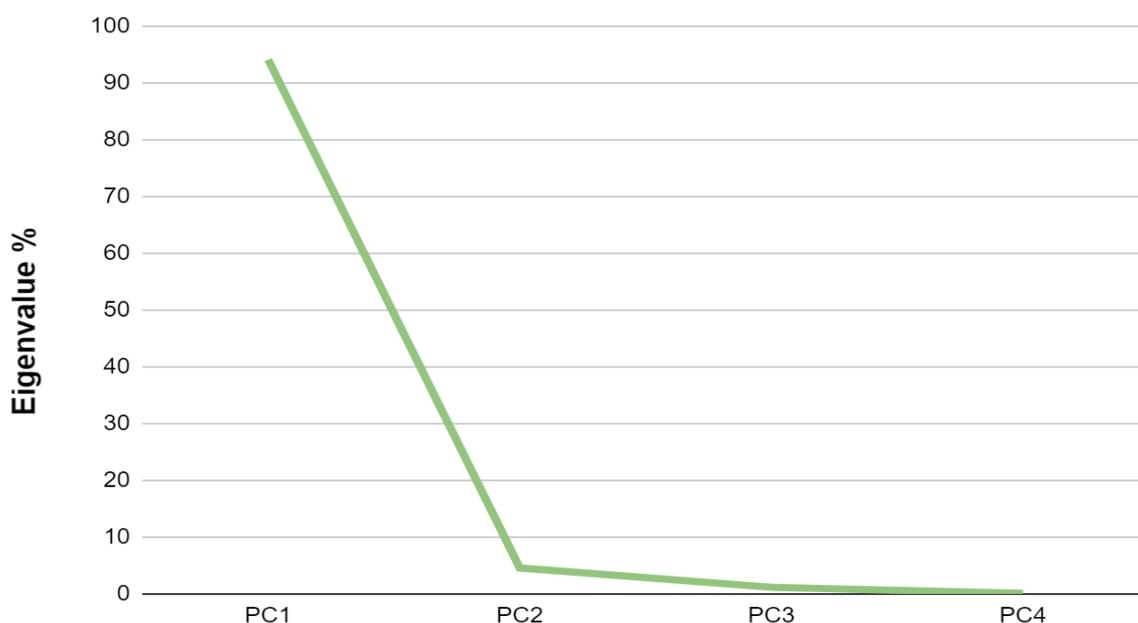


Figura 4. Scree plot.

Aproximadamente 27% da população brasileira reside na região costeira e 11 das 26 capitais dos Estados brasileiros são litorâneas, ocorrendo em áreas adjacentes aos manguezais. O Novo Código Florestal permite a supressão dos manguezais apenas em caso de utilidade pública, interesse social, de caráter benéfico à população e infraestrutura local. Com o aumento constante da população, cada vez mais ocorre a expansão das cidades, rodovias, sistemas

portuários e demais obras de cunho urbano, contribuindo para a supressão dos manguezais brasileiros.

Segundo Mochel (2019), o crescimento desordenado das cidades e das áreas industriais é responsável pela supressão de boa parte dos manguezais em toda a costa brasileira. O modelo de carcinicultura intensiva, com espécies exóticas praticado no litoral brasileiro tem gerado um dos mais graves impactos nos manguezais, especialmente na região nordeste.

Vannucci (2002) afirma que o aluvião terrígeno pode formar valiosos depósitos de minérios, que são explorados pelo homem, geralmente à custa da destruição das florestas de mangues. Em muitas regiões do Brasil, áreas de manguezais localizadas nas partes superiores dos estuários, onde há a predominância de água doce, os bosques de mangue são desmatados para dar lugar a áreas de agricultura, que são abastecidas com as ricas águas dos rios, contribuindo para a diminuição dos hectares de manguezal.

CONCLUSÃO

Os dados apresentados na presente pesquisa indicam que para o intervalo de tempo adotado, as áreas de ocorrência de mangues e apicuns para a zona costeira brasileira apresentaram um saldo positivo. Contudo, nas últimas duas décadas é nítida uma expressiva tendência de redução das áreas dos mangues brasileiros, que foi iniciada por volta do ano de 2004 e vai até o ano de 2019. Esse padrão de decréscimo precisa ser acompanhado tanto por meio de pesquisas, como por parte dos tomadores de decisão.

Os dados do MapBiomias, coleção 5, atrelados à análise ACP possibilitaram identificar os vetores mais impactantes do manguezal, sendo a urbanização e expansão das atividades do ramo da aquicultura, sendo responsáveis por mais de 98% da alteração antrópica das áreas de manguezal dos anos de 1999 a 2019.

REFERÊNCIAS

Bezerra, D.S. et al. Simulating Sea-Level Rise Impacts on Mangrove Ecosystem adjacent to Anthropic Areas: the case of Maranhão Island, Brazilian Northeast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 9 (3): 188-198, 2014.

Bigarella, J.J., 1947. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. *B.Geogr.*, 55: 747-779.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.

Copertino, M.S. Add Coastal Vegetation to the Climate Critical List. *Nature* 473, 255, 2011. doi:10.1038/473255a.

Fabianic, N.; Trebucq, D. Apresentação. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos Manguezais. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.

Fatoyinbo et al. Landscape-scale extent, height, biomass, and carbon estimation of Mozambique's mangroves forests with Landsat EMT+ and Shuttle Radar Topography Mission elevation data. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 113, G02S06, doi:10.1029/2007JG000551. 2008.

Fernandes, R. T. V. Recuperação de manguezais. Dentro: Fernandes. Manguezais: conceitos e importância. 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2012. cap 1, pag. 6.

Fernandes, R. T. V. Recuperação de manguezais. Dentro: Fernandes. Degradação dos manguezais. 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2012. cap 2, pag. 15.

Giri et al. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, vol. 20, Issue1, 154-159, 2010.

ICMBio, Atlas dos Manguezais do Brasil / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018, 176 p.

Maretti, C.; Soavinski, R. Introdução. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos Manguezais. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.

Mochel, F. R. O manguezal de todos os povos - a oceanografia social e sua educação ambiental no empoderamento das comunidades tradicionais costeiras. Educação ambiental: natureza, biodiversidade e sociedade, 2019.

Nascimento, S. 1993. Estudo da importância do “apicum” para o ecossistema de manguezal. Relatório Técnico Preliminar. Sergipe, Governo do Estado do Sergipe, 27p.

Nascimento, W.R.JR. et al. Mapping changes in the largest continuous Amazonian mangrove belt using object-based classification of multisensor satellite imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 117: 83-93, 2013.

Nellmann et al. (Eds). Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme. 2009. Disponível em: <<http://www.grida.no/publications/rr/blue-carbon>>. Acesso em 12/12/20.

Odum, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. 434 p.

PBMC. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas. Relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), (2017), 184 p.

Projeto MapBiomas – Coleção 5 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 01/01/2021 através do link: <http://mapbiomas.org>.

Projeto MapBiomas – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 12/05/2022 através do link: <http://mapbiomas.org>.

Rebello-Mochel. Visão da Importância Global dos Manguezais Amazônicos. In: II Encontro Regional Norte de Educação Ambiental em Áreas de Manguezais (ENEREAM): Transformangue, Saberes e Poderes, São Luis-MA. Palestra Proferida durante o II Encontro Regional Norte de Educação Ambiental em Áreas de Manguezal. Relatório do Encontro. São Luís, 2003.

Santana, Neiva Marion Guimarães de. Apicuns de Barra de Catuama-PE: análise espaço temporal e características físicas e químicas dos sedimentos / Neiva Marion Guimarães de Santana. – Recife: O autor, 2013.

Schaeffer-Novelli, Yara e Cintrón, G. Guia para estudo de áreas de manguezal ; estrutura, funcao e flora. . São Paulo: Caribbean Ecological Research. . Acesso em: 15 mar. 2023. , 1986

Schaeffer-Novelli, Yara. Mangue e Manguezal. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos Manguezais. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. p. 17-21.

Silva, A. D. C. et al. Ecossistema costeiro: restinga e manguezal. In: SEMOC - Semana de Mobilização Científica, 2003. Disponível em: <http://ri.ucsal.br:8080/jspui/handle/prefix/2473>. Acesso em: 20/03/2023.

Souza-Filho, P.W.M. Costa de macromaré da Amazônia: Cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. Revista Brasileira de Geofísica, 23(4): 427-435 (2005).

Souza-Filho, P.W.M. et al. The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the Eastern Amazon coast, Northern Brazil. In: Dillenburg SF, Hesp PA (eds) Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil, 1st ed. Springer, New York, pp 347–376 (2009).

Spalding, M., Kainuma, M., Collins, L. World Atlas of Mangroves. London, UK: Earthscan. 336 pp (2010).

Vannucci, M. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções / Marta Vannucci; versão em português Denise Navas-Pereira. - 2. ed. revista e ampliada - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.