

Vulnerabilidade florestal à cobertura e uso do solo em Área de Proteção Ambiental estuarina de Pernambuco

Forest vulnerability to coverage and use of land in an estuarine Environmental Protection Area of Pernambuco

Fátima Verônica Pereira Vila Nova*, Maria Fernanda Abrantes Torres**, Arsenio Jose Areces Mallea***

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, fatimaveronica.vn@gmail.com

**Universidade Federal de Pernambuco, daetorres@hotmail.com

***Instituto de Geografía Tropical, jareces22@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v53i0.69871>

Resumo

Áreas de Proteção Ambiental são Unidades de Conservação categorizadas como de uso sustentável. Pernambuco possui 13 Áreas de Proteção Ambiental estuarinas, nas quais o ecossistema a ser protegido é o manguezal, cuja vulnerabilidade florestal apresenta relação direta com as atividades humanas, o que tem acarretado a redução da cobertura vegetal e da sua capacidade de resiliência. Neste contexto, buscou-se avaliar um conjunto de variáveis socioeconômicas e de cobertura e uso do solo sobre a diminuição de áreas com cobertura florestal nativa na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Pernambuco, identificando assim, os fatores que aumentam a sua vulnerabilidade. Para isso, considerou-se doze variáveis socioeconômicas, com dados adquiridos no Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, dos anos de 1991, 2000 e 2010, e seis variáveis de cobertura e uso do solo, obtidas por meio de imagens multiespectrais dos anos de 1989, 2000 e 2010, e classificação supervisionada com o uso do satélite LANDSAT 5 TM. Aplicou-se técnicas estatísticas multivariadas que permitiram a identificação de dois perfis distintos de cobertura e uso do solo: 1) perfil contendo variáveis com grau de dependência negativo com a vegetação nativa e representativo do espaço urbano; 2) perfil onde as variáveis apresentaram um grau de dependência positivo com a vegetação nativa e representativo do espaço rural. As variáveis selecionadas nesse trabalho indicam os processos que acentuam a vulnerabilidade florestal da APA estuarina de Sirinhaém e Maracaípe e são passíveis de serem utilizadas em outras APAs estuarinas e na construção de instrumentos de monitoramento.

Palavras-chave: APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Conservação, Manguezal, Mudança Ambiental, Perda da Vegetação.

Abstract

Environmental Protection Areas are Preservation Units categorized as of sustainable use. Pernambuco has thirteen estuarine Environmental Protection Areas (APA), where the protected ecosystem is the mangrove, which forest vulnerability has a direct connection to human activities,

and that has led to the reduction of vegetation coverage and its capacity of resilience. In this context, it was sought to evaluate a set of socioeconomic variables and the land coverage and use over the decrease of areas with native forest coverage in the estuarine APA of the Sirinhaém river and the Maracaípe river, Pernambuco, thus identifying the factors that increase their vulnerability. For this, twelve socioeconomic variables were considered, with data acquired from the Census of the Brazilian Institute of Geography and Statistics, from 1991, 2000, and 2010, and six variables of land coverage and use, obtained through multispectral images of the years 1989, 2000 and 2010, and supervised classification with the use of LANDSAT 5 TM satellite. Multivariate statistical techniques were applied allowing the identification of two distinct profiles for land coverage and use: 1) one containing variables with a negative degree of dependence with native vegetation and representative of urban space; 2) other where the variables presented a positive degree of dependence with the native vegetation and representative of the rural area. The variables selected in this work indicate the processes that accentuate the forest vulnerability of the Estuarine APA of Sirinhaém and Maracaípe and are likely to be used in other estuarine APAs and for the elaboration of monitoring instruments.

Keywords: Estuarine APA of the Sirinhaém and the Maracaípe rivers, Preservation, Mangrove, Environmental Change, Vegetation Loss.

I. INTRODUÇÃO

As Áreas de Proteção Ambiental (APAs) integram as Unidades de Uso Sustentável do Sistema Nacional de Unidades de Conservação do Brasil (SNUC), instituído pela Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. O objetivo básico de uma APA é aliar a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade dos recursos naturais com o processo de ocupação e atividades humanas desenvolvidas nessas áreas (BRASIL, 2000).

Em Pernambuco, estado do Nordeste brasileiro, foi criado o Sistema Estadual das Unidades de Conservação da Natureza (SEUC) pela Lei 13.787, de 09 de junho de 2009. No entanto, já existiam Unidades de Conservação Estaduais que foram recategorizadas. Atualmente, Pernambuco possui 89 UCs, 44 de Proteção Integral e 45 de Uso Sustentável. Destas, 13 foram instituídas como Áreas de Proteção Ambiental estuarinas, nas quais o ecossistema a ser protegido é o manguezal (CPRH, s.d.).

Os manguezais são considerados um dos ecossistemas mais produtivos do planeta (ICMBio, 2018). Eles se desenvolvem ao longo das regiões costeiras tropicais e subtropicais, em áreas de transição do ambiente terrestre e marinho, sujeitas à inundação das marés e influência fluviomarinha. As suas florestas halófitas, adaptadas aos ambientes alagados, anóxicos, com flutuação de salinidade e temperatura, são fundamentais para retenção de sedimentos na costa, produção primária, ciclagem de nutrientes, abrigo da fauna e sequestro de dióxido de carbono. São habitat de ostras, caranguejos, aves, peixes, entre muitas formas de vida (VANNUCCI, 2002), ou seja, desempenham papel fundamental no ecossistema.

Os manguezais estão numa região de grande concentração populacional e variadas formas de assentamentos humanos, e as suas florestas vêm sendo paulatinamente afetadas por uma multiplicidade de usos, produtos da materialização das relações socioespaciais e do exercício do poder, que perpassa pela implementação de atividades ligadas ao capital produtivo, nas quais as decisões são tomadas em escala regional, nacional e internacional, sem vínculo com o local e com a conservação dos recursos naturais dessas áreas (SANTOS, 2005). O que torna a regulação do uso e ocupação do solo um dos maiores desafios na gestão das APAs.

A vulnerabilidade florestal apresenta uma relação direta com as atividades humanas, e pode ser compreendida pela diminuição da capacidade adaptativa aos impactos negativos (KRUG, 2008). O rompimento dos processos ecológicos, provocados pela fragmentação ou redução das florestas de mangue, resulta na perda de habitat, degradação acelerada dos solos, eliminação das redes alimentares com base em detritos, afetando, assim, a biodiversidade (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002; VANNUCCI, 2002), e no caso de Pernambuco, a efetividade das APAs.

Deste modo, instrumentos de avaliação e monitoramento das APAs devem considerar variáveis, que são representações operacionais de um atributo (qualidade, característica, propriedade) de um sistema, cujo valor se altera no espaço e no tempo e entre os diversos territórios, permitindo identificar o seu estado, evolução e tendência (QUIROGA-MARTÍNEZ, 2009), que representem essa dinâmica e que incidem na vulnerabilidade florestal, compreendida aqui a partir da redução da cobertura da vegetação, que reflete na redução da resiliência, ou seja, na capacidade do manguezal resistir a mudanças sem perder as suas funções e estrutura (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2016; AQUINO et al., 2017).

Nos estudos de vulnerabilidade, os temas mais recorrentes são os processos geomorfológicos relacionados à erosão e contaminação, predominando variáveis como declividade, litologia, tipos de solo, textura, porosidade do solo e tipos de uso e ocupação do solo (PINESE JUNIOR; RODRIGUES, 2012; FUSHIMI et al., 2013; SANTOS; SOUZA, 2014; SOUZA; CASTRO, 2014;). Além desses, outros temas são abordados como processos hídricos associados à poluição, segurança hídrica, saúde pública, mudanças climáticas, nos quais prevaleceram variáveis como área de captação pública, carga de efluentes domésticos e industriais, composição e quantidade de nutrientes, fatores e elementos do clima e tipos de usos e ocupação do solo (BRAVO et al., 2011; FRACALANZA et al., 2013; LIMA et al., 2015; MUSSETA; BARRIENTOS, 2015; TINOCO et al., 2016).

Geralmente, as variáveis utilizadas na construção de indicadores de vulnerabilidade, que são instrumentos facilitadores para o entendimento das demandas de informação para a formulação de políticas e na tomada de decisões nas esferas públicas e de outros instrumentos, abrangem quatro categorias temáticas: determinantes sociais de saúde; socioambiental e condições climáticas; família e curso da vida; territórios e espaços geográficos específicos (SCHUMANN; MOURA, 2015).

Partindo desses pressupostos, o objetivo desta pesquisa foi avaliar um conjunto de variáveis socioeconômicas e de cobertura e uso do solo sobre a diminuição de áreas com cobertura florestal nativa na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Pernambuco, identificando, assim, os fatores que aumentam a sua vulnerabilidade.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe está situada entre os municípios de Sirinhaém e Ipojuca, litoral sul de Pernambuco, conforme pode ser visto na Figura 1.

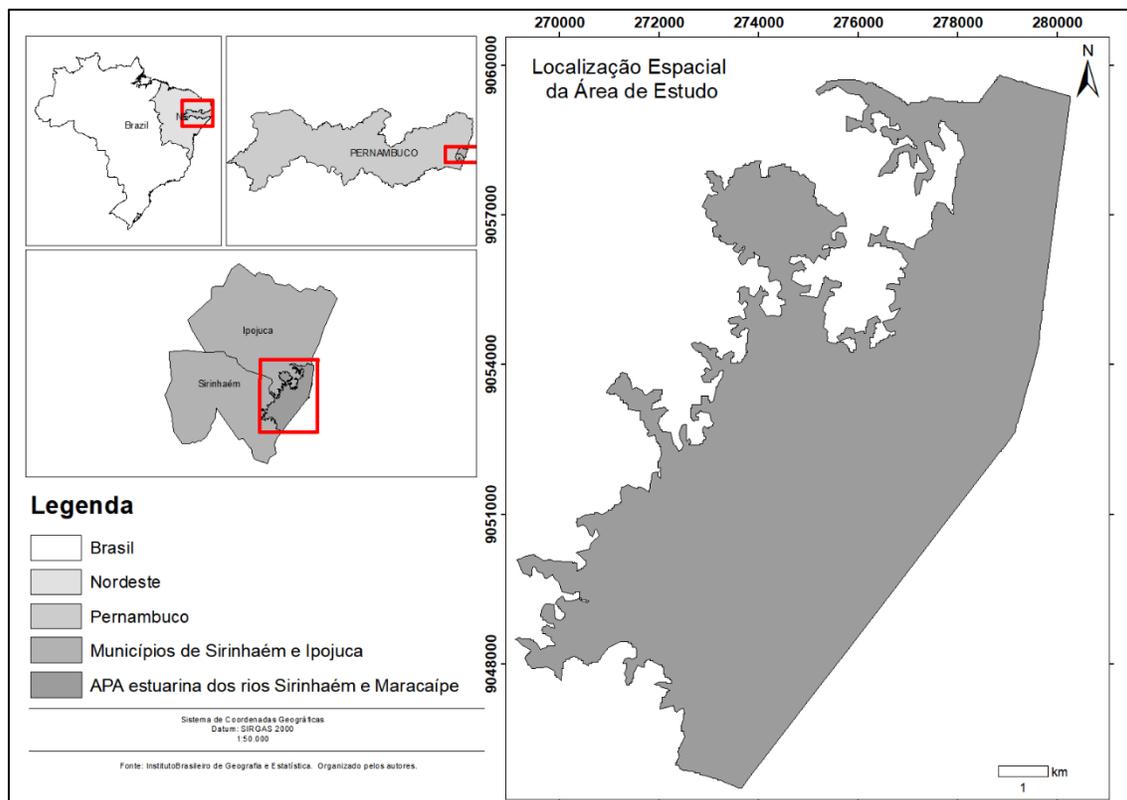


Figura 1 -Localização espacial da APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Pernambuco (Fonte: Organizado pelos autores).

A APA foi criada pela Lei n° 9.931/86, possui uma área total de 3.335 hectares, e até os dias atuais não possui plano de manejo. Contribuem para a formação do sistema estuarino os rios Siribó, da Palma, Trapiche, Arrumador e o Riacho Duas Irmãs, além da Lagoa Ilha do Ave e o rio Maracaípe, que abriga o manguezal desde a praia de Porto de Galinhas até a Barra de Sirinhaém (CPRH, 2014).

O estuário dos rios Sirinhaém e Maracaípe encontra-se nas planícies costeiras que se formaram durante a transgressão marinha no Holoceno, inundando os vales dos rios. Apresenta baixas profundidades, com topografia semelhante ao vale dos rios, com a seção transversal aumentando em direção à foz (SILVA et al., 2011). Essa região apresenta clima quente e úmido, com chuvas abundantes entre junho e agosto, a temperatura registra médias anuais entre 25°C e 30°C (CPRH, 2014).

Além do manguezal, esse ambiente costeiro é domínio potencial da Floresta Tropical (Floresta Atlântica) e das formações litorâneas, como restingas, praias e recifes bem alterados pela expansão urbana e ocupação desordenada do solo (VILA NOVA; TORRES, 2012; VILA NOVA et al., 2013). Em 2020, a população estimada para Sirinhaém e Ipojuca juntas foi de 127.268 habitantes, densidade populacional de 123,85 hab/km² e 154,53 hab/km², respectivamente e Índice de Desenvolvimento Humano de 0,597, em Sirinhaém, e 0,619, em Ipojuca (IBGE, 2020).

Coleta dos Dados

Para a pesquisa foi realizado o levantamento de dados secundários no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), espacialização de dados, por meio de mapeamentos e uso de ferramentas computacionais, detalhadas a seguir.

Variáveis socioeconômicas

Para a dimensão socioeconômica foram utilizadas doze variáveis (Quadro 1) dos dois municípios (Ipojuca e Sirinhaém) que abrangem a APA, obtidas na base de dados do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dos anos de 1991, 2000 e 2010. Optou-se por usar os dados do Censo, pois apresentam séries históricas estáveis que permitem monitoramentos e comparações no tempo. O Censo previsto para 2020 ainda não foi realizado.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas na dimensão socioeconômica, APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, municípios de Sirinhaém e Ipojuca, Pernambuco.

Identificação das Variáveis	Variáveis Socioeconômicas
1	População urbana
2	População rural
3	Densidade demográfica
4	Pobreza – pessoas pobres (renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais)
5	Renda per capita
6	Pessoas não alfabetizadas com mais de 25 anos de idade
7	Pessoas com ensino superior com mais de 25 anos de idade
8	Domicílios particulares permanentes com saneamento adequado (Domicílios com escoadouros ligados à rede-geral ou fossa séptica, servidos de água proveniente de rede geral de abastecimento e com destino do lixo coletado diretamente ou indiretamente pelos serviços de limpeza)
9	Domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado (Domicílios com escoadouro ligados à fossa rudimentar, vala, rio, lago ou mar e outro escoadouro; servidos de água proveniente de poço ou nascente ou outra forma com destino de lixo queimado ou enterrado, ou jogado em terreno baldio)
10	Participação no Valor Adicionado ao PIB do município (Agropecuária)
11	Participação no Valor Adicionado ao PIB do município (Indústria)
12	Participação no Valor Adicionado ao PIB do município (Serviços)

Fonte: Organizado pelos autores, 2019.

Para a escolha dessas doze variáveis, a priori, realizou-se uma análise exploratória, na qual 37 variáveis foram submetidas ao cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (r) e a Análise de Componentes Principais (ACP). Primeiro, foram selecionadas as variáveis com o coeficiente de correlação maior que 0,99 (positiva ou negativa) e na ACP, as variáveis das duas primeiras dimensões, que explicaram 74,39% da variação total, sendo 54,50%, correspondente à primeira e 19,88%, à segunda.

Variáveis de cobertura e uso do solo

Para a cobertura e uso do solo considerou-se seis variáveis: mangue; outra vegetação (restinga e mata); cultura permanente (cana-de-açúcar e coco); área urbanizada (estruturas artificiais como casas, ruas, cidades, etc.); solo exposto (áreas desmatadas, bancos arenosos); corpos hídricos (incluindo alagados sem vegetação).

Os dados foram obtidos por meio do processamento digital de imagens e classificação supervisionada, com imagens digitais multiespectrais dos anos de 1989 (imageamento em: 10/07/1989), 2000 (imageamento em: 26/09/2000) e 2010 (imageamento em: 06/09/2010), do satélite LANDSAT 5, sensor TM, órbita 214, ponto

66, bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, resolução espacial de 30 m, adquiridas gratuitamente através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os anos de captura das imagens são próximos ao Censo realizado pelo IBGE nos anos de 1991, 2000 e 2010.

Para diminuir os efeitos da atmosfera nas imagens foi feita a calibração radiométrica, sendo realizados cálculos de radiância e reflectância a partir do software ERDAS 9.3. Na primeira etapa obteve-se a radiância espectral aparente da imagem, que consistiu em transformar o número digital da imagem em radiância (Equação 1):

$$L\lambda = a_i + ((b_i - a_i) / 255) n_d \quad (1)$$

Onde, $L\lambda$ é a radiância espectral aparente em determinada banda, a_i é o L_{max} , b_i corresponde ao L_{min} e n_d o número digital da imagem em cada banda. Os dados referentes ao L_{max} e o L_{min} foram adquiridos de uma planilha específica cedida pelo INPE.

Após a transformação do número digital da imagem em radiância espectral aparente foi realizada a segunda etapa, denominada de obtenção da reflectância dos objetos presentes nas imagens (Equação 2):

$$\rho_a = (\pi * d^2 * L\lambda) / (e_{sun} * \cos(\text{zen})) \quad (2)$$

Onde, ρ_a é a reflectância, $\pi * d^2$ corresponde à distância Terra-Sol, $L\lambda$ é a radiância espectral aparente, e_{sun} são os valores de irradiância solar no topo da atmosfera nas bandas utilizadas e $\cos(\text{zen})$ corresponde ao cosseno do ângulo zenital.

Após a calibração da imagem foi feito um recorte do entorno da APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, sendo o mesmo utilizado para todas as imagens, evitando contabilizar e analisar tamanhos de áreas distintos. A delimitação extrapolou os limites da APA, buscando contemplar todas as feições de uso, por meio de interpretação visual e aproveitar a área útil das imagens. Posteriormente, foi realizada a classificação supervisionada.

O método de classificação utilizado foi o MAXVER, que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos que devem ser fornecidos ao sistema um conjunto de dados ou amostras que representam bem as classes de interesse para que o classificador tenha

condições de definir um diagrama de dispersão em torno da média, bem como a distribuição das probabilidades de os pixels pertencerem ou não à determinada classe (FRANÇA et al., 2009).

Para a aquisição das assinaturas espectrais foi utilizada a ferramenta “crescimento de região”, que determina quais pixels possuem valores similares ao pixel de referência ou semente. Posteriormente, as imagens classificadas foram convertidas para polígono e calculadas as áreas de cada classe (Tabela 1 e Figura 2)

Tabela 1 –Variáveis de cobertura e uso do solo na Área de Proteção Ambiental estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, municípios de Sirinhaém e Ipojuca / PE, 1991, 2000 e 2010.

VARIÁVEIS DE COBERTURA E USO DO SOLO	Área (ha)		
	1991	2000	2010
Mangue	2.468,57	2.143,86	2.139,83
Outra vegetação (restinga e mata)	733,19	642,32	704,24
Cultura permanente (cana-de-açúcar e coco)	1.315,35	1.324,80	1.505,79
Área urbanizada	345,38	616,59	557,02
Solo exposto	323,10	293,71	283,65
Corpos hídricos	1.787,80	1.952,58	1.782,51

Fonte: Autores (2019).

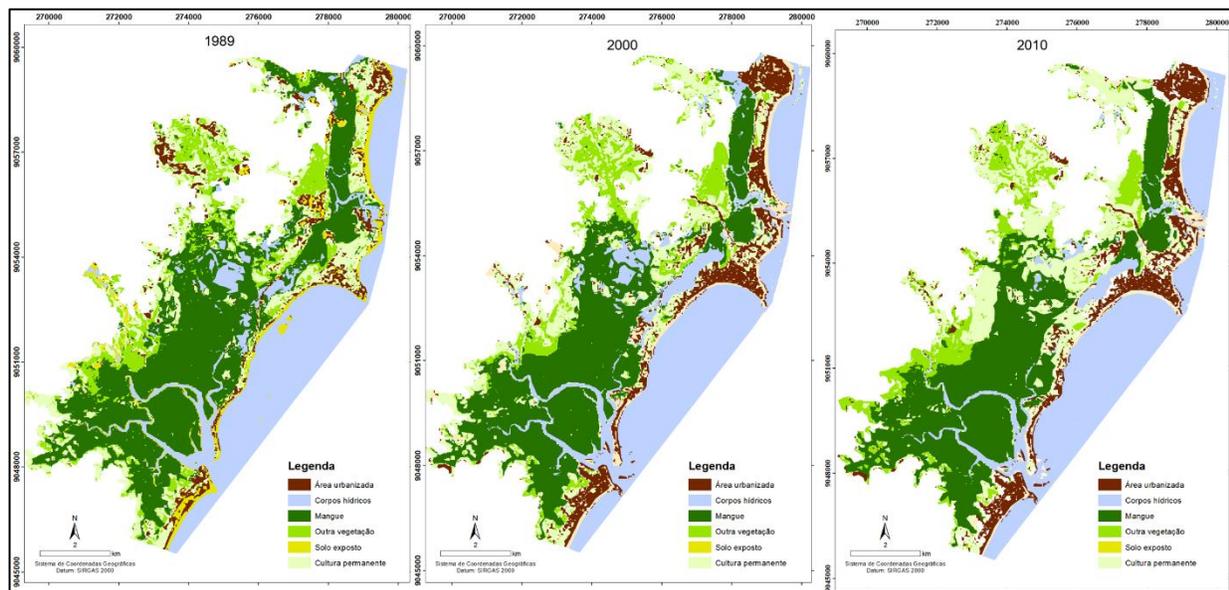


Figura 2- Cobertura e uso do solo na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Pernambuco, em 1989, 2000 e 2010. Fonte:

Organizado pelos autores.

Esses dados serviram de base para a análise da dinâmica de cobertura e uso do solo.

Diminuição de áreas com cobertura florestal nativa

Considerou-se as seguintes variáveis de cobertura e uso do solo: mangue e outra vegetação (restinga e mata), que foram transformadas em uma única variável: vegetação nativa, que representa a cobertura florestal da APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe.

Análise dos dados

Para a análise inicial dos dados calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), que mede a associação, intensidade e direção entre as seguintes variáveis socioeconômica e de cobertura e uso do solo: 1- População urbana; 2- população rural; 3- densidade demográfica; 4- Pobreza - pessoas pobres (renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais); 5- renda per capita, 6- Pessoas não alfabetizadas com mais de 25 anos de idade; 7- pessoas com ensino superior com mais de 25 anos de idade; 8- Domicílios particulares permanentes com saneamento adequado (Domicílios com escoadouros ligados à rede-geral ou fossa séptica, servidos de água proveniente de rede geral de abastecimento e com destino do lixo coletado diretamente ou indiretamente pelos serviços de limpeza); 9- Domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado (Domicílios com escoadouro ligados à fossa rudimentar, vala, rio, lago ou mar e outro escoadouro; servidos de água proveniente de poço ou nascente ou outra forma com destino de lixo queimado ou enterrado, ou jogado em terreno baldio); 10- Participação no Valor Adicionado ao PIB do município (Agropecuária); 11- Participação no Valor Adicionado ao PIB do município (Indústria); 12- Participação no Valor Adicionado ao PIB do município (Serviços); 13- área de cultura permanente (cana-de-açúcar e coco); 14- área urbanizada; 15- área de solo exposto; 16- área de corpos hídricos; 17- área de vegetação nativa (mangue, restinga e mata).

O coeficiente de correlação de Pearson foi calculado entre a variável área de vegetação nativa (mangue, restinga e mata) e cada uma das outras variáveis. O coeficiente varia de -1 a 1, o sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis, quanto mais perto de 1 (ou -1) maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis, quanto mais próximo zero, menor a relação (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009) (Quadro 2).

Quadro 2- Classificação do grau de dependência do coeficiente de correlação de Pearson.

Coeficiente	Grau de Dependência
0,91 ou - 0,91	Muito forte
0.71 a 0.9 ou -0.71 a -0.9	Forte
0.51 a 0.7 ou -0.51 a -0.7	Moderada
0.31 a 0.5 ou -0.31 a -0.5	Fraca
0 a 0.3 ou 0 a -0.3	Dispensável

Fonte: Adaptado de Mukaka (2012).

As variáveis selecionadas para a análise foram aquelas associadas de maneira estatisticamente significativa, considerando o coeficiente de correlação igual ou superior a 0,51 ou -0,51, uma vez que esses valores representam um grau de dependência moderada, forte e muito forte.

Posteriormente, para a identificação do perfil de cobertura e uso do solo foi realizada análise de agrupamentos, utilizando-se o método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis que apresentaram um grau de dependência moderada, forte e muito forte (negativa ou positiva) com a vegetação nativa (cobertura florestal da APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe), a partir do coeficiente de correlação de Pearson (r) foram: 1- Valor adicionado ao PIB do município pela agropecuária; 2- Valor adicionado ao PIB do município pela indústria; 3- Valor adicionado ao PIB do município pelos serviços; 4- Pessoas não alfabetizadas com mais de 25 anos; 5- Pessoas com ensino superior completo com mais de 25 anos; 6- População urbana; 7- População rural; 8-Domicílios particulares permanentes com saneamento adequado; 9- Domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado; 10- Pobreza - pessoas pobres; 11- Renda per capita; 12- Densidade demográfica; 13- Solo exposto; 14- Área urbanizada (Quadro 3).

Quadro 3—Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis analisadas e a vegetação nativa (cobertura florestal) na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, municípios de Sirinhaém e Ipojuca / PE em 1991, 2000 e 2010.

	Variáveis relacionadas com a Vegetação Nativa	Correlação	Direção	Grau de Dependência
1	Valor Adicionado ao PIB (Serviços)	-0,99	Negativa	Muito Forte
2	Valor Adicionado ao PIB (Indústria)	0,94	Positiva	Muito Forte
3	Valor Adicionado ao PIB (Agropecuária)	0,99	Positiva	Muito Forte
4	Analfabetos com mais de 25 anos	0,88	Positiva	Forte
5	Pessoas com ensino superior com mais de 25 anos	-0,59	Negativa	Moderada
6	População urbana	-0,83	Negativa	Forte
7	População rural	0,83	Positiva	Forte
8	Domicílios particulares permanentes com saneamento adequado	-0,64	Negativa	Moderada
9	Domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado	0,85	Positiva	Forte
10	Pobreza - pessoas pobres	0,71	Positiva	Forte
11	Renda per capita	-0,70	Negativa	Forte
12	Densidade demográfica	-0,64	Negativa	Moderada
13	Solo exposto	0,92	Positiva	Muito Forte
14	Área urbanizada	-0,99	Negativa	Muito Forte

Fonte: Autores (2019).

A vegetação nativa apresentou grau de dependência negativo com as variáveis: valor adicionado ao PIB pelos serviços, pessoas com ensino superior com mais de 25 anos, população urbana, domicílios com saneamento adequado, renda per capita, densidade demográfica e área urbanizada.

O grau de dependência positivo se deu com as variáveis: valor adicionado ao PIB pela indústria e agropecuária, analfabetos com mais de 25 anos, população rural, domicílios com saneamento inadequado, pobres e solo exposto.

Por meio da análise de agrupamento constatou-se dois perfis distintos de cobertura e uso do solo (Figura 3): O perfil 1 com a densidade demográfica, renda per capita, pessoas com ensino superior com mais de 25 anos de idade, domicílios permanentes com saneamento adequado, população urbana, valor adicionado ao PIB pelos serviços e área urbanizada. Esse perfil contém variáveis que apresentaram um grau de dependência negativo com a vegetação nativa, que representa a cobertura florestal da APA em estudo. Deste modo, quanto maiores os valores dessas variáveis, menores são os valores da vegetação nativa. Esse perfil é representativo do espaço urbano, considerando que o IBGE (2010) define a população urbana conforme a localização do domicílio em área urbana, cujos limites são estabelecidos por lei municipal.

O perfil 2 integrou variáveis como população rural, pobreza – pessoas pobres, analfabetos com mais de 25 anos de idade, domicílios permanentes com saneamento inadequado, valor adicionado ao PIB pela agricultura. Os valores adicionados aos preços pela indústria associaram-se a esse grupo, bem como a vegetação nativa (Figura 3). Nesse perfil as variáveis apresentaram um grau de dependência positivo com a vegetação nativa, assim, quanto maiores os valores dessas variáveis, maiores são os valores da vegetação nativa. Esse perfil representa o espaço rural, uma vez que o IBGE (2010) define a população rural como aquela residente em domicílio nas áreas rurais, que abrange toda a área situada fora dos limites urbanos.

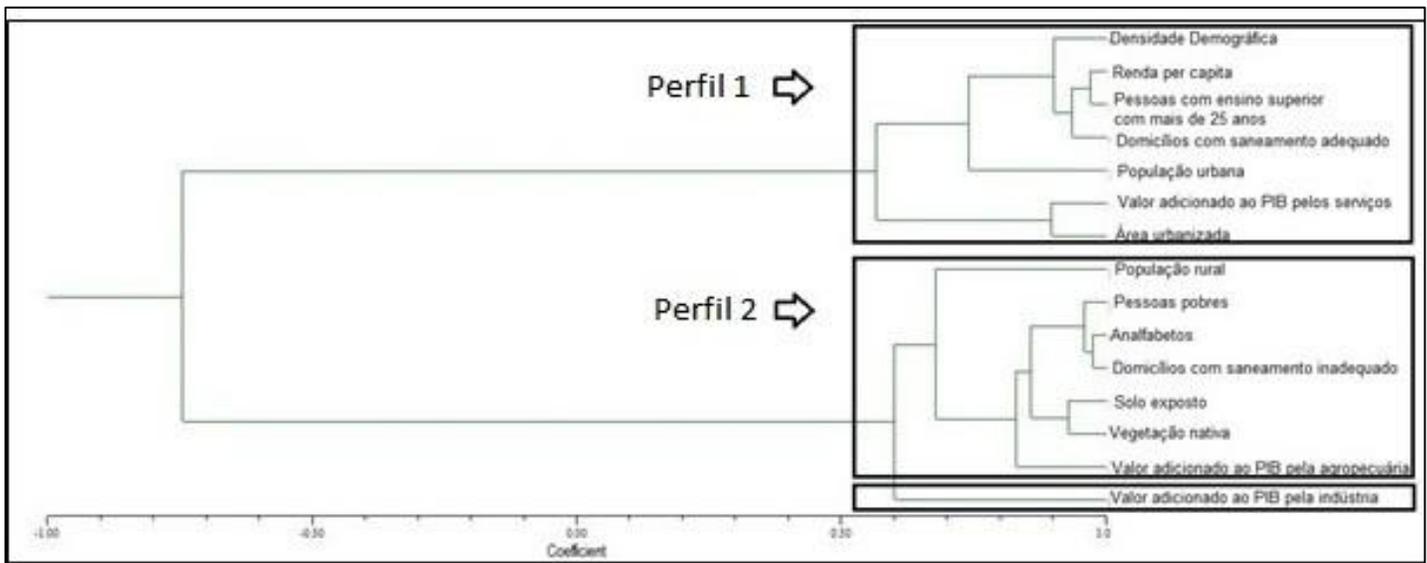


Figura 3 - Dendrograma (Coeficiente de Correlação de Pearson) do perfil de cobertura e uso do solo na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Pernambuco. Fonte: Autores (2019).

Esses resultados apontam que o perfil 1 aumenta a vulnerabilidade da cobertura florestal em relação ao perfil 2, uma vez que incide na diminuição de áreas com cobertura florestal nativa na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe. Indicam também as desigualdades socioeconômicas entre o espaço urbano e o rural.

No município de Ipojuca, 76,5% da população é urbana, em Sirinhaém, essa população representa 56,12% da população total. As pessoas com ensino superior com mais de 25 anos de idade totalizam 2,92% da população total em Ipojuca, e 2,62% em Sirinhaém, dessas, 2,78% e 2,32% estão nas áreas urbanas, respectivamente. No tocante ao saneamento, do total dos domicílios servidos de água proveniente da rede geral de abastecimento, 93% correspondem às áreas urbanas em Ipojuca e 70%, em Sirinhaém (IBGE, 2010). Esses dados reforçam as desigualdades presentes entre as áreas urbanas e rurais evidenciadas no agrupamento.

Ainda que os aspectos socioeconômicos do perfil 2 sejam precários, parece haver uma coexistência com os manguezais, ou pelo menos uma vulnerabilidade menor da cobertura florestal em relação à dinâmica de cobertura e uso do solo existente nele.

Para uma melhor compreensão sobre os fatores que incidem em menor ou maior vulnerabilidade da cobertura florestal nativa na APA, e produzem realidades tão distintas nas áreas urbanas e rurais é fundamental entender como se deu o processo de ocupação do litoral e a urbanização na APA e na zona costeira de Pernambuco, além das atividades econômicas presentes nessa região, que envolvem interesses e tomadas de decisão por agentes públicos e privados em várias escalas (BARBOSA, 2017).

As distorções e persistências entre o urbano e o rural, entre o campo e a cidade, remontam às políticas de desenvolvimento econômico implantadas no Brasil à época da industrialização e, mais recentemente, a integração do latifúndio à economia moderna por intermédio da tecnificação, com a função de dinamizar a economia rural, que desprezou as consequências socioeconômicas desta estratégia (GUANZIROLI, 2001)

Essa lógica de desenvolvimento perpetua e aumenta a concentração de terras, expulsa os pequenos produtores e o homem do campo para os espaços urbanos, submetem os que ficam dentro ou nas franjas dos latifúndios a condições precárias, decorrentes da ausência ou insuficientes políticas públicas para essa população (GUANZIROLI, 2001).

Em Pernambuco, esse processo é conduzido pela agroindústria canavieira, que ocupa desde épocas coloniais o litoral, onde as matas foram derrubadas, as várzeas drenadas e aterradas para a construção dos engenhos. As áreas salinas impróprias ao cultivo da cana foram ocupadas pela monocultura do coco (ANDRADE, 1973; VILA NOVA; TORRES, 2012).

No processo de expulsão do homem do campo e modernização das atividades agrícolas, os manguezais abrigaram parte dessas populações de seres humanos expulsos pelos latifúndios. Tal assimetria foi destacada com olhar indignado de Castro (1948; 2001), ao entrar em contato com a fome e miséria nos mangues do Recife.

Na década de 1930, esse autor constatou que os homens expulsos dos latifúndios e também da seca passaram a viver na lama dos mangues “fervilhando de caranguejos e povoada de seres humanos feitos de carne de caranguejo, pensando e sentindo como caranguejo. Seres anfíbios — habitantes da terra e da água, meio homens e meio bichos” (CASTRO, 2001, p. 10).

Nos manguezais coexistem os caranguejos, os homens repelidos das áreas rurais e das intempéries naturais, mas também a população que vive à margem do espaço urbano, padecendo por falta de assistência básica, despercebida diante do crescimento econômico, em pleno século XXI (CUNHA, 2013).

São os grupos sociais excluídos, que não possuem renda para pagar o aluguel de uma habitação digna e muito menos para comprar um imóvel. Este é um dos fatores, que ao lado do desemprego, doenças, subnutrição, delineiam a situação social dessa população, que sem opção recorrem aos cortiços, sistemas de autoconstrução e as degradantes favelas (CORRÊA, 1995), muitas delas construídas entre os manguezais.

Corrêa (1995) afirma que os grandes proprietários industriais e as grandes empresas comerciais são, em razão da dimensão de suas atividades, grandes consumidores do espaço, modelando e interferindo decisivamente na localização de outros usos da terra, na maioria das vezes apoiados pelo Estado. Os proprietários industriais criam amplas áreas fabris em setores distintos das áreas residenciais nobres, onde mora a elite, porém próximo às áreas proletárias e às vias de transportes.

Do mesmo modo, os proprietários das grandes empresas comerciais, que controlam as mudanças na organização do espaço, visando preservar os processos de acumulação do capital, de acordo com as diversas classes de consumo. Por exemplo, o controle sobre a mobilidade social, por meio da criação de barreiras, ditando o perfil da população que vai consumir o espaço.

Em Pernambuco, esses atores e atividades impulsionaram o espraiamento urbano provocando uma razia nos ecossistemas costeiros e marinhos. A lista de casos recentes não é pequena e nem tão pouco pontual, com repercussões ambientais em todo o Estado.

No litoral sul, onde a APA estuarina de Sirinhaém e Maracaípe e as APAs estuarinas dos rios Formoso, Carro Quebrado e Una estão situadas, o Complexo Portuário de Suape aterrou milhares de hectares de mangue na área de instalação e nos manguezais de estuários circunvizinhos, pois impulsionou a expansão urbana nos municípios da região, ampliou o processo de uso e ocupação desordenado, afetou a fauna marinha, contribuindo para a maior incidência de ataques de tubarão no Recife, provocando uma mudança drástica nos ecossistemas e comunidades costeiras (VILA NOVA; TORRES, 2012; MORETTI; PEREIRA, 2016)

A consolidação desse complexo e as profundas transformações ambientais têm eliminado as alternativas de sobrevivência dos pescadores tradicionais, agricultores familiares, com o crescimento significativo de problemas sociais relacionados ao consumo e comercialização de drogas ilícitas, prostituição, violência e conflitos por terras (PÉREZ; GONÇALVES, 2012).

Ao norte da capital pernambucana, no município de Goiana, nova região de desenvolvimento do Estado, com a implantação de polos farmacológico e automotivo repete o modelo inserido no Complexo Portuário de Suape: implantação de grandes empreendimentos em seu território sem a prévia reorganização de infraestrutura para absorver as novas demandas, consolidação de instrumentos de planejamento urbano que democraticamente discutam e regulamentem o uso e ocupação do solo e outros instrumentos que possam melhorar as condições de vida da população local (LYRA et al., 2015).

Essa lógica desenvolvimentista acentua os contrastes locais, um dos fatores locacionais para a instalação da indústria automotiva no município foi a disponibilidade de água do Aquífero Beberibe, que também nunca faltou para a irrigação da cana-de-açúcar, no entanto, boa parte da população não tem acesso a esse recurso vital, não dispõe de saneamento adequado, gerenciamento de resíduos industriais e sólidos, ações estratégicas na proteção dos recursos hídricos e do solo (LYRA et al., 2015).

Vale destacar que na região vivem comunidades tradicionais, como quilombolas, pescadores e marisqueiras, que dependem da convivência com os ecossistemas locais, representados pelos manguezais, praias, restingas e mata atlântica e onde estão localizadas as APAs dos estuários dos rios Itapessoca, Goiana e Megaó e Canal de Santa Cruz.

Na orla de Recife, o polêmico projeto Novo Recife, que prevê cravar na área central da cidade empreendimentos de luxo, concentrando atividades nas áreas centrais da cidade, aumentará a demanda por água e saneamento em bairros que já padecem desses serviços, agravando o problema de mobilidade, além do risco de criação de novas áreas de segregação urbana (BARBOSA, 2017).

Atenta-se que na dinâmica cobertura e uso do solo, muitas vezes, o local, representado pelo lugar de construção de identidade, de existência e coexistência, de troca de informações, de construção cultural, recebe o impacto do global. O valor local do meio ambiente é relativizado por vetores da mundialização (mercado) que chegam com normas e objetos estabelecidos para a sua subserviência (SANTOS, 2005).

Esse processo perverso fica evidente nos resultados dessa pesquisa ao apresentar uma relação positiva, direta, entre a vegetação nativa e a população rural, os analfabetos com mais de 25 anos, solo exposto, domicílios com saneamento inadequado, pobres, valor adicionado ao PIB pela indústria e agropecuária.

Do mesmo modo, a relação inversa, negativa, entre a vegetação nativa e o valor adicionado ao PIB pelos serviços, pessoas com ensino superior com mais de 25 anos, população urbana, domicílios com saneamento adequado, renda per capita, densidade demográfica e área urbanizada.

A APA em estudo e as outras vivem entre estruturas esmagadoras que produzem uma massa de excluídos à margem do processo de (re)produção do capital, mas ainda fornece abrigo para essas populações, além de outros serviços ambientais que precisam ser mantidos, pois a perda dos serviços providos pelos ecossistemas constitui uma grande barreira para reduzir a pobreza, a fome e as doenças (AVALIAÇÃO ECOSISTÊMICA DO MILÊNIO, 2005).

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (2005) constatou que um dos grandes problemas associados à gestão dos ecossistemas vem causando danos significativos a algumas populações, especialmente as mais pobres e precisam ser sanados, pois os efeitos da destruição dos ecossistemas e de seus serviços têm afetado desproporcionalmente as populações, o que tem contribuído para o aumento das desigualdades e disparidades entre diferentes grupos da população, sendo, às vezes, o principal fator gerador de pobreza e conflitos sociais.

Como observado, as variáveis selecionadas nesse trabalho indicam os processos que acentuam a vulnerabilidade florestal da APA estuarina de Sirinhaem e Maracaípe e são passíveis de serem utilizadas nas outras APAs estuarinas, na medida em que refletem a dinâmica de cobertura e uso do solo da zona costeira e podem ser utilizados na construção de instrumentos de monitoramento, como indicadores ambientais.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia utilizada possibilitou a identificação dos fatores que aumentam a vulnerabilidade da cobertura florestal da APA em estudo, por meio de variáveis que refletem a dinâmica de cobertura e uso do solo, a relação entre elas e como elas afetam a conservação da APA estuarina, considerando a vegetação nativa, composta por manguezais, restinga e matas como elemento chave de avaliação. Vale destacar, que a análise integrada de dados socioeconômicos com a dinâmica de cobertura e uso do solo revelou aspectos do espaço urbano e rural, que se analisados isoladamente talvez não se destacassem, como o acesso ao saneamento adequado e ensino superior. As variáveis socioeconômicas podem ser utilizadas na construção de instrumentos de avaliação e monitoramento e na modelagem ambiental. Mas não se esgotam as possibilidades, outras variáveis podem ser incluídas na análise, com dados representando aspectos políticos e de governança, que pela ausência de dados históricos para essas áreas não foram inseridos nesta pesquisa.

V. REFERÊNCIAS

- ALKMIM, F. F., MARSHAK, S. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, v. 90, n. 1-2, p. 29–58, 1998.
- ANDRADE, M. C. de. *A Terra e o Homem no Nordeste*. São Paulo: Editora Brasiliense, 1973.
- AQUINO, A. R. de. *Vulnerabilidade ambiental /Afonso Rodrigues de Aquino, Francisco Carlos Paletta, Josimar Ribeiro de Almeida*. – São Paulo: Blucher, 2017.112 p.
- AVALIAÇÃO ECOSISTÊMICA DO MILÊNIO. Relatório-Síntese da Avaliação Ecosistêmica do Milênio – Documento 446, 2005. Disponível em: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf> Acesso em: 02/03/2017.
- BARBOSA, A. G.. Transformações e novas conjecturas da produção do espaço metropolitano do Recife: periurbanização via megaprojetos imobiliários. *Revista Rural & Urbano, Recife*, v. 2, n.1, p. 69-87, 2017.
- BRASIL. Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm> Acesso em: 04/11/2015.
- BRAVO, F. S.; POTT, C. A.; JADOSKI, S. O. El desafío del manejo del nitrógeno en el contexto de la productividad agrícola y de la vulnerabilidad medioambiental. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava*, v. 4, n.3, p. 191-218, 2011.
- CASTRO, J. de. *Fatores de Localização da Cidade do Recife: um ensaio de geografia urbana*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1948. 163p.
- CASTRO, J. de. *Homens e Caranguejos*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001. 191p.
- CÔRREA, R. L. *O Espaço Urbano*. São Paulo: Editora Ática, 1995. 94p.
- CPRH – Agência Estadual de Meio Ambiente. *Unidades de Conservação*. Disponível em: <CPRH » Unidades de Conservação> Acesso em: 01/08/2021.
- CPRH- Agência Estadual de Meio Ambiente. *Unidades de Conservação – Unidades de Uso Sustentável*. 2014.156p.
- CUNHA, P. H. *Moradores do Mangue ainda Vivem no Tempo de Josué de Castro*. *Diário de Pernambuco: Caderno Local*, 2013.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B; SILVA JÚNIOR, J. A. “Desvendando os mistérios do Coeficiente Correlação de Pearson (r)”. *Revista Política Hoje, Recife*, v.18, n. 1, p. 115-146, 2009.
- FRACALANZA, A. P.; JACOB, A. M.; EÇA, R. F. *Justiça Ambiental e Práticas de Governança da Água: (re) introduzindo questões de igualdade na agenda*. *Ambiente e Sociedade, São Paulo*, v. 16, n.1, p.19-38, 2013.
- FRANÇA, M. M.; FERNANDES FILHO, E. I. ; XAVIER, B.T.L. . *Análise do uso da terra no município de Viçosa-MG mediado por classificações supervisionadas com redes neurais artificiais e maxver*. *Revista Brasileira de Geografia Física, Recife*, v. 2, n.03, p. 92-101, 2009.

- FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R.; NAKAMURA, R. Y.; TAKATA, L. T. O. Vulnerabilidade Ambiental e Aplicação de Técnicas de Contenção aos Processos Erosivos Lineares em Áreas Rurais do Município de Presidente Prudente-SP. *Revista Brasileira de Geomorfologia, Uberlândia, v.14, n.4, out-dez, p.343-356, 2013.*
- GUANZIROLI, C.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A. M.; SABBATO, A. D.; BITTENCOURT, G. *Agricultura Familiar e Reforma Agrária no Século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2001. 288p.*
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência. 2020.
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos Manguezais do Brasil / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.
- KRUG, T. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das florestas à mudança do clima. *Parcerias Estratégicas. Brasília, DF, n. 27, dez/2008.*
- LIMA, P. F.; SOUZA, M. S. R.; PORFÍRIO, A. F.; ALMEIDA, B. S.; FREIRE, R. H. F.; SANTAELLA, S. T. Preliminary analysis on the use of Trophic State Indexes in a Brazilian semiarid reservoir. *Acta Scientiarum Biological Sciences, Maringá, v. 37, n. 3, p. 309-318, 2015.*
- LYRA, T. M.; BEZERRA, A. C. V.; ALBUQUERQUE, M. S. V. Os Desafios dos Polos de Desenvolvimento nas Perspectivas dos Atores Sociais Locais de Goiana, Pernambuco. *Physis, Revista de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v.25, n. 4, p. 1117-1139, 2015.*
- MORETTI, R. C.; PEREIRA, M. C. B. Impactos socioambientais ao longo da implantação e consolidação do Complexo Industrial Portuário de Suape? PE. *Gaia Scientia, João Pessoa, v. 10, p. 98-105, 2016.*
- MUKAKA, M. M. A Guide to Appropriate Use of Correlation Coefficient in Medical Research. *Malawi Med. J, v. 24, n. 3, p. 69-71, 2012.*
- MUSSETA, P.; BARRIENTOS, M. J. Vulnerabilidad de productores rurales de Mendoza ante el cambio ambiental Global: Clima, agua, economía y sociedad. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Cuyo – Argentina, v. 47, n. 2, p. 145-170, 2015.*
- PÉREZ, M. S.; GONÇALVES, C. U. Desenvolvimento e Conflito Territorial – primeiras reflexões sobre as comunidades atingidas pelo Complexo industrial Portuário de Suape-PE, Brasil. *Revista de Geografia, Recife, v. 29, n. 2, p.166-179, 2012.*
- PINESE JUNIOR, J. F.; RODRIGUES, S. C. O Método de Análise Hierárquica – AHP – como Auxílio na Determinação da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Piedade (MG). *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 23, p.4-26, 2012.*
- QUIROGA-MARTINEZ, R. Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. CEPAL - Serie Manuales n. 61, Naciones Unidas, Chile, 2009. 129p.
- SANTOS, J. O.; SOUZA, M. J. N. Abordagem Geoambiental Aplicada à Análise da Vulnerabilidade e dos Riscos Ambientais Urbanos. *Bol. Goia. Geogr., Goiânia, v. 34, n. 2, p. 215-232, maio/ago. 2014.*
- SANTOS, M. O Retorno do Território. En: OSAL : Observatorio Social de América Latina. Año 6 n. 16 (jun.2005-). Buenos Aires : CLACSO, 2005.

- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Grupo de Ecosistemas: manguezal, marisma e apicum. São Paulo, 2002. 119p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. et al. Climate changes in mangrove Forest sand saltmarshes. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 64(sp2), p.37-52, 2016.
- SCHUMANN, L. R. M. A.; MOURA, L. B. A. Índices sintéticos de vulnerabilidade: uma revisão integrativa de literatura. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 7, p. 2105-2120, 2015.
- SILVA, J. B. da et al. Classificação Geomorfológica dos Estuários do Estado de Pernambuco (Brasil) com Base em Imagens do LANDSAT 5/TM (Geomorphologic Classification of Estuaries of the State of Pernambuco (Brazil) Based on Landsat 5 TM Images). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 4, n. 1, p. 118-133, jul. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232689/26701>. Acesso em: 11 ago. 2021.
- SOUZA, V. A. D.; CASTRO, M. A. H. Análise de fluxo multifásico em solo não saturado para verificação da vulnerabilidade ambiental de bacias de contenção de tanques de armazenamento de combustível. *EngSanitAmbient*, Rio de Janeiro, v.19, n.1.jan/mar, p. 11-22, 2014.
- TINOCO, M. A. C.; NODARI, C. T.; PEREIRA, K. R. S. Vulnerabilidade ambiental, social e viária em acidentes com transporte de produtos perigosos: estudo de caso na BR-101 entre Osório e Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 9, 2016.
- VANNUCCI, M. Os Manguezais e nós: Uma síntese de percepções. São Paulo: Edusp, 2002. 276p.
- VILA NOVA, F. V. P.; TORRES, M. F. A. Avaliação Ambiental em Unidades de Conservação: estuário do rio Maracaípe, Ipojuca-PE, Brasil. *Revista de Geografia, Recife*, v. 29, n.03, p. 199-224, 2012.
- VILA NOVA, F. V. P.; TORRES, M. F. A.; COELHO, M. P.; SANTANA, N. M. G. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada no Monitoramento Dos Manguezais: Litoral Sul de Pernambuco-Brasil. *Revista Geografares*, v. 15, p. 36, 2013.
-