



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FÁTIMA VERÔNICA PEREIRA VILA NOVA

**FATORES DE VULNERABILIDADES ASSOCIADOS AO USO E OCUPAÇÃO DO
SOLO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTUARINAS DE
PERNAMBUCO**

**Recife
2017**

FÁTIMA VERÔNICA PEREIRA VILA NOVA

**FATORES DE VULNERABILIDADES ASSOCIADOS AO USO E OCUPAÇÃO DO
SOLO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTUARINAS DE
PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Geografia.

Orientadora: Dra. Maria Fernanda Abrantes Torres

Coorientador: Dr. Arsenio Jose Areces Mallea

Recife

2017

Catálogo na fonte
Bibliotecária: Maria Janeide Pereira da Silva, CRB4-1262

- V695f Vila Nova, Fátima Verônica Pereira.
Fatores de vulnerabilidades associados ao uso e ocupação do solo em áreas de proteção ambiental estuarinas de Pernambuco / Fátima Verônica Pereira Vila Nova. – 2017.
133 f. : il. ; 30 cm.
- Orientadora : Prof^a. Dr^a. Maria Fernanda Abrantes Torres.
Coorientador : Prof. Dr. Arsenio Jose Areces Mallea.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2017.
Inclui referências.
1. Geografia. 2. Habitação. 3. Pessoas desabrigadas. 4. Capitalismo. 5. Solo – Uso. 6. Solos florestais. 7. Mobilizadores precários. I. Torres, Maria Fernanda Abrantes (Orientador). II. Areces Mallea, Arsenio Jose (Coorientador). III. Título.

FÁTIMA VERÔNICA PEREIRA VILA NOVA

**FATORES DE VULNERABILIDADES ASSOCIADOS AO USO E OCUPAÇÃO DO
SOLO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTUARINAS DE
PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Geografia.

Aprovada em: 25/05/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maria Fernanda Abrantes Torres (Orientadora – Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Josiclêda Domiciano Galvêncio (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Sigrid Neumann Leitão (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Weronica Meira de Souza (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Ranyére Silva Nóbrega (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

À Tereza Cristina Pereira Vila Nova,
Lúcia Maria Pereira da Silva (*in memoriam*) e
Everaldo de Carvalho Neres.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida!

À minha mãe Tereza Cristina Pereira Vila Nova, por tudo o que sou e por me guiar no caminho do bem! Amo você!

À minha tia Lúcia Maria Pereira da Silva, por tudo o que sou e por me guiar no caminho do bem! Saudades, sempre! Amo você!

Ao meu marido, amigo e companheiro Everaldo de Carvalho Neres, pelo amor, pela paciência e apoio nas horas difíceis. Amo você!

Aos meus familiares (meu irmão Dalto, tia Marluce, Fátima Silva, Ricardo Melo, Simone Carvalho) pelo apoio de sempre! Amo vocês!

Aos meus sobrinhos Daniel, Davi e Felipe, por sempre renovar as minhas esperanças! Amo vocês!

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, pela oportunidade de amadurecimento e crescimento profissional.

À minha orientadora Professora Doutora Maria Fernanda Abrantes Torres, por ter aceitado esse desafio, por ter me conduzido com a calma necessária para transpor os momentos difíceis, pelo companheirismo e conhecimento compartilhado!

Ao meu co-orientador Professor Doutor Arsenio Jose Areces Mallea, por ter conduzido o meu trabalho com esmero, por ter compartilhado a sua experiência e conhecimento, pela disponibilidade e amizade então demonstrada!

Aos professores da banca examinadora, pelas contribuições dadas ao trabalho.

A Capes, pelo apoio financeiro!

À Mariana Pessoa Coelho, pela amizade e inestimável apoio em todos os momentos de inquietações, dúvidas, anseios, discussões, que com certeza enriqueceram as reflexões sobre o tema!

Ao Paulo Barros, pela amizade e contribuição nas atividades de campo e coleta de dados!

À Patrícia Neres, Érika Escorel e Meirice Barbosa, pelo apoio nas horas de estresse e pressão!

É um desafio enorme elencar nomes dos que merecem os *meus agradecimentos*, pois as contribuições ao longo do tempo foram de natureza diversa, assim, expresso meus sinceros agradecimentos aos que contribuíram para que eu

aqui chegasse. O ciclo que se completa não teve início há quatro anos, data de um longo caminho de formação e transformação pessoal e profissional, Deus, família, amigos, professores, médicos e tantas outras pessoas que possibilitaram essa trajetória. Obrigada!

“Uma sociedade que precisa proteger a natureza de si mesma não pode estar certa.”

José Lutzenberger

RESUMO

As Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco têm como sistema a ser protegido, o manguezal, compreendido na zona costeira, onde a concentração de atividades não controlada e, em certa medida, permitida e estimulada, podem aumentar a vulnerabilidade florestal e comprometer o objetivo de conservação dessas unidades de conservação. Assim, essa pesquisa objetivou identificar os fatores que influenciam na vulnerabilidade ao uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção Ambiental estuarina de Pernambuco para construir um índice que permita a análise desses processos visando contribuir com a conservação, monitoramento e gestão dessas áreas. O percurso metodológico foi estruturado em três etapas: na primeira, o objetivo foi distinguir as variáveis mais significativas na análise de vulnerabilidade florestal em Área de Proteção Ambiental estuarina que reflitam a dinâmica de uso e ocupação do solo. Para isto foram utilizados o Coeficiente de Correlação de Pearson, Coeficiente de Determinação e Agrupamento pelo Método da Média do Grupo, que resultaram em 15 variáveis significativas. Na segunda etapa, o objetivo foi construir e testar indicadores que expressem a vulnerabilidade florestal frente à dinâmica de uso e ocupação do solo em Áreas de Proteção Ambiental estuarina. A avaliação sucedeu em nove indicadores: Persistência natural às atividades de serviços, Persistência natural às atividades industriais, Situação Domiciliar, Artificialização da APA, Equidade Social, Salubridade Ambiental, Controle Urbano, Condições de Vida Básicas e Conservação Florestal. A terceira etapa teve como objetivo formular um índice de vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo, baseado em indicadores que refletissem os fatores que impulsionam as mudanças e aplicá-lo em Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco. O Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo foi desenvolvido e aplicado em quatro Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco. Nos anos de 1991, 2000 e 2010, na Área de Proteção estuarina do rio Una, o Índice foi de 0.11, 0.59 e 0.76, respectivamente; Na Área de Proteção Ambiental do rio Formoso, o Índice ficou em 0.02, 0.49 e 0.97, respectivamente; Na Área de Proteção estuarina dos rios Pirapama e Jaboatão esteve em 0.11, 0.58, 0.88, nesta ordem. Essas áreas diminuíram a sua vulnerabilidade no período analisado. Na Área de Proteção estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, nos mesmos anos, o Índice foi de 1, 0.30 e 0.10, nessa área, o grau de vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo está muito alto. De modo geral, o aumento ou diminuição da vulnerabilidade esteve

associado aos projetos de desenvolvimento econômico implantados e redirecionados de acordo com os interesses, principalmente, do setor privado, das grandes corporações, com respaldo do Estado. Essas ações promoveram a reorganização do espaço, com rebatimento, notadamente, na urbanização, cujo uso do solo é definido pela taxa de retorno, acentuando as desigualdades. O índice apresentado foi apropriado para o objetivo proposto.

Palavras-chave: Áreas Protegidas. Transformações Ambientais. Produção do Espaço. Perda Florestal. Fatores de Transformação.

ABSTRACT

The Protected Areas of Pernambuco estuarine have as a protected system, the mangroves, comprised in the coastal zone, where the concentration of activities uncontrolled and to some extent, allowed and stimulated, can increase the environmental vulnerability and compromise the conservation objective of these conservation units. The objective of this research was to identify the factors that influence the vulnerability to land use and occupation in the Pernambuco Estuary Protection Areas to build an index that allows the analysis of these processes aiming to contribute to the conservation, monitoring and management of these areas. The methodological course was structured in three stages: in the first, the objective was to distinguish the most significant variables in the analysis of vulnerability in the Area of Environmental Protection of the estuary that reflect the dynamics of use and occupation of the soil. The Pearson Correlation Coefficient, Determination Coefficient and Grouping by the Group Average Method were used for this, which resulted in 15 significant variables. In the second stage, the objective was to construct and test indicators that express the vulnerability to the dynamics of soil use and occupation in estuarine Environmental Protection Areas. The evaluation took place in nine indicators: Natural Persistence in Service Activities, Natural Persistence in Industrial Activities, Home Situation, APA Artificialization, Social Equity, Environmental Health, Urban Control, Basic Living Conditions and Forest Conservation. The third step was to formulate an index of vulnerability to land use and occupation, based on indicators that reflect the factors that drive the changes and apply it in the Pernambuco Estuarine Protection Areas. The Soil Use and Occupancy Vulnerability Index was developed and applied in four Pernambuco Estuary Protection Areas. In the years 1991, 2000 and 2010, in the Estuarine Protection Area of the river Una, the Index was 0.11, 0.59 and 0.76, respectively; In the Formoso River Environmental Protection Area, the Index was 0.02, 0.49 and 0.97, respectively; In the estuarine protection area of the Pirapama and Jaboatão rivers it was at 0.11, 0.58, 0.88, in that order. These areas diminished their vulnerability in the analyzed period. In the estuary protection area of the Sirinhaém and Maracaípe rivers, in the same years, the Index was 1, 0.30 and 0.10, in this area, the degree of vulnerability to the use and occupation of the soil is very high. In general, the increase or decrease of vulnerability was associated with economic development projects implemented and

redirected according to the interests of the private sector, large corporations, with the support of the State. These actions promoted the reorganization of space, with a notable reduction in urbanization, whose land use is defined by the rate of return, accentuating the inequalities. The presented index was appropriate for the proposed objective.

Keywords: Protected Areas. Environmental Transformations. Production of Space. Forest Loss. Transformation Factors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Pirâmide de associação dos dados na construção de um índice.....	34
Figura 02 - Municípios Costeiros do Estado de Pernambuco.....	38
Figura 03 - Localização espacial das Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco.....	43
Figura 04 - Composição populacional por situação domiciliar (urbana / rural) nos municípios, nos quais as APAs estão inseridas com base no Censo do IBGE 2010.....	45
Figura 05 - Proporção de domicílios com saneamento adequado nos municípios nos quais as APAs estão inseridas, com base no Censo IBGE (2010).....	46
Figura 06 - Proporção de pessoas não alfabetizadas com mais de 25 anos nos municípios nos quais as APAs estão inseridas, com base no Censo IBGE (2010).....	46
Figura 07 - Proporção de pessoas pobres nos municípios nos quais as APAs estão inseridas, com base no Censo IBGE (2010).....	47
Figura 08 - Dendrograma (Coeficiente de Correlação de Pearson) das variáveis socioeconômicas, naturais e de uso e ocupação do solo, na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Ipojuca, dados de 2010.....	63
Figura 09 - Dendrograma (Coeficiente de Correlação de Pearson) das variáveis socioeconômicas, naturais e de uso e ocupação do solo, na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Ipojuca, dados de 2010.....	80
Figura 10 - Evolução do Grau de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo nas APAs estuarinas dos rios Formoso e Una, situada nos municípios de Sirinhaém (A), Rio Formoso (B), Tamandaré (C), Barreiros (D) e São José da Coroa Grande (E), nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	103
Figura 11 - Evolução do Grau de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, situada nos municípios de Ipojuca (A) e Sirinhaém (B), nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	107

Figura 12 - Evolução do Grau de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo na APA estuarina dos rios Pirapama e Jaboatão, situada nos municípios de Jaboatão dos Guararapes (A) e Cabo de Santo Agostinho (B), nos anos de 1991, 2000 e 2010.....	109
--	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -	Características das Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco.....	54
Quadro 02 -	Variáveis socioeconômicas dos municípios da zona Costeira de Pernambuco.....	57
Quadro 03 -	Classificação do grau de dependência (Coeficiente de Correlação).....	61
Quadro 04 -	Correlação entre as variáveis e a vegetação nativa na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Ipojuca, em 1991, 2000 e 2010.....	64
Quadro 05 -	Características das Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco.....	76
Quadro 06 -	Classificação dos indicadores conforme a evolução e situação do sistema quanto à vulnerabilidade.....	82
Quadro 07 -	Indicadores de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo por categoria.....	83
Quadro 08 -	Classificação dos Indicadores no modelo PER, APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, 1991/2000 e 2000/2010.....	84
Quadro 09 -	Características das Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco.....	96
Quadro 10 -	Indicadores de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo.....	99
Quadro 11 -	Classificação da Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	Variáveis naturais e de uso e ocupação do solo na Área de Proteção Ambiental estuarina de Sirinhaém e Maracaípe / PE, 1991, 2000 e 2010.....	59
Tabela 02 -	Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo (IVFUOS) na APA estuarina do rio Una, 1991, 2000, 2010.....	101
Tabela 03 -	Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo (IVFUOS) na APA estuarina do rio Formoso, 1991, 2000, 2010.....	101
Tabela 04 -	Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo (IVFUOS) na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, 1991, 2000, 2010.....	102
Tabela 05 -	Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo (IVFUOS) na APA estuarina dos rios Pirapama e Jaboatão, 1991, 2000, 2010.....	102

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
1.1	Antecedentes.....	22
1.2	Problema de investigação.....	24
1.3	Hipótese.....	25
1.4	Objetivos.....	26
1.4.1	Objetivo Geral.....	26
1.4.2	Objetivos Específicos.....	26
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	27
2.1	A Geografia e a Questão Ambiental.....	27
2.2	Área de Proteção Ambiental (APA).....	29
2.3	Uso e Ocupação do Solo e a Questão Ambiental.....	30
2.4	Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo em Áreas de Proteção Ambiental Estuarinas.....	31
2.5	Variável, Indicador e Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo em Áreas de Proteção Ambiental Estuarinas.....	32
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	36
3.1	Zona Costeira de Pernambuco – Formação e Ocupação.....	36
3.2	Áreas de Proteção Ambiental Estuarinas de Pernambuco.....	38
3.2.1	APA do Canal de Santa Cruz.....	39
3.2.2	APA dos Rios Goiana e Megaó.....	39
3.2.3	APA do Rio Itapessoca.....	39
3.2.4	APA do Rio Jaguaribe.....	39
3.2.5	APA do Rio Timbó.....	40
3.2.6	APA do Rio Paratibe.....	40
3.2.7	APA do Rio Beberibe.....	40
3.2.8	APA do Rio Capibaribe.....	41
3.2.9	APA dos Rios Jaboatão e Pirapama.....	41
3.2.10	APA dos Rios Sirinhaém e Maracaípe.....	41
3.2.11	APA do Rio Formoso.....	42
3.2.12	APA do Rio Carro Quebrado.....	42
3.2.13	APA do Rio Una.....	42
3.3	Aspectos Fisiográficos das APAs.....	44

3.4	Aspectos Socioeconômicos das APAs.....	44
4	SELEÇÃO DE VARIÁVEIS EM ANÁLISE DE VULNERABILIDADE FLORESTAL ASSOCIADA AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTUARINAS DE PERNAMBUCO.....	48
4.1	Introdução.....	50
4.2	Material e Métodos.....	53
4.2.1	Área de Estudo.....	53
4.2.2	Coleta dos Dados.....	56
4.2.2.1	Dados Socioeconômicos (Dados Secundários).....	56
4.2.2.2	Dados Naturais e de Uso e Ocupação do Solo (Dados Primários).....	57
4.3	Análise dos dados.....	59
4.4	Resultados e Discussão.....	61
4.5	Considerações Finais.....	69
5	INDICADORES DE VULNERABILIDADE FLORESTAL ASSOCIADA AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTUARINAS DE PERNAMBUCO.....	70
5.1	Introdução.....	72
5.2	Material e Métodos.....	75
5.2.1	Área de Estudo.....	76
5.2.2	Construção dos Indicadores de Vulnerabilidade Florestal.....	78
5.3	Resultados e Discussão.....	82
5.4	Considerações Finais.....	89
6	VULNERABILIDADE FLORESTAL ASSOCIADA AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTUARINAS DE PERNAMBUCO.....	91
6.1	Introdução.....	93
6.2	Material e Métodos.....;	95
6.2.1	Área de Estudo.....	96
6.2.2	Construção do Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo para as Áreas de Proteção Estuarina de Pernambuco (exame nas APAs estuarinas dos rios Jaboatão e	

	Pirapama, Sirinhaém e Maracaípe, rio Formoso e Una).....	98
6.3	Resultados e Discussão.....	101
6.4	Considerações Finais.....	111
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	112
	REFERÊNCIAS.....	114

1 INTRODUÇÃO

A criação de áreas protegidas surge como resposta mundial para o rápido desaparecimento de áreas naturais, a vulnerabilidade dos remanescentes e a consequente perda de serviços ambientais que recebem as pessoas que as habitam. Elas são territórios sob atenção e cuidados especiais, pois apresentam atributos ambientais significativos ante as ameaças das atividades do homem. A criação do Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos, em 1872, foi um marco histórico na criação desse tipo de instrumento de proteção (SCHENINI et al., 2004; ELBERS, 2011).

No Brasil, o Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro, em 1937, foi o primeiro a ser criado e teve como base o Código Florestal de 1934. Posteriormente, foram estabelecidos outros parques, como o Parque Nacional de Ubajara, no Ceará. No entanto, o país só passou a ter uma política formal de meio ambiente com a edição da Lei 6.938/81 e a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), criado pela Lei 9.998/2000, regulamentada pelo Decreto 4.340/2002 (BRASIL, 2002; SCHENINI et al., 2004).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) as define como:

“espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

As Unidades de Conservação (UCs) dividem-se em dois grupos: Unidades de Proteção Integral, que permite o uso indireto dos recursos naturais, como a realização de pesquisas científicas, atividades de educação, medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as Unidades de Uso Sustentável, que consente o uso direto e sustentável dos seus recursos naturais.

As categorias das Unidades de Proteção Integral são: Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural; Refúgio de Vida Silvestre. As categorias das Unidades de Uso Sustentável constituem: Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável; Reserva Particular do Patrimônio Natural.

O estado de Pernambuco, situado no Nordeste brasileiro, instituiu o Sistema Estadual das Unidades de Conservação da Natureza (SEUC) pela Lei 13.787/2009 (PERNAMBUCO, 2009). No entanto, já existiam Unidades de Conservação Estaduais que foram recategorizadas. Atualmente, Pernambuco possui 71 UCs, 37 de Proteção Integral e 34 de Uso Sustentável. Destas, 13 foram instituídas como Áreas de Proteção Ambiental estuarinas, nas quais o ecossistema a ser protegido é o manguezal. Vale ressaltar, que essas APAs foram definidas pela Lei 9.931/86 (AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, 2015).

O manguezal é um dos ecossistemas mais produtivos do planeta e fornecem serviços ecossistêmicos essenciais ao equilíbrio da zona costeira. Eles influenciam no controle dos processos erosivos, produzem e exportam matéria orgânica, são habitat temporário ou definitivo de espécies estuarinas, marinhas, fluviais e terrestres, além de atuar como filtro e imobilizador de substâncias químicas, incluindo metais pesados, são reconhecidos como “ecossistema-chave”, cuja preservação é crítica para o funcionamento de ecossistemas costeiros (DINERSTEIN et al., 1995; VANNUCCI, 1999; LACERDA, 2002).

Os manguezais são um dos ecossistemas mais impactados do ambiente costeiro pelas ações antropogênicas, que provocam grandes mudanças nesse ecossistema, que incluem eventos extremos, como fechamento da foz do estuário, que interrompe o fluxo de água do mar (SCHAEFFER- NOVELLI, 2002; HOPPE-SPEER et al., 2015), alterações estruturais dos micro habitats do solo da floresta, devido ao pisoteio (ROSS, 2006), entre outros.

Alterações morfológicas associadas aos desvios nos canais dos rios, pressões humanas no litoral, refletem em transformações no balanço de sedimento para a costa, com aumento considerável da erosão (PARRA; ANGEL, 2014). No entanto, a grande ameaça é a perda do habitat, estimada em 36% do total da área de mangue mundial (KUENZER et al., 2011). O Ministério do Meio Ambiente do Brasil estima que o país perdeu 25% desse ecossistema, reflexo da intensa conversão dessas áreas para as atividades socioeconômicas, como a instalação de empreendimentos industriais e de moradia, por exemplo.

Os manguezais e outros ecossistemas como os recifes, restingas, dunas, costões rochosos vêm sendo convertidos e impactados negativamente para múltiplos usos socioeconômicos desde sua formação econômica e territorial. A zona

costeira que abriga esses ecossistemas até os dias atuais é o centro de atração e difusão de frentes povoadoras e de atividades dos setores econômicos.

Atualmente, metade da população brasileira reside numa faixa de até duzentos quilômetros do mar. A zona costeira de Pernambuco, na qual a APA está inserida, abrange aproximadamente 4% do território desse estado e concentra 43,8% da população, um indício da complexidade de regulação do uso e ocupação dessas áreas e da vulnerabilidade desses ambientes (ANDRADE, 1973; MANSO et al., 2006; BRANDÃO, 2011).

O uso e ocupação do solo guardam íntima relação entre si, de modo geral, as atividades do homem estão relacionadas com o tipo de cobertura do solo, seja ela florestal, agrícola, ou residencial. Essas características são registradas por sensores remotos, no entanto para a identificação do uso, são necessárias interpretações de modelos, tonalidades, formas, texturas, localização no terreno e a utilização de dados complementares para uma melhor compreensão da realidade (BRASIL, 2013).

O entendimento das atividades nas Unidades de Conservação e como elas influenciam os ecossistemas a serem protegidos é fundamental para diminuir a vulnerabilidade dessas áreas, especialmente, para as Áreas de Proteção Ambiental, que permite variados usos, um grande desafio à gestão, que precisa garantir a conservação e conciliar interesses da sociedade, muitas vezes, conflituosos (VILA NOVA; TORRES, 2012).

Os estudos envolvendo o conceito de vulnerabilidade foram intensificados pós década de 1980 e associado à história da epidemia de HIV / AIDS, posteriormente, o conceito foi inserido em várias áreas como a sociologia, biologia, oceanografia, geologia e geografia, entre outras, com a necessidade de compreender a sociedade e seus diferentes graus de vulnerabilidade a diferentes processos, o que aumentou a sua polissemia (ELLINSON, 2015; OVIEDO; CZERESNIA, 2015).

Ionescu et al. (2005) investigaram o conceito de vulnerabilidade e concluíram que ela pode ser analisada a partir de três primícias: entidade, estímulo e critérios. Os critérios são as variáveis que refletem positivamente ou negativamente no estímulo e determinam a vulnerabilidade da entidade.

Segundo Saito (2008), “a etimologia de vulnerável vem do latim *vulnerabilis* que significa “que causa lesão” e remete ao antepositivo *vulner*, o qual indica “ferida” e é semanticamente conexo com o grego “traúma, atos”. Logo, constata-se que o

sentido de vulnerabilidade tem uma conotação negativa e esta relacionado sempre com perdas.

Esse é o conceito norteador desse trabalho: o de perda para um dado elemento, dentro de uma determinada área, passível de ser afetada por ente, um fenômeno ou processo, especificamente, a perda do mangue, que se apresenta como síntese do meio, nas Áreas de Proteção Ambiental, frente à dinâmica do uso e ocupação do solo. Esses processos podem ser facilmente detectáveis por meio de indicadores, que servem para nos informar, direta ou indiretamente, o que está acontecendo ou prestes a acontecer, antecipando fenômenos que não seriam detectáveis com dados isolados (SANTOS, 2007; SAITO, 2008).

O uso de indicadores como ferramenta de gestão decorre do fato destes diminuir o número de parâmetros exigido para a representação de um sistema, é fundamental que estes sejam sensíveis às alterações provocadas no sistema e representativos da sua evolução temporal, com o intuito de cumprirem o seu objetivo ao nível de monitorização. Caracterizam-se ainda por serem simples e de fácil interpretação (VAN BELLEN, 2004).

À luz dessas considerações, pretende-se analisar as Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco e de sua vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo na construção de indicadores, visando subsidiar o monitoramento dessas áreas protegidas.

1.1 Antecedentes

Nas últimas décadas, os estudos sobre vulnerabilidade ambiental e criação de índices que reflitam o uso e ocupação do solo vêm criando um ambiente de discussão sobre formas e estratégias para conter o processo histórico de perda de biodiversidade e de recursos naturais (SANTOS, 2007).

Tricart (1977) classifica o meio ambiente, a partir dos processos de morfogênese e pedogênese, em meios estáveis, *integrados* e fortemente instáveis. Esse trabalho também representa o surgimento da teoria sistêmica na Geografia, junto com as propostas de Sotchava (1978) e Bertrand (1972).

A classificação proposta por Tricart (1977) se destaca como pressuposto teórico e metodológico em muitos trabalhos sobre vulnerabilidade ambiental e construção de índices, nos quais se destacam a relação entre este conceito e o de

risco, principalmente no que diz respeito aos processos erosivos e desastres geológicos. Em países, como a China e no Brasil, vários atributos foram utilizados no esforço de representar a interação natureza e sociedade e os diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental, como litologia, declividade, classe de solo, vegetação, clima e uso do solo (MENEZES et al., 2007; WANG et al., 2008; FUSHIMI et al., 2013; FANTINEL, 2016; YANG et al., 2016).

Ao longo do tempo, algumas adaptações da categorização ecodinâmica foram elaboradas e outros parâmetros utilizados, a exemplo do relevo (LAGE et al., 2009), infraestrutura urbana (ZANELLA et al., 2011), aptidão agrícola dos solos (KLAIS et al., 2012) e unidades geomorfológicas (LIMA; AMARAL, 2013).

Com o desenvolvimento e difusão das geotecnologias as análises sobre a vulnerabilidade ambiental ganharam robustez, como constataram Crepani et al. (2001), ao utilizarem a proposta de Tricart (1977) aos estudos integrados das imagens de satélite, que permitem uma visão holística da paisagem. Eles destacam o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas como basilar na determinação da vulnerabilidade natural à perda de solo para subsidiar o Zoneamento Ecológico – Econômico.

Os critérios de vulnerabilidade ambiental também foram empregados no Zoneamento Ambiental de área de proteção ambiental por Corvalán (2009) e para quantificar a compensação ambiental por Torresan e Lorandi (2008), que tal como o Zoneamento Ecológico – Econômico, avaliação de impacto ambiental, análise de riscos ambientais convergem para um objetivo comum: reduzir ou evitar conflitos, desequilíbrios, impactos ocasionados por intervenções desordenadas do homem sobre os sistemas naturais e sua capacidade de suporte e renovação (ARECES et al., 2010).

Vale ressaltar as pesquisas que se debruçaram ao entendimento das vulnerabilidades ambientais associadas às mudanças climáticas, aos eventos extremos do clima, que envolvem sistemas naturais complexos, como vórtices ciclônicos, sistemas frontais, distúrbios de leste, Zona de Convergência Intertropical. As áreas vulneráveis à inundação é uma das investigações mais frequentes, pois os impactos negativos estão diretamente relacionados ao uso e ocupação do solo (ARAÚJO, 2010; SANTOS; SOUZA, 2014; YOO et al., 2014; FEITOSA, et al., 2016; PAZ et al., 2016).

A precipitação pluviométrica associada ao uso e ocupação do solo foram apontados como principais ativadores da erosão, a intensidade, duração e frequência foram os critérios utilizados por Gaspari et al. (2011) para classificar o ambiente no que concerne à vulnerabilidade.

Outros trabalhos consideraram outras reflexões na questão de vulnerabilidade ambiental, como a eutrofização (FIGUEIREDO et al., 2007), dinâmica de nutrientes (HUANG et al., 2010), os acordos ambientais internacionais (CHOUHA et al., 2016). Destacam-se, ainda, os estudos de Cartier et al. (2009) e de Campos – Varga et al. (2015), que explicaram a vulnerabilidade a partir das condições socioeconômicas, ambos os trabalhos utilizaram o conceito de justiça social e justiça ambiental, em voga atualmente.

Schumann e Moura (2015) fizeram uma revisão da literatura sobre índices de vulnerabilidade e constataram que eles ponderam quatro temas: determinantes sociais da saúde; condições ambientais e climáticas; a família e o curso de vida; território e características geográficas específicas.

Recentemente, algumas pesquisas examinaram alguns critérios, como a densidade populacional, que podem influenciar na dinâmica ambiental, a exemplo da verticalização dos espaços urbanos que não se destaca numa classificação de uso e ocupação do solo e que podem intensificar a vulnerabilidade do ambiente (SHAO et al., 2014; NANDY et al., 2015; SAHOO et al., 2016). Como observado, o uso e ocupação do solo aparece em muitas propostas de análises, no entanto, há uma lacuna no entendimento quanto aos fatores que representem essa dinâmica associada às transformações ocorridas na vegetação.

1.2 Problema de investigação

As Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco têm como sistema a ser protegido o manguezal, compreendido na zona costeira, onde as atividades turísticas, industriais e aumento da tessitura urbana não controlada e em certa medida, permitida e estimulada, podem comprometer o objetivo de conservação das unidades de conservação.

A diversidade de uso e ocupação do solo são reflexos de processos sociais, econômicos, culturais, naturais, que nessas áreas produzem conflitos por interesses distintos entre os vários atores da sociedade no âmbito público e privado, como o Estado, empresários, centros de pesquisa, associações da sociedade civil

organizada, entre outras entidades, e que paulatinamente, vem deteriorando a qualidade ambiental dessas áreas.

A deterioração ambiental envolve desmatamento, perda de habitat, poluição das águas e do solo, o descarte inadequado de resíduos, a construção de obras civis dentro dos canais, estuários, entre outros aspectos que podem influenciar e potencializar os processos típicos desse ambiente dinâmico e frágil e, torná-lo vulnerável em proporção desigual.

Portanto, torna-se oportuno o desenvolvimento de um índice de vulnerabilidade florestal, que represente os sistemas socioeconômicos e naturais, dimensões distintas e complementares do meio ambiente, cuja dinâmica se encontra estritamente relacionada ao uso e ocupação da terra, tentando identificar alguns fatores que influenciam essas alterações, contribuindo para o monitoramento e gestão das Áreas de Proteção estuarinas.

1.3 Hipótese

A vulnerabilidade ambiental das Unidades de Conservação é decorrente do uso e ocupação do solo, produto da relação dos sistemas naturais, sociais e econômicos, que mesmo interagindo tornam essas áreas vulneráveis em intensidades distintas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Determinar um índice de vulnerabilidade florestal com base nos sistemas socioeconômicos e naturais, a partir do uso e ocupação do solo em Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco visando contribuir com a conservação, monitoramento e gestão dessas áreas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar as Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco.
- ✓ Verificar as variáveis mais significativas na análise de vulnerabilidade florestal em Áreas de Proteção Ambiental estuarinas que reflitam a dinâmica de uso e ocupação do solo.
- ✓ Identificar indicadores que expressem a vulnerabilidade florestal frente à dinâmica de uso e ocupação do solo em Áreas de Proteção Ambiental estuarinas
- ✓ Determinar um índice de vulnerabilidade florestal para as APAs estuarinas de Pernambuco que possibilite o acompanhamento da vulnerabilidade ao de uso do solo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para nortear as análises aqui propostas, alguns conceitos, reflexões e pressupostos teóricos serão utilizados, dentre eles, a Geografia e a questão ambiental, a área de proteção ambiental, o uso e ocupação do solo e a questão ambiental, a vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo e a construção e uso de índice.

2.1 A Geografia e a Questão Ambiental

Os estudos ambientais prescindem dos mesmos princípios da geografia, os quais buscam entender as relações das sociedades humanas com os seus modos de vida, padrões sociais, culturais, econômicos, os meios de apropriação dos recursos naturais e de suas interações com a natureza (ROSS, 1991).

Dentro do contexto epistemológico na geografia, os problemas ambientais vêm incorporando em sua evolução diferentes métodos de análise e pesquisa (ROSOLÉM; ARCHELA, 2010). Isso se deve ao próprio avanço da compreensão dos sistemas que compõem o ambiente, com relações complexas e sinérgicas gerada pela articulação dos processos de ordem física, biológica, termodinâmica, econômica, política e cultural (LEFF, 2008).

A questão ambiental e as discussões sobre essa temática se fortalece na década de 60, concomitantemente com o surgimento de outros movimentos de lutas pelos direitos civis, dentro dos movimentos sociais contestatórios, movimento contracultura, que contestava o modelo de sociedade, de economia, de domínio político, de homogeneização cultural (PORTO-GONÇALVES, 2006).

Um dos primeiros alertas mundiais em relação ao uso inadequado do ambiente foi feito por Carson (1962), quando publicou o livro *Primavera Silenciosa*, no qual a autora faz uma crítica severa ao uso de pesticidas e mostra como eles se propagam nos ecossistemas, incluindo o homem, provocando vários danos à saúde dos seres vivos.

O impacto foi instantâneo e “desencadeia uma grande inquietação internacional sobre a perda da qualidade de vida” (DIAS, 2004, p.33). Em 1972, foi publicado o relatório do Clube de Roma – *Limites do Crescimento* – que aponta a

necessidade de ajustar o desenvolvimento econômico aos recursos naturais existentes.

Em 1972, também ocorre a *Primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente*, em Estocolmo, Suécia, um marco nas discussões ambientais. Essa conferência introduz, definitivamente, o debate sobre a questão ambiental em todas as instâncias, no sentido de se repensar o desenvolvimento, a sustentabilidade dos recursos, mecanismos de conservação e recuperação de sistemas ameaçados (DIAS, 2004).

A Ciência Geográfica e outras áreas do conhecimento acompanharam esse movimento. Inicialmente, o meio ambiente na Geografia era compreendido numa perspectiva naturalista, na qual se descrevia o relevo, clima, vegetação, hidrografia, geologia, fauna e flora dissociado do homem, embora essa ciência tivesse desde a sua origem o estudo do homem e o seu meio natural (MENDONÇA, 1993).

A Teoria Geral dos Sistemas desenvolvida por Bertalanffy, em 1968, buscou suplantiar a fragmentação e perceber os fenômenos a partir de sua interconectividade holística e inspirou o conceito de geossistema (CAMARGO, 2008; PASSOS, 2011). Segundo Christofletti (1999), em 1962, Sotchava introduziu o termo geossistema na literatura soviética, com a preocupação de estabelecer uma tipologia aplicável aos fenômenos geográficos, buscando conectar os processos naturais e sociais.

Desde então, muitos autores contribuíram para o desenvolvimento de conceitos e pesquisas sobre geossistemas, como Tricart (1977), Christofletti (1999), Monteiro (2000), Bertrand, (2002), Bertrand (2004), Troppmair e Galina (2006), a exemplo do sistema tripolar Geossistema, Território e Paisagem - *GTP* - proposto por Bertrand (2002), na tentativa de integrar fenômenos que tem origens múltiplas e por muitas vezes difíceis de serem delimitados, tentando abranger a sua totalidade (VIEIRA, 2011).

O Sistema GTP permite a compreensão dos processos e das dinâmicas naturais e sociais e abordam conceitos que se tornam complementares em suas diferenças. Nessa proposta, o *Geossistema* refere-se a estrutura e funcionamento biofísico do espaço geográfico, bem como, ele se encontra atualmente, ou seja, o seu grau de antropização (BERTRAND, 2002).

O *Território* é o recurso, no qual é possível observar os processos de artificialização, o impacto da organização e do desempenho social e econômico ao

longo do espaço considerado. A *Paisagem* é a organização do meio ambiente, a fisionomia do geossistema resultante da combinação dinâmica do biofísico e antrópico reagindo dialeticamente uns sobre os outros e em constante evolução (BERTRAND, 2002).

2.2 Área de Proteção Ambiental (APA)

A criação de áreas protegidas surge como resposta mundial para o rápido desaparecimento de áreas naturais, a vulnerabilidade dos remanescentes e a consequente perda de serviços ambientais que recebem as pessoas que as habitam. Elas são territórios sob atenção e cuidados especiais, pois apresentam atributos ambientais significativos ante as ameaças das atividades do homem. A criação do Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos, em 1872, foi um marco histórico na criação desse tipo de instrumento de proteção (SCHENINI et al., 2004; ELBERS, 2011).

No Brasil, o Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro, em 1937, foi o primeiro a ser criado e teve como base o Código Florestal de 1934. Posteriormente, foram estabelecidos outros parques, como o Parque Nacional de Ubajara, no Ceará. No entanto, o país só passou a ter uma política formal de meio ambiente com a edição da Lei 6.938/81 e a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), criado pela Lei 9.998/2000, regulamentada pelo Decreto 4.340/2002 (BRASIL, 2002; SCHENINI et al., 2004).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) as define como:

“espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

As Unidades de Conservação (UCs) dividem-se em dois grupos: Unidades de Proteção Integral, que permite o uso indireto dos recursos naturais, como a realização de pesquisas científicas, atividades de educação, medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as Unidades de Uso Sustentável, que consente o uso direto e sustentável dos seus recursos naturais.

As categorias das Unidades de Proteção Integral são: Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural; Refúgio de Vida Silvestre.

As categorias das Unidades de Uso Sustentável constituem: Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável; Reserva Particular do Patrimônio Natural.

A Área de Proteção Ambiental (APA)

“é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais”.

A Área de Proteção Ambiental é constituída por terras públicas ou privadas. Nas terras públicas, as condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade. Nas propriedades privadas podem ser estabelecidas normas e restrições para utilização e cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e ressalvas legais.

2.3 Uso e Ocupação do Solo e a Questão Ambiental

Um marco da ação do ser humano como agente modificador do espaço é aquele no qual deixa de ser nômade e descobre que pode usar a terra para o seu sustento, assinalando, definitivamente, o seu papel como agente transformador do espaço. Desde então, com o desenvolvimento e uso intensivo da técnica, a natureza vem sofrendo mudanças significativas e exaustão dos seus sistemas (SANTOS; SOUZA, 2014).

Os impactos provocados por essas alterações fizeram crescer o número de estudos sobre a dinâmica de uso e ocupação do solo, conhecer os processos que o impulsionam tornou-se fundamental nas discussões ambientais, especialmente nas áreas urbanas. Para Deák (2001), o uso do solo é o rebatimento da reprodução social no plano do espaço urbano, uma combinação de um tipo de uso (atividade) e de um tipo de assentamento (edificação), admitindo, assim, uma variedade tão grande quanto às atividades da própria sociedade.

Para esse autor, as categorias de uso do solo são criadas com a finalidade de classificação das atividades e tipos de assentamento para efeito de sua regulação e

controle através de leis de zoneamento, ou leis de uso do solo. Nos estudos ambientais, é um mecanismo de identificação de fontes ou potenciais fontes de alterações do ambiente, advindas das atividades humanas.

Rosa (1991, p. 116) postula que a expressão “uso da terra” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem e explorado e é de grande importância, na medida em que o uso desordenado causa deterioração do ambiente, a exemplo de processos de erosão intensos, inundações, assoreamentos de cursos d’água, que são consequências imediatas do mau uso do solo.

O fato é que todas as atividades do homem estão diretamente relacionadas com a terra (WYATT et al., 1998), na qual o seu uso é, em parte, uma descrição da função da terra que está sendo usada, onde se desenvolve uma série de atividades empreendidas para produzir um ou mais bens e serviços (McCONNEL; MORAN, 2001).

2.4 Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo em Áreas de Proteção Ambiental Estuarinas

Os usos conflitantes gerados pelas diversas demandas da sociedade em relação aos recursos naturais e a deficiência na execução das legislações, amplificam a vulnerabilidade ambiental de áreas protegidas. Esse processo é mais severo nas Unidades de Conservação pertencente à categoria Área de Proteção Ambiental, que permite e orienta o uso sustentável.

O conceito de vulnerabilidade há décadas logra de prestígio no campo da saúde pública, que foi incorporado às análises de risco, notadamente, nos estudos epidemiológicos, por auxiliar em respostas sociais mais efetivas e integrais frente aos complexos processos de saúde e enfermidade (OVIEDO; CZERESNIA, 2015).

Os estudos envolvendo o conceito de vulnerabilidade foram intensificados pós década de 1980 e associado à história da epidemia de HIV / AIDS, posteriormente, o conceito foi inserido em várias áreas como a sociologia, biologia, oceanografia, geologia e geografia, entre outras, com a necessidade de compreender a sociedade e seus diferentes graus de vulnerabilidade a diferentes processos, como desastres naturais, o que aumentou a sua polissemia (ELLINSON, 2015; OVIEDO; CZERESNIA, 2015).

Nesse sentido, o conceito de vulnerabilidade tem sido usado para descrever a suscetibilidade de sistemas físicos, bióticos e sociais a danos ou perigo, e a sua capacidade em absorver e reagir ao impacto ou perdas. Sterlacchini (2011) afirma que o conceito de vulnerabilidade parece estar aberto às interpretações e depende, fundamentalmente, das dimensões das análises.

Ionescu et al. (2005) investigaram o conceito de vulnerabilidade e concluíram que ela pode ser analisada a partir de três primícias: entidade, estímulo e critérios. Os critérios são as variáveis que refletem positivamente ou negativamente no estímulo e determinam a vulnerabilidade da entidade.

Para Proag (2014) a vulnerabilidade está relacionada ao grau em que um sistema, ou parte de um sistema, pode reagir adversamente durante a ocorrência de um evento, ou seja, a sua capacidade de recuperação, que está diretamente relacionada ao acesso aos recursos que possibilitem essa recuperação.

Segundo Saito (2008), “a etimologia de vulnerável vem do latim *vulnerabilis* que significa “que causa lesão” e remete ao antepositivo *vulner*, o qual indica “ferida” e é semanticamente conexo com o grego “trauma, atos”. Logo, constata-se que o sentido de vulnerabilidade tem uma conotação negativa e esta relacionado sempre com perdas.

A significação negativa é descrita por VARNES (1984), pelo United Nations Development Program (1994), WISNER et al. (2003), TORO et al. (2012).

Essas são as ideias básicas que nortearão as análises dessa pesquisa, a vulnerabilidade como o grau de perda para um dado elemento, grupo, comunidade ou sistema em uma área geográfica passível de ser afetada por um fenômeno e exprime a sua capacidade de recuperação. No caso, o grau de perdas florestais das Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco frente ao uso e ocupação do solo.

2.5 Variável, Indicador e Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo em Áreas de Proteção Ambiental Estuarinas

O interesse pela temática dos indicadores e índices e sua aplicação nas atividades ligadas ao planejamento governamental e ao ciclo de formulação e avaliação de políticas públicas vêm crescendo no País, nas diferentes esferas de governo e nos diversos fóruns de discussão dessas questões (JANNUZZI, 2005).

A demanda pelo conhecimento e a construção desses instrumentos estão concatenados com um dos principais objetivos que se colocam para o dirigente, o de

aumentar a eficácia da organização pública, o que se obtém apenas pela melhoria de sua gestão, pois permitem a produção de informações que orientam o processo de tomada de decisão em todas as suas instâncias, bem como, possibilitam o acompanhamento sistemático das ações desenvolvidas e o resultado produzido pelas mesmas (AGUIAR et al., 2006).

A construção de um índice segue algumas etapas de associação de informações, que perpassa pela escolha de variáveis que representem o objeto e a sua evolução, construção de indicadores por dimensão / categoria e por fim, o índice. Para isto, a utilização da estatística tem sido crucial, principalmente, na seleção de variáveis.

Uma variável é uma representação operacional de um atributo, cuja magnitude varia no espaço e no tempo, por meio de dados que podem ser representados em escalas numéricas com propriedades distintas: nominal, ordinal, intervalar e de razão. Quando essa variável porta informações sobre uma condição ou tendência de um sistema, pode ser considerado um indicador (ARECES-MALLEA, 2016).

A construção de indicadores tem como marco referencial, o modelo Pressão – Estado – Resposta, desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OECD (1993). No modelo PER os indicadores relativos a cada tema analisado são divididos em três categorias:

PRESSÃO: São indicadores que apresentam as interferências que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente.

ESTADO: São os indicadores que expressam as condições do meio ambiente tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

RESPOSTA: São os indicadores que apresentam a reação da sociedade às interferências nas condições ambientais apresentando-se enquanto medidas para diminuir ou anular as pressões ambientais e com isso melhorar o estado do meio ambiente.

Posteriormente, foram desenvolvidas três variantes do Modelo PER que são: FER, PEIR e FPEIR. Nesses modelos, o (F), representa a Força Motriz, ou seja, o tensor que está provocando as pressões. O (I), é o Impacto, que são os indicadores que medem as consequências da degradação ambiental sobre o homem e em seu entorno (VAN BELLEN, 2004).

No que diz respeito ao índice, é o último nível de agregação de dados de uma ferramenta de avaliação (SHIELDS et al., 2002), “é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõe” (SICHE et al., 2007, p. 137) ou simplesmente, um indicador de alta categoria (KHANNA, 2000).

Numa pirâmide de informações, a base representa os dados brutos e o topo o índice, que representa a síntese da realidade de um fenômeno a ser analisado no espaço e no tempo (SEPÚLVEDA, 2008). Na Figura 01 observa-se o nível de agregação dos dados na construção de um índice, a base da pirâmide corresponde ao menor nível de associação e o topo, o maior.

Figura 01 - Pirâmide de associação dos dados na construção de um índice.



Fonte: Adaptado de Shields et al. (2002) e Sepúlveda (2008).

Neste trabalho, optou-se pelo emprego de técnicas estatísticas multivariadas para seleção de variáveis; a construção de indicadores pelo modelo PER, para finalmente, construir o índice que possibilitasse a análise da vulnerabilidade florestal nas Áreas de proteção estuarinas de Pernambuco frente ao uso e ocupação dos solo.

Sterlachinni (2011) alerta que alguns processos não são mensuráveis, por exemplo, na análise de vulnerabilidade, muitas perdas são intangíveis, como a depreciação cultural, deste modo, é necessário o conhecimento do seu objeto de

análise. Assim, além dos pressupostos metodológicos supracitados, a análise qualitativa também balizou o processo de construção.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A seguir, encontra-se uma breve reflexão dos processos de formação e ocupação da Zona Costeira em Pernambuco, as características da área de estudo, com a descrição de cada Área de Proteção Ambiental estuarina com as suas especificidades e aspectos em comum.

3.1 Zona Costeira de Pernambuco – Formação e Ocupação

A formação e ocupação do território brasileiro teve início na época da expansão comercial de países europeus, financiada pela colonização da América, África e Ásia, no século XVI. Uma das principais atividades econômicas que se estabeleceu na faixa litorânea foi a economia açucareira, notadamente, no atual Estado de Pernambuco (FURTADO, 2007).

Os primeiros aglomerados urbanos dependentes do fluxo comercial exportador e da realidade agrária tornou essa região estratégica e dinâmica durante as primeiras décadas. As cidades litorâneas, a exemplo de Olinda e Recife, cresceram ao redor de fortificações e ao sabor da expansão da população. Desde então, as áreas costeiras são o centro de atração e difusão de frentes povoadoras e de movimentação das principais riquezas do país e de Pernambuco. (VAL, 2010).

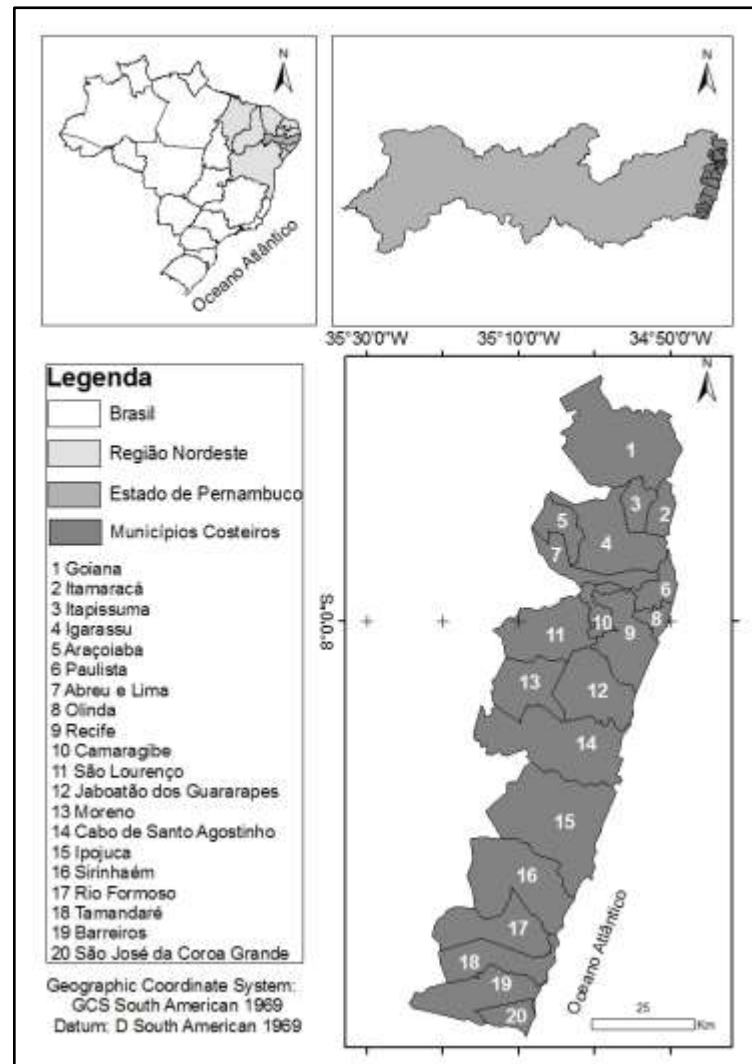
A densidade demográfica média da zona costeira brasileira fica em torno de 100 hab./km², e atualmente, um quarto da população brasileira reside numa faixa de até duzentos quilômetros do mar. Em Pernambuco, residem cerca de 910 hab/km² nas áreas costeiras, concentrando quase metade da população nessa região, cuja forma de vida impacta e transforma diretamente esse ambiente (BARBOSA et al., 2008; CORRÊA, 2017).

A Zona Costeira brasileira é patrimônio nacional e a sua utilização deve assegurar a preservação do meio ambiente e o uso dos recursos naturais. A Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM) do Brasil, que tem a finalidade de coordenar os assuntos relativos à consecução da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM), define a zona costeira como o espaço geográfico de interação do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, abrangendo a faixa que se estende até as 12 milhas náuticas, que foram estabelecidas de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e a faixa do continente

formada pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira (BRASIL, 1997).

A Zona Costeira de Pernambuco estende-se do município de Goiana, ao norte, no limite com o Estado da Paraíba, até o município de São José da Coroa Grande, ao sul, na divisa com o Estado de Alagoas. Abrange 187 km de extensão e vinte e um municípios, dividida em três setores nos quais estão inseridos não só os municípios litorâneos e estuarinos, como também, os municípios que, pela contiguidade com os primeiros, exercem e/ou recebem influência marcante dos mesmos (MANSO et al., 2006) (Figura 02).

Figura 02- Municípios Costeiros do Estado de Pernambuco.



Fonte: Próprio Autor (2017).

No presente estudo, considerou-se 18 municípios que sofrem influência mar e constituem as 13 Áreas de Proteção Ambiental estuarinas (Goiana, Itaquitinga, Itapissuma, Itamaracá, Igarassu, Araçoiaba, Abreu e Lima, Paulista, Recife, Olinda, Jaboatão, Cabo, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José).

3.2 Áreas de Proteção Ambiental Estuarinas de Pernambuco

As Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco totalizam 13 Unidades de Conservação com características distintas, especificadas a seguir:

3.2.1 APA do Canal de Santa Cruz

Situada nos municípios de Itamaracá, Itapissuma, Igarassu e Goiana.
Ecossistema: Manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: poluição industrial, devido a grandes cargas de dejetos lançados pelas indústrias da região; poluição por esgotos domésticos; pesca criminosa realizada com bombas e a ocupação desordenada do solo (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.2 APA dos Rios Goiana e Megaó

Situada no município de Goiana

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: corte e aterros de manguezais para a implantação de grandes projetos de carcinicultura (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.3 APA do Rio Itapessoca

Situada no município de Goiana.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: instalação de indústrias; desmatamento da vegetação de mangue (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.4 APA do Rio Jaguaribe

Situada no município de Itamaracá.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: construção de viveiros para criação de peixes, atualmente substituídos pelo camarão marinho; pesca predatória (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.5 APA do Rio Timbó

Situada nos municípios de Abreu e Lima, Igarassu e Paulista.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: ocupação desordenada do solo (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.6 APA do Rio Paratibe

Situada nos municípios de Paulista e Olinda.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: acelerada ocupação da área por loteamentos e conjuntos habitacionais (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.7 APA do Rio Beberibe

Situada nos municípios de Olinda e Recife.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: A área estuarina do rio Beberibe encontra-se totalmente descaracterizada pelos constantes aterros, onde o ecossistema foi substituído paulatinamente por habitações, vias e grandes equipamentos urbanos (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.8 APA do Rio Capibaribe

Situada no município de Recife.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: Ao longo da história, este estuário vem sofrendo constantes desmatamentos, aterros, movimentação de terras, perdendo seus espaços para expansão urbana, resultando na sua descaracterização quase total (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.9 APA dos Rios Jaboatão e Pirapama

Situada nos municípios de Jaboatão dos Guararapes e Cabo de Santo Agostinho.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais. poluição hídrica de origem doméstica e industrial; cortes e aterros da vegetação para a instalação de marinas e loteamentos (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.10 APA dos Rios Sirinhaém e Maracaípe

Situada nos municípios de Ipojuca e Sirinhaém.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: ocupação desordenada do solo; desmatamento, aterros para a expansão urbana; poluição hídrica por dejetos domésticos (VILA NOVA et al., 2012; VILA NOVA et al., 2013).

3.2.11 APA do Rio Formoso

Situada nos municípios de Sirinhaém, Tamandaré e Rio Formoso.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: pesca predatória; loteamentos (PERNAMBUCO, 2014).

3.2.12 APA do Rio Carro Quebrado

Situada no município de Barreiros

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: lançamento de efluentes domésticos (PERNAMBUECO, 2014).

3.2.13 APA do Rio Una

Situada nos municípios de Barreiros e São José da Coroa Grande.

Ecossistema: manguezal.

Ato de Criação: Lei nº 9.931 / 86.

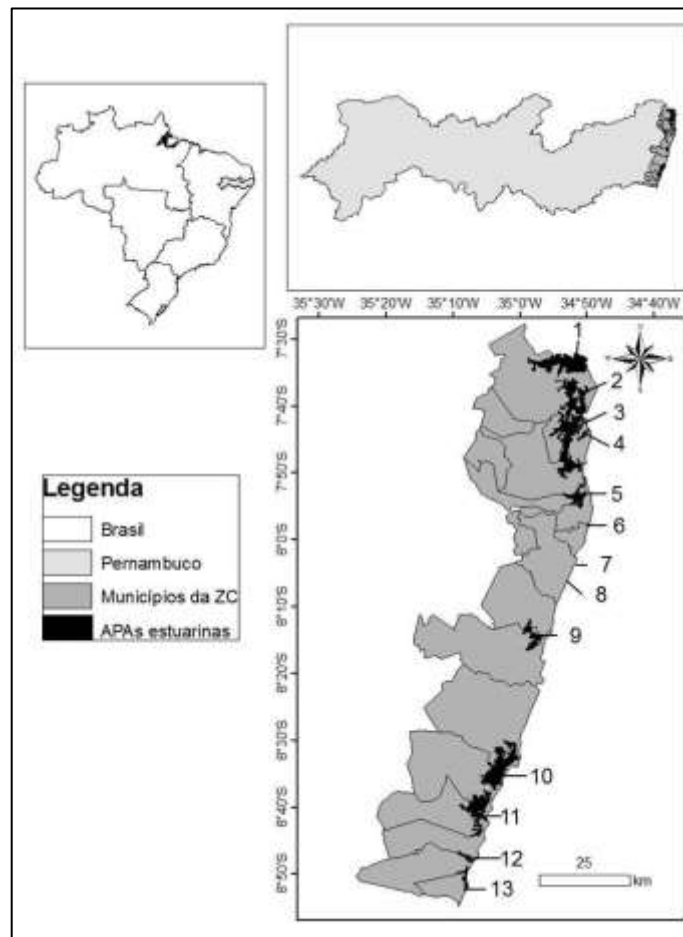
Plano de Manejo: Não possui.

Conselho Gestor: Não possui.

Principais problemas ambientais: poluição hídrica causada pela indústria sucroalcooleira (lançamento do vinhoto, resíduo altamente poluente), despejo de efluentes domésticos e resíduos (PERNAMBUCO, 2014).

Na Figura 03 está a localização espacial e limites das Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco.

Figura 03 – Localização espacial das Áreas de Proteção estuarina de Pernambuco. Legenda 1- APA estuarina dos rios Goiana e Megaó; 2- APA estuarina do rio Itapessoca; 3 – APA estuarina do Cana de Santa Cruz; 4 – APA estuarina do Rio Jaguaribe; 5 – APA estuarina do rio Timbó; 6 – APA estuarina do rio Paratibe; 7 – APA estuarina do rio Beberibe; 8 – APA estuarina do rio Capibaribe; 9 – APA estuarina dos rios Pirapama e Jaboatão; 10 – APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe; 11 – APA estuarina do rio Formoso; 12 – APA estuarina do rio Carro Quebrado; 13 – APA estuarina do rio Una.



Fonte: Próprio Autor (2017).

A delimitação das APAs foi realizada pela Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), mas as APAs dos rios Japaritibe, Beberibe e Capibaribe não foram efetivadas.

3.3 Aspectos Fisiográficos das APAs

O clima quente e úmido é típico nos municípios onde as APAs estão situadas, com chuvas abundantes entre junho e agosto, inverno no Hemisfério Sul, que não está associado à diminuição expressiva de temperatura, que registra médias anuais entre 25°C (mínima) e 30°C (máxima) e precipitação média anual de 2050 mm, com ventos associados a Massa Equatorial Tropical (MANSO et al., 2006; PERNAMBUCO, 2014).

Em Pernambuco, o ambiente costeiro, sensível e instável, pela sua natureza de conexão entre sistemas continentais e marinhos, já bem descaracterizado é o domínio potencial da Floresta Tropical (Floresta Atlântica) e das formações litorâneas, como restinga, mangue, formações de praia e os campos de várzea (AB'SABER, 2003).

Do ponto de vista geológico, as planícies costeiras, desenvolvidas durante o Quaternário, constitui uma unidade geológica – geomorfológica de grande complexidade resultado da variação do nível do mar, mudanças climáticas e processos dinâmicos costeiros (MANSO et al., 2006).

Os terraços marinhos pleistocênicos e holocênico foram formados por regressões subsequentes às duas últimas transgressões. De modo geral, os depósitos pleistocênicos apresentam-se descontínuos nas porções mais internas da planície costeira, no sopé das formações mais antigas, bem como isolados na própria planície, de largura variando entre 0,5 a 1,0 km e com altitude máxima de 8 m (MANSO et al., 2006).

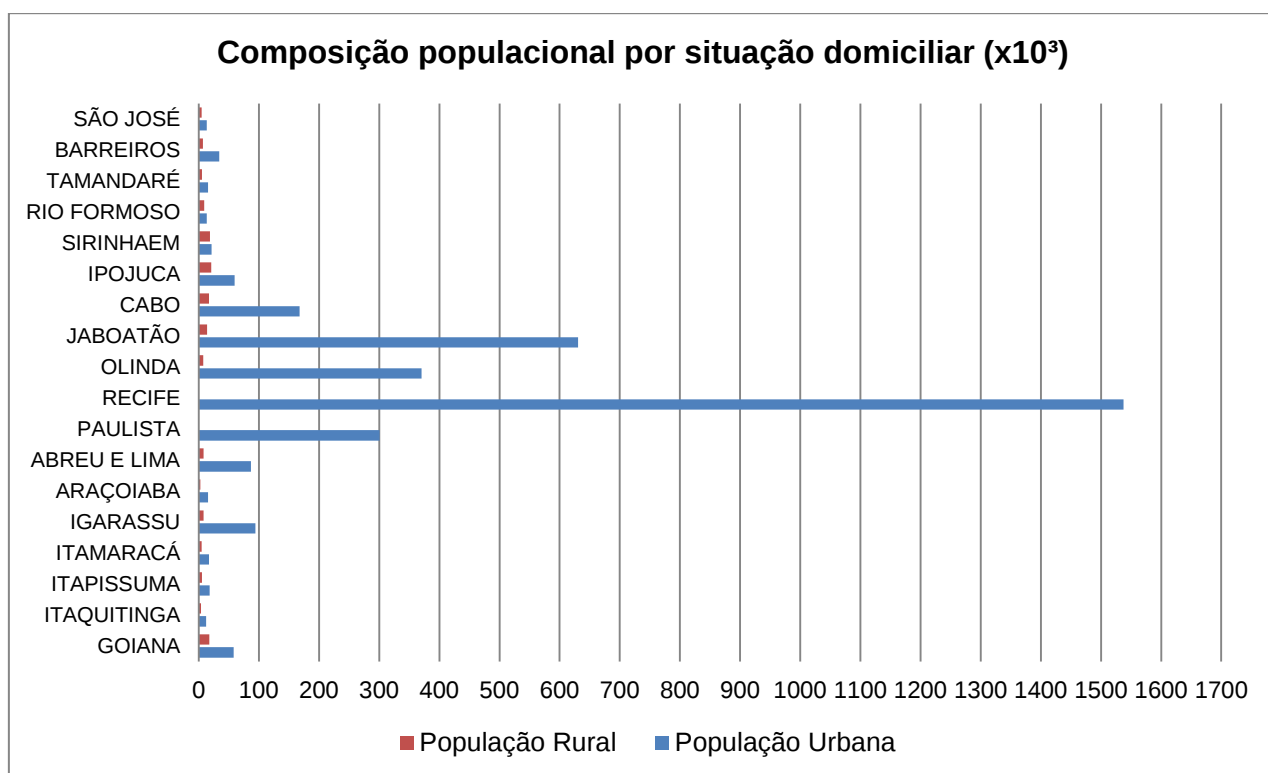
Nos depósitos ocorrem alinhamentos de cordões litorâneos, que se apresentam ocasionalmente retrabalhados pela ação eólica. Estes sedimentos estão separados dos Terraços Marinhos Pleistocênicos por regiões baixas com depósitos lagunares, acompanhando praticamente toda linha de costa (MANSO et al., 2006).

3.4 Aspectos Socioeconômicos das APAs

Recife, Olinda e Jaboatão são os municípios que concentram a maioria da população do Estado de Pernambuco, com 2.560.104 habitantes, seguidos dos municípios ao Norte - Goiana, Itaquitinga, Itapissuma, Itamaracá, Igarassu, Araçoiaba, Abreu e Lima e Paulista - com 652.061 habitantes e dos municípios ao Sul – Cabo, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros, São José –

com 407. 736 habitantes. Em todos os municípios a maioria da população vive nas áreas urbanas, segundo o Censo 2010, do IBGE (Figura 04).

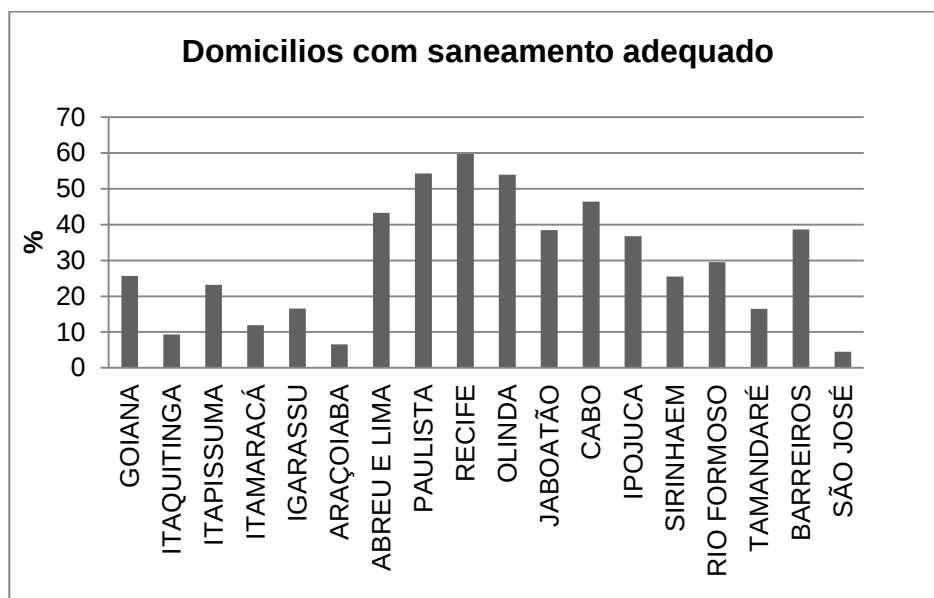
Figura 04 - Composição populacional por situação domiciliar (urbana / rural) nos municípios nos quais as APAs estão inseridas, com base no Censo IBGE (2010).



Fonte: Adaptado do Censo IBGE (2010).

Os domicílios com saneamento adequado nos municípios, caracterizados pela presença de 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 representam aproximadamente 30%, como observado na Figura 05.

Figura 05 - Proporção de domicílios com saneamento adequado nos municípios nos quais as APAs estão inseridas, com base no Censo IBGE (2010).



Fonte: Adaptado do Censo IBGE (2010).

Os habitantes dos municípios costeiros apresentam uma significativa população com mais de 25 anos não alfabetizadas, cerca de 20% da população não sabe ler nem escrever (Figura 06).

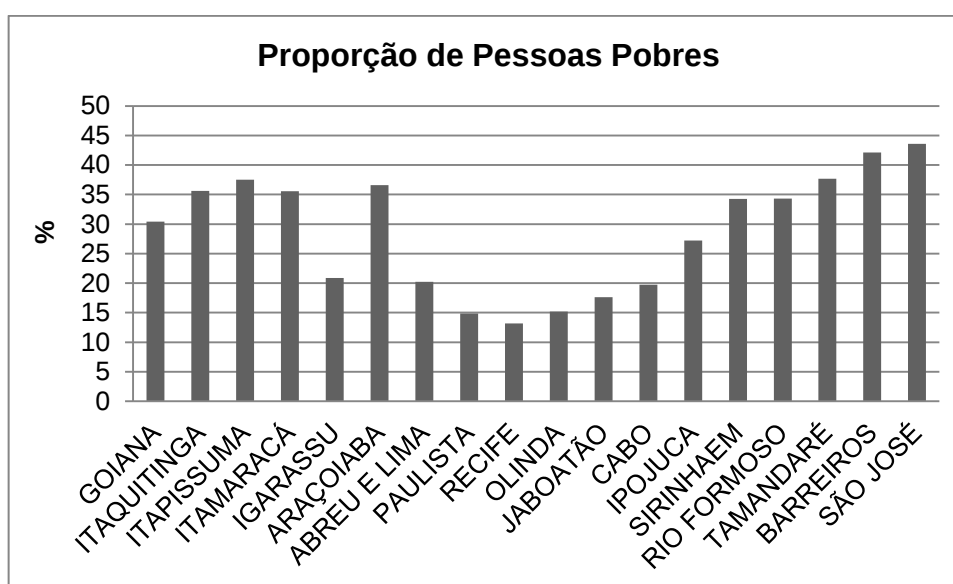
Figura 06 - Proporção de pessoas não alfabetizadas com mais de 25 anos nos municípios nos quais as APAs estão inseridas, com base no Censo IBGE (2010).



Fonte: Adaptado do Censo IBGE (2010).

A baixa instrução dos habitantes desses municípios apresenta notadamente relação com a pobreza. A população pobre, que corresponde aos indivíduos com renda *per capita* igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais em agosto de 2010 (data referência do Censo 2010 IBGE) é de aproximadamente 30% nos municípios que abrangem as APAs (Figura 07).

Figura 07 - Proporção de pessoas pobres nos municípios nos quais as APAs estão inseridas, com base no Censo IBGE (2010).



Fonte: Adaptado do Censo IBGE (2010).

Observa-se que um quantitativo relevante da população não acessa aos serviços básicos, como o saneamento, conjuntura preocupante, bem como a situação de pobreza, consequência da pouca ou nenhuma instrução, refletindo uma desigualdade social dessa região que concentra boa parte da economia e o mais importante aglomerado populacional do Estado.

4 SELEÇÃO DE VARIÁVEIS EM ANÁLISE DE VULNERABILIDADE FLORESTAL ASSOCIADA AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO ESTUARINAS DE PERNAMBUCO

RESUMO

A Área de Proteção Ambiental é uma Unidade de Conservação na categoria de uso sustentável, e essa característica é um dos principais fatores de vulnerabilidade dessas áreas. 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, estão associadas ao entendimento de ambiente, geralmente, relacionadas a um ou outro elemento, como condições climáticas, família e curso de vida, entre outros aspectos. Nesse estudo, foi realizada uma análise integrada do ambiente com o objetivo de distinguir as variáveis mais significativas na análise de vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo na Área de Proteção estuarina de Sirinhaém e Maracaípe, Pernambuco. Para isso foram utilizadas técnicas estatísticas multivariadas, que possibilitaram a identificação de doze variáveis que 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 uso e ocupação do solo da zona costeira e podem ser utilizados na construção de instrumentos de monitoramento e gestão.

Palavras-chave: Áreas protegidas. Conservação. Mudança Ambiental. Perda da Vegetação. Fatores de Transformação.

ABSTRACT

The Area of Environmental Protection is a Conservation Unit in the category of sustainable use, this characteristic is one of the main vulnerability factors of these areas. The variables used in the construction of vulnerability indicators, which are facilitating instruments for the understanding of information demands for policy formulation and decision making in public spheres and other instruments, are associated with the understanding of the environment, generally related to One or another element, such as climatic conditions, family and life course, among other aspects. In this study, an integrated analysis of the environment was carried out in order to distinguish the most significant variables in the vulnerability analysis associated to the use and occupation of the soil in the Sirinhaém and Maracaípe Estuary Protection Area, Pernambuco. For this purpose, multivariate statistical techniques were used, which allowed the identification of twelve variables that indicate the processes that accentuate the vulnerability of the estuarine APA of Sirinhaem and Maracaípe and can be used in the other estuarine APAs, insofar as they reflect the dynamics of use And land occupation of the coastal zone and can be used in the construction of monitoring and management instruments.

Keywords: Protected areas. Conservation. Environmental Change. Loss of vegetation. Transformation Factors.

4.1 Introdução

No Brasil, o marco político relacionado à criação e à gestão de áreas protegidas se deu sob a Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), integra as unidades federais, estaduais e municipais. O Sistema divide-se em dois grupos com características distintas, as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável (BRASIL, 2000).

As Unidades de Proteção Integral compreendem a Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre, onde é permitido o uso indireto dos seus recursos naturais. As Unidades de Uso Sustentável integram a Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural, onde é permitido o uso sustentável de parcela os seus recursos naturais (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 71 UCs, 37 de Proteção Integral e 34 de Uso Sustentável. Destas, 13 foram instituídas como Áreas de Proteção Ambiental estuarinas, nas quais o ecossistema a ser protegido é o manguezal (PERNAMBUCO, 2009).

A Área de Proteção Ambiental (APA) consta de certo grau de ocupação humana, atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar da sociedade e visam assegurar os processos biológicos, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

A sustentabilidade se apresenta como cerne dos objetivos de criação, das atividades e usos que podem se estabelecer nessas áreas, no entanto, para a sua concretização é necessário considerar as dimensões naturais, sociais, econômicas, políticas e culturais, que são subsistemas do ambiente e seus atributos básicos como a resiliência, fragilidade, estabilidade e vulnerabilidade (SARANDÓN; FLORES, 2009; ARECES-MALLEA, 2016).

A resiliência está relacionada à adaptação do sistema frente aos distúrbios, a fragilidade, à desestabilização de um equilíbrio dinâmico preexistente. A estabilidade está associada à permanência em estado de equilíbrio. A vulnerabilidade tem uma conotação negativa e está relacionada com perdas, que podem diminuir a resiliência de um sistema e, conseqüentemente, torna-lo mais frágil e instável, deste modo, a vulnerabilidade pode refletir a sustentabilidade de um ambiente diante de mudanças (HOLLING, 1973; SAITO, 2008; GIMENES; AUGUSTO FILHO, 2013).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2007) analisou a efetividade de gestão das Unidades de Conservação federais do Brasil e constatou que 63% apresentavam alta vulnerabilidade associadas ao fácil acesso às áreas, prática de atividades ilegais, a grande demanda por recursos naturais, dificuldades de contratação e manutenção de funcionários, dificuldade de monitoramento das atividades ilegais existentes e o elevado valor de mercado dos recursos naturais, dificultando a conservação dos ecossistemas.

As Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco têm os manguezais como objeto de conservação e assim como outros ecossistemas, a exemplo dos recifes, dunas e restingas, estão numa região de grande concentração populacional, onde predominam formas de assentamento humanos que determinam o rompimento de processos ecológicos, contribuindo para a degradação de ecossistemas, diminuição da diversidade genética e, conseqüentemente, do aumento da vulnerabilidade ambiental (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002).

A diversidade de usos nas áreas protegidas é produto da materialização das relações socioespaciais e do exercício do poder, que perpassa a implementação de atividades ligadas ao capital produtivo, nas quais as decisões são tomadas em escala regional, nacional e internacional, sem vínculo com o local, com a conservação dos recursos naturais utilizados pelas populações tradicionais (SANTOS, 2005). Assim, um dos maiores desafios na gestão das Áreas de Proteção Ambiental é regular o uso e ocupação do solo.

O uso e ocupação do solo refletem a interação, muitas vezes conflituosa, dos subsistemas desse ambiente (naturais, sociais, econômicas, políticas e culturais). Sistemas complexos como os manguezais tendem a resistir mais às perturbações induzidas pelo homem, no entanto, a cada perturbação “há perda de elementos do sistema, levando a uma simplificação tornando-o menos apto a ação de novos

tensores e, por consequência, mais vulnerável e com menor capacidade de suporte” (SCHAEFFER-NOVELLI, 2002, p.22).

O ecossistema manguezal funciona como indicador biológico às rápidas mudanças da paisagem em função da rápida resposta de suas espécies vegetais a qualquer alteração do ambiente (ARAÚJO et al., 2011). Para Bertrand (2004), a vegetação se apresenta como a síntese do meio, um reflexo da interação socioeconômica e ecológica, assim sendo, as suas transformações podem indicar quão vulnerável as Áreas de Proteção estuarinas se apresentam.

Deste modo, instrumentos de avaliação, monitoramento e gestão devem considerar variáveis associadas a essa dinâmica, com informações estratégicas para nortear as decisões. Uma variável é uma representação operacional 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).

As variáveis utilizadas nos estudos sobre vulnerabilidade ambiental estão concatenadas com a concepção de ambiente utilizada pelos pesquisadores, em parte, considera-se mais subsistemas do que a sua totalidade. Figueirêdo (2010) analisou as diferentes abordagens em estudo de vulnerabilidade ambiental e constatou que não há consenso em estudos sobre o tema, dificultando a comparação de resultados.

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; SANTOS; SOUZA, 2014; SOUZA; CASTRO, 2014; FUSHIMI et al., 2013). Os 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., 2012; FRACALANZA et al., 2013; LIMA et al., 2015; MUSSETA; BARRIENTO, 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). Como observado, as variáveis utilizadas nos estudos de vulnerabilidade ambiental estão intrinsecamente relacionadas à abordagem ambiental de cada pesquisa e a sua finalidade.

Nesse estudo, foi realizada uma análise integrada do ambiente com o objetivo de verificar as variáveis mais significativas na análise de vulnerabilidade florestal em Áreas de Proteção Ambiental estuarinas que reflitam a dinâmica de uso e ocupação do solo.

4.2 Material e Métodos

Na pesquisa foi utilizada abordagem quantitativa, pois recorreu-se à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre as variáveis, com aplicação de técnicas multivariadas, bem como uma análise qualitativa, na medida em que buscou-se compreender e explicar as relações dos resultados encontrados com recursos estatísticos. De natureza aplicada, a pesquisa visou gerar conhecimentos dirigidos à solução de problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A preocupação em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco, classifica a pesquisa como explicativa. Para isso foram realizadas revisão bibliográfica, uso de geotecnologias (sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto e o sistema de posicionamento global), aplicação de técnicas multivariadas, com a utilização de programas para tratamento estatísticos dos dados e campanhas de coletas de dados.

4.2.1 Área de Estudo

A Zona Costeira brasileira, com densidade demográfica média torno de 100 hab./km², é patrimônio nacional e a sua utilização deve assegurar a preservação do meio ambiente e o uso dos recursos naturais. Atualmente, um quarto da população brasileira reside numa faixa de até duzentos quilômetros do mar. Em Pernambuco, residem cerca de 910 hab/km² nas áreas costeiras, concentrando quase metade da população nessa região, cuja forma de vida impacta e transforma diretamente esse ambiente (BARBOSA, 2008; BRASIL, 2017).

A Zona Costeira de Pernambuco estende-se do município de Goiana, ao norte, no limite com o Estado da Paraíba, até o município de São José da Coroa Grande, ao sul, na divisa com o Estado de Alagoas. Abrange 187 km de extensão e vinte e um municípios. No presente estudo, considerou-se 18 municípios que sofrem influência direta do mar e constituem as 13 Áreas de Proteção Ambiental estuarinas (Goiana, Itaquitinga, Itapissuma, Itamaracá, Igarassu, Araçoiaba, Abreu e Lima, Paulista, Recife, Olinda, Jaboatão, Cabo, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José).

As Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco totalizam 13 Unidades de Conservação com características distintas, especificadas a seguir (Quadro 01):

Quadro 01 - Características das Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco.

APA ESTUARINA	MUNICÍPIOS	ECOSSISTEMA	ATO DE CRIAÇÃO LEI	ÁREA (ha)	PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS
Canal de Santa Cruz	Itamaracá/ Itapissuma/ Igarassu/ Goiana	Manguezal	9.931/86	5.292	Poluição por efluentes domésticos e industriais; Pesca predatória e ocupação desordenada do solo.
Rio Goiana e Megaó	Goiana	Manguezal	9.931/86	4.776	Corte e aterro dos manguezais; construção de viveiros para crustáceos
Rio Itapessoca	Goiana	Manguezal	9.931/86	3.998	Corte, desmatamento e aterro dos manguezais
Rio Jaguaribe	Itamaracá	Manguezal	9.931/86	212	Construção de viveiros para a criação de peixes e crustáceos; pesca predatória.

APA ESTUARINA	MUNICÍPIOS	ECOSSISTEMA	ATO DE CRIAÇÃO LEI	ÁREA (ha)	PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS
Rio Timbó	Abreu e Lima/ Igarassu/ Paulista	Manguezal	9.931/86	1.397	Ocupação desordenada do solo.
Rio Paratibe	Paulista/ Olinda	Manguezal	9.931/86	sem dados	Ocupação desordenada do solo.
Rio Beberibe	Olinda/ Recife	Manguezal	9.931/86	sem dados	Aterros dos manguezais; Poluição por efluentes e resíduos domésticos e industriais.
Rio Capibaribe	Recife	Manguezal	9.931/86	sem dados	Aterros dos manguezais; Poluição por efluentes e resíduos domésticos e industriais.
Rios Jaboatão e Pirapama	Cabo/ Jaboatão	Manguezal	9.931/86	1.284,5	Cortes e aterros dos manguezais; Poluição por efluentes e resíduos domésticos e industriais.
Rios Sirinhaém e Maracaípe	Ipojuca/ Sirinhaém	Manguezal	9.931/86	3.335	Ocupação desordenada do solo; Corte, desmatamento e aterros dos manguezais; poluição hídrica por dejetos domésticos e industriais.
Rio Formoso	Sirinhaém/ Rio Formoso	Manguezal	9.931/86	2.724	Ocupação desordenada do solo; pesca predatória.
Rio Carro Quebrado	Barreiros	Manguezal	9.931/86	402	Poluição por efluentes domésticos.
Rio Uma	Barreiros/ São José	Manguezal	9.931/86	553	Poluição por efluentes domésticos e industriais.

Fonte: Adaptado de [Pernambuco \(2014\)](#).

Os principais problemas ambientais nas APAs estuarinas de Pernambuco são a poluição por efluentes domésticos e industriais, corte, desmatamento e aterro dos

manguezais, construção de viveiros para a criação de peixes e crustáceos, pesca predatória e ocupação desordenada do solo ([PERNAMBUCO, 2014](#)).

Na APA estuarina de Sirinhaém e Maracápe observa-se problemas ambientais em comum com a maioria das Unidades de Conservação, a exemplo da ocupação desordenada do solo; corte, desmatamento e aterros dos manguezais; poluição hídrica por dejetos domésticos e industriais.

Nos municípios onde as APAs estão inseridas a população é predominantemente urbana. Aproximadamente 30% dos habitantes dispõem de saneamento adequado, caracterizados pela presença de 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.

Cerca de 20% das pessoas não sabem ler nem escrever e 30% são pobres, refletindo uma desigualdade social dessa região que concentra boa parte da economia e o mais importante aglomerado populacional do Estado.

4.2.2 Coleta dos Dados

Para a seleção das variáveis foram utilizados dados primários e secundários especificados a seguir.

4.2.2.1 Dados Socioeconômicos (Dados Secundários)

A *a priori* foi realizada uma análise exploratória que apontou doze variáveis socioeconômicas relevantes para o presente trabalho. Para isto, foi calculado o Coeficiente de Correlação de Pearson (r) e aplicada Análise de Componentes Principais (ACP) em 37 variáveis. 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.

Os dados socioeconômicos dos municípios da Zona Costeira de Pernambuco foram obtidos na base de dados do Censo do IBGE, dos anos de 1991, 2000 e 2010 e na base de dados do Estado (Quadro 02).

Quadro 02 - Variáveis socioeconômicas dos municípios da zona Costeira de Pernambuco.

IDVarE	Variáveis Socioeconômicas
1	População urbana
2	População rural
3	Densidade demográfica
4	Pobres
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
9	Domicílios particulares permanentes com saneamento inadequado
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: Próprio Autor (2017).

4.2.2.2 Dados Naturais e de Uso e Ocupação do Solo (Dados Primários)

Os dados de uso e ocupação do solo e naturais foram obtidos por meio de mapeamento espaço temporal. Para isto, foi realizado o processamento digital de imagens e uma 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):

$$L^a = a_i + ((b_i - a_i) / 255) \cdot d \quad (1)$$

Onde, $L\lambda$ é a radiância espectral aparente em determinada banda, a_i é o L_{max} , b_i corresponde ao L_{min} e nd 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):

$$p_a = (\pi \cdot d^2 \cdot L\lambda) / (E_{sun} \cdot \cos(\text{zen})) \quad (2)$$

Onde, p_a é a reflectância, $\pi \cdot d^2$ 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.

O valor correspondente à distância Terra- sol junto com os valores de irradiância solar no topo da atmosfera e o cosseno do ângulo zenital da imagem podem ser obtidos via o cruzamento dos dados da imagem com uma planilha compatível ao software EXCEL disponível no site do Instituto de Pesquisas Espaciais –INPE (www.inpe.br).

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 dos pixels pertencerem ou não à determinada classe (FRANÇA et al., 2009).

Para a aquisição das assinaturas foi utilizada a ferramenta “crescimento de região”, que determina quais pixels possuem valores similares ao pixel de referência

ou semente. Foram determinadas seis classes: mangue; outra vegetação (restinga e mata); cultura permanente (cana-de-açúcar e coco); área urbanizada (estruturas artificiais como casas, ruas, etc); solo exposto (áreas desmatadas, bancos arenosos); corpos hídricos (incluindo alagados sem vegetação) (Tabela 01).

Tabela 01 - Variáveis naturais e de uso e ocupação do solo na Área de Proteção Ambiental estuarina de Sirinhaém e Maracaípe / PE, 1991, 2000 e 2010.

VARIÁVEIS NATURAIS E DE USO E OCUPAÇÃO O SOLO (ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL)	1991 (ha)	2000 (ha)	2010 (ha)
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: Próprio Autor (2017)

Para a avaliação da exatidão temática da classificação, foi calculado o coeficiente de Kappa, metodologia pormenorizada em Quartaroli e Batistella (2006); validação dos pontos em campo com a utilização do GPS Etrex 10, realizado em janeiro de 2016. As imagens do Google Earth também subsidiaram a identificação de classes. Posteriormente, as imagens classificadas foram convertidas para polígono e calculadas as áreas de cada classe.

Para o processamento e análise dos dados, as variáveis mangue e outra vegetação (restinga e mata) foram incorporadas na variável vegetação nativa, que representa a cobertura florestal da Área de Proteção Ambiental estuarina de Sirinhaém e Maracaípe.

4.3 Análise dos dados

Para atingir o objetivo proposto foi fundamental uma análise comparativa entre as dimensões socioeconômicas, naturais e de uso e ocupação do solo, para mitigar um dos principais complicadores em análises integradas de variáveis em estudos ambientais, que é a compatibilização de dados socioeconômicos que são obtidos por unidades administrativas e dos dados naturais e de uso e ocupação do solo das APAs, que não apresentam os mesmos limites, além de entender a relação de influência entre elas.

A análise comparativa também foi utilizada para determinar a contribuição dessas variáveis na vulnerabilidade florestal das APAs, a partir das transformações ocorridas na vegetação nativa (mangue, restinga, mata), cobertura florestal da Unidade de Conservação.

Dos processos de conversão dos sistemas naturais para as atividades do homem, o desflorestamento é um dos mais antigos, praticado há pelo menos 12 mil anos pela humanidade. No entanto, nas últimas décadas, o aumento drástico do desmatamento tornou-se um dos principais problemas no equilíbrio natural da natureza, com impactos negativos ao ambiente, como o processo de assoreamento dos rios, aumento da erosão, extinção de habitats, etc.

Deste modo, a persistência da cobertura vegetal das formações naturais é um indicador da interação socioeconômica e ecológica, inclusive por se tratar de uma Unidade de Conservação, pode revelar a efetividade da criação dessa área protegida. Na zona costeira, o ecossistema manguezal funciona como indicador biológico às rápidas mudanças da paisagem em função da rápida resposta de suas espécies vegetais a qualquer alteração do ambiente, por isso, mesmo foi utilizada como base das análises (BERNINI et al, 2006).

Para isso, foram utilizadas técnicas de análise multivariada (Regressão Linear Simples, Correlação de Pearson e Agrupamento) que auxiliam na compreensão de relações complexas do ambiente, métodos pormenorizados em Legendre e Legendre (1998). As variáveis selecionadas foram àquelas associadas de maneira estatisticamente significativa, considerando o Coeficiente de Determinação igual ou superior a 0,700.

Para o agrupamento foi utilizado o método UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages*), que utiliza as médias aritméticas não ponderadas das medidas de similaridade, amenizando o efeito de valores extremos entre os objetos considerados. O agrupamento dos conjuntos de dados gera um dendrograma hierárquico, que possibilitou a identificação do perfil de uso e ocupação do solo e suas respectivas variáveis.

Em última análise, foi calculado o Coeficiente de Correlação de Pearson (r), que mede a associação, intensidade e direção entre as variáveis, nesse caso, entre a vegetação nativa (variável dependente) e as outras variáveis (independente). 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 03).

Quadro 03 - Classificação do grau de dependência (Coeficiente de Correlação).

Coeficiente	Grau de Dependência
0.9 ou -0.9	Muito forte
0.7 a 0.9 ou -0.7 a -0.9	Forte
0.5 a 0.7 ou -0.5 a -0.7	Moderada
0.3 a 0.5 ou -0.3 a -0.5	Fraca
0 a 0.3 ou 0 a -0.3	Desprezível

Fonte: Adaptado de Mukaka (2012).

4.4 Resultados e Discussão

As variáveis mais representativas para a análise de vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo, considerando o Coeficiente de Determinação igual ou maior que 0.700 foram:

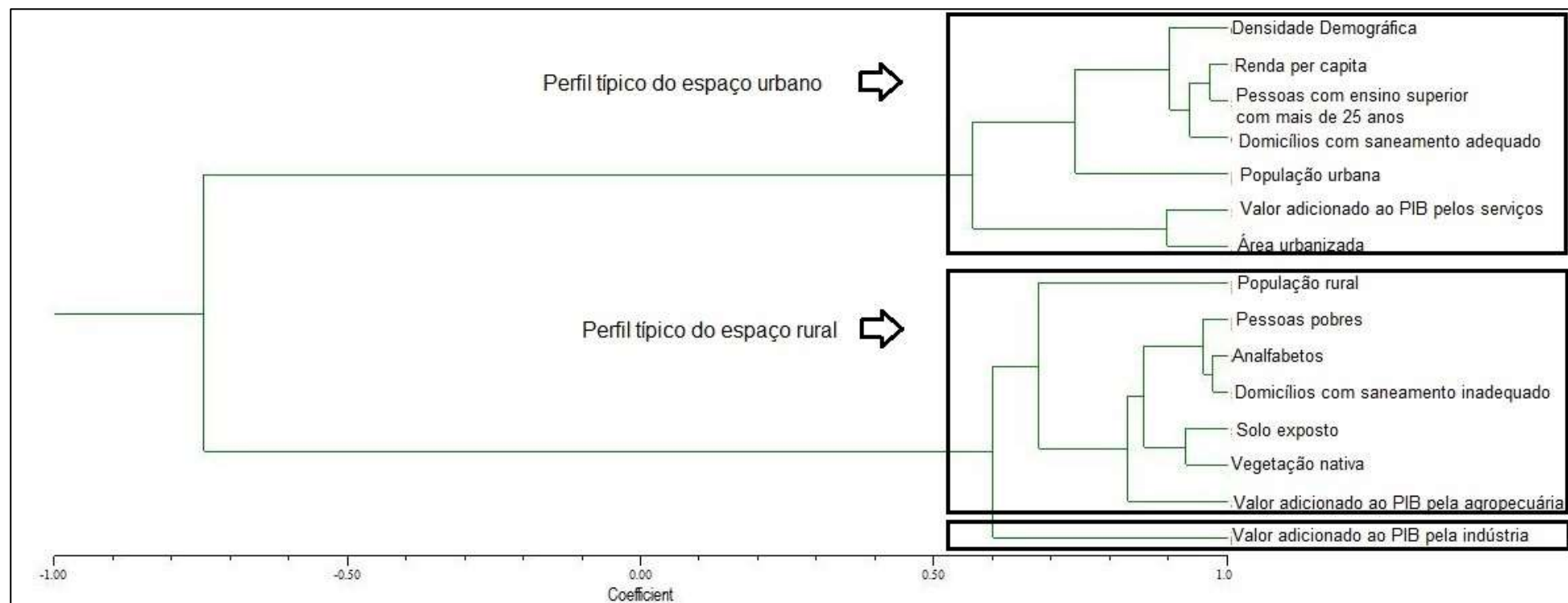
1. Valor adicionado ao PIB do município pela agropecuária;
2. Valor adicionado ao PIB do município pela indústria;
3. Valor adicionado ao PIB do município pelos serviços;
4. Pessoas não alfabetizadas com mais de 25 anos;
5. Pessoas com ensino superior completo com mais de 25 anos;
6. População urbana;
7. População rural;
8. Domicílios com saneamento adequado;
9. Domicílios com saneamento inadequado;
10. Pobres;
11. Renda per capita;
12. Densidade demográfica;
13. Solo exposto;
14. Área urbanizada;
15. Vegetação nativa.

Por meio da análise de agrupamento constatou-se dois perfis distintos de uso e ocupação do solo:

Um perfil típico do espaço urbano, uma vez que associou variáveis como população urbana, densidade populacional, pessoas com ensino superior com mais de 25 anos de idade, domicílios permanentes com saneamento adequado, valor adicionado ao PIB pelos serviços.

O outro perfil característico do espaço rural, na medida em que integrou variáveis como população rural, 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 associou-se a esse grupo, bem como a vegetação nativa (Figura 08)

Figura 08 - Dendrograma (Coeficiente de Correlação de Pearson) das variáveis socioeconômicas, naturais e de uso e ocupação do solo, na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Ipojuca, dados de 2010.



Fonte: Próprio Autor (2017).

A partir da análise de Correlação constatou-se que as todas as variáveis apresentam grau de dependência de moderada a muito forte com a vegetação nativa (Quadro 04)

Quadro 04 - Correlação entre as variáveis e a vegetação nativa na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Ipojuca, 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 com saneamento adequado	-0,64	Negativa	Moderada
9	Domicílios com saneamento inadequado	0,85	Positiva	Forte
10	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: Próprio Autor (2017)

A vegetação nativa apresentou relação negativa 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 apresentaram relação.

A relação positiva 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.

As variáveis, o agrupamento e a direção da relação resultantes das análises apontam, notadamente, para uma desigualdade social entre o espaço urbano e o espaço rural (Figura 1). As variáveis associadas ao espaço rural assinalam a realidade de um campo desprovido de infraestrutura e direitos básicos, como educação e saneamento, além da pobreza associada a esse espaço, reflexo da perpetuação de estruturas arcaicas de concentração de terras e de renda.

Esse perfil populacional também habita e faz uso de bens e serviços ecossistêmicos para a sua sobrevivência. Os manguezais, muitas vezes, abrigam populações com baixo índice educacional e pobres que mantêm uma relação de grande dependência com os recursos oferecidos pelo ecossistema. Há uma coexistência com os ecossistemas, no entanto, essas pessoas vivem em condições insalubres, um problema social grave.

As atividades industriais aparecem associadas ao espaço rural, no entanto, mostram influxo no espaço urbano, onde predominam atividades de serviços. As variáveis relativas a esse espaço indicam um perfil populacional que acessam mais facilmente aos serviços públicos como saneamento adequado e unidades educacionais de ensino superior, contudo, revela que os ecossistemas sucumbem aos processos que configuram as áreas urbanas.

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 a 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 as 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 em Recife, provocando uma mudança drástica nos ecossistemas e comunidades costeiras (VILA NOVA; TORRES, 2012; COUTINHO, 2013)

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 farmacoquímico 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 locais para a instalação da indústria automotiva no município foi à disponibilidade de água do Aquífero Guarani, 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 um empreendimento de luxo, com ao menos 12 torres que podem chegar a mais de 40 pavimentos, 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 (SILVA, 2012).

Atenta-se que na dinâmica de uso e ocupação 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.

As APAs 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 ECOSSISTÊMICA DO MILÊNIO, 2005).

A Avaliação Ecológica 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 uso e ocupação do solo da zona costeira e podem ser utilizados na construção de instrumentos de monitoramento e gestão.

4.5 Considerações Finais

Essa pesquisa buscou identificar os fatores que incidem na vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo nas APAs estuarinas de Pernambuco, que são categorias de Unidades de Conservação com permissão de uso sustentável, característica essa, que se apresenta como principal desafio aos gestores. A metodologia utilizada possibilitou a identificação desses fatores, por meio das de variáveis que refletem a dinâmica de uso e ocupação do solo, a relação entre elas e como elas afetam a conservação das APAs estuarinas, considerando a vegetação nativa, composta por manguezais, restinga e matas como elemento chave de avaliação. Vale destacar, que a análise integrada de dados socioeconômicos e naturais na seleção de variáveis revelou nuances na organização do espaço urbano e rural, que se analisados isoladamente, talvez não se destacassem. Essas variáveis podem ser utilizadas na construção de instrumentos de avaliação e monitoramento, na modelagem ambiental. Mas não se esgotam as possibilidades, outros sistemas podem e devem ser incluídos na análise integral, como o político; pela ausência de dados históricos para essas áreas, esse componente não foi inserido. Ainda assim, os resultados identificados neste trabalho são representativos e essenciais no desenvolvimento de instrumentos de gestão.

5 INDICADORES DE VULNERABILIDADE FLORESTAL ASSOCIADA AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTUARINAS DE PERNAMBUCO

RESUMO

O uso e ocupação do solo é artefato de interesses distintos entre os vários atores da sociedade no âmbito público e privado, que tendem a comprometer a regulação e a eficácia das Áreas de Proteção Ambiental. Assim, essa pesquisa se propôs a construir e testar indicadores que representassem a vulnerabilidade florestal frente à dinâmica de uso e ocupação do solo em Área de Proteção estuarina de Pernambuco. A metodologia proposta foi fundamentada no modelo Pressão-Estado-Resposta, com base em análise quantitativa e qualitativa que resultou na concepção de nove indicadores. Constatou-se que os fatores que determinam as transformações do uso e ocupação do solo influem em outras áreas costeiras. No teste dos indicadores, sete apontaram que a Área de Proteção estuarina de Sirinhaém e Maracaípe está com alta probabilidade de colapso. Mesmo que os indicadores apresentem um cenário desfavorável para APA estuarina de Sirinhaém e Maracaípe e para as demais, na medida em que a lógica de uso e ocupação do solo é semelhante, há de se incluir essas discussões na gestão dessas áreas e na construção de instrumentos, como esses, que identificam fatores que influenciam as alterações e as torna vulnerável.

Palavras-chave: Áreas protegidas. Produção do espaço. Fatores de transformação. Conservação

ABSTRACT

The use and occupation of the soil is an artifact of distinct interests among the various actors of society in the public and private spheres, which tend to compromise the regulation and effectiveness of the Environmental Protection Areas. Thus, this research proposed to construct and test indicators that represent the vulnerability to the dynamics of land use and occupation in the Pernambuco Estuary Protection Area. The proposed methodology was based on the Pressure-State-Response model, based on quantitative and qualitative analysis that resulted in the design of nine indicators. It was verified that the factors that determine the transformations of the use and occupation of the soil influence in other coastal areas. In the test of the indicators, seven pointed out that the estuary protection area of Sirinhaém and Maracaípe has a high probability of collapse. Even though the indicators present an unfavorable scenario for the estuarine APA of Sirinhaém and Maracaípe and for the others, to the extent that the logic of land use and occupation is similar, these discussions must be included in the management of these areas and in the construction of instruments, Such as those that identify factors that influence changes and make them vulnerable.

Keywords: Protected areas. Production of space. Transformation factors. Conservation.

5.1 Introdução

A costa brasileira é uma região fundamental para o desenvolvimento nacional, na medida em que concentra a maior parte da população brasileira e se desenvolvem atividades econômicas importantes para o país, como a exploração do petróleo, pesca e o turismo. Na região Nordeste, a importância do turismo é crescente entre as principais atividades econômicas e depende diretamente de uma boa gestão de suas áreas protegidas e de paisagens com elevado valor cênico (CORIOLANO; ALMEIDA, 2007).

As Áreas de Proteção Ambiental (APAs), assim como os outros tipos de Unidade de Conservação, integram o conjunto de áreas protegidas, se apresentam como um dos instrumentos de Política de Meio Ambiente no Brasil e são compostas por terras públicas e privadas. Neste caso, permanecem sob domínio de seus proprietários, no entanto, sujeitas as ações de controle do uso e dos recursos naturais, em consonância com objetivos de proteção ambiental previamente determinados (CÔRTE, 1997).

Os conflitos entre o uso e ocupação do solo e a proteção dos recursos naturais tendem a comprometer a regulação e a eficácia das Áreas de Proteção Ambiental. As APAs estuarinas de Pernambuco estão nas áreas de maior dinamismo socioeconômico do estado, circunvizinhas à Região Metropolitana de Recife, ao Complexo Industrial Portuário de Suape, parque industrial de Goiana e dos principais atrativos turísticos, como a praia de Porto de Galinhas, uma região de alta complexidade de uso e ocupação do solo.

Atualmente, há um amplo leque de instrumentos destinados a regular o uso e ocupação do solo e contribuem para a conservação das Unidades de Conservação e seus respectivos objetivos, como a Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), Plano Diretor, Agenda 21, entre outros, mas não tem evitado a degradação do ambiente nessas áreas (LIMONAD; ALVES, 2008; BRASIL 2012).

Para mitigar esses e outros fatores que influenciam no estado de conservação das áreas protegidas, o uso e o aprimoramento dos processos de monitoramento ambiental vêm se tornando uma necessidade, sobretudo, na observação da eficiência das políticas ambientais aplicadas.

O monitoramento é um processo dinâmico que permite o acompanhamento contínuo e sistemático de variáveis ambientais, visando identificar qualitativa e

quantitativamente os recursos naturais no espaço e no tempo. Para tal fim, são necessários indicadores que expressem o que será medido, avaliado e acompanhado (SÁNCHEZ, 2006).

Um indicador é um parâmetro ou valor derivado a partir de parâmetros, os quais fornecem informações sobre um fenômeno, possuem um significado sintético e são desenvolvidos para fins específicos. Eles reduzem o número de medições que seriam necessárias para representar uma situação, sem excluir informações relevantes (BELFIORE et al., 2003).

O desenvolvimento de indicadores que expressem os processos ambientais é referido em vários acordos internacionais, desde a Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92) e dos documentos derivados dela, como a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) e a Agenda 21 (BELFIORE et al., 2003)

Nessa Conferência foi reconhecida a importância que os indicadores podem desempenhar na consecução do desenvolvimento sustentável. Na Agenda 21 há uma convocação às organizações internacionais, governamentais e não governamentais, para desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável, no sentido de auxiliar a tomada de decisões em todos os níveis (DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2001).

Em 1996, a Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (CSD) elencou, no documento conhecido como *Livro Azul*, 134 indicadores a serem localmente aferidos pelos países signatários da Agenda 21. Em 2001, a lista foi reduzida para 57 e recebeu diretrizes metodológicas (DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2001; BRASIL, 2002).

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística elaborou e vem publicando uma lista com indicadores de desenvolvimento sustentável adaptados à realidade do país, a primeira edição foi em 2002, a última em 2015, com 63 indicadores nas dimensões ambiental, social, econômica e institucional (BRASIL, 2002; BRASIL, 2015).

Desde as primeiras publicações sobre indicadores de desenvolvimento sustentável, observa-se que as dimensões social, econômica e institucional estão dissociadas da dimensão ambiental, ainda que faça parte desta. O cerne das análises ambientais está na poluição e contaminação da atmosfera, da terra, da água doce, dos oceanos, mares e áreas costeiras, aplicando variáveis como

concentração de poluentes no ar, quantidade de fertilizantes vendidos e entregues ao consumidor final, demanda bioquímica de oxigênio, concentração de coliformes termotolerantes, densidade populacional, entre outros. (DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2001; BRASIL, 2002).

Como observado, são indicadores que refletem a dinâmica de uso do ambiente e que o torna vulnerável. Assim sendo, é oportuno perscrutar os processos que impulsionam e modificam o uso e ocupação do solo, que é reprodução social no ambiente complexo das Áreas de Proteção estuarinas. No entanto, é preciso lembrar que não se pode dissociar o social do natural. A natureza é uma totalidade complexa, na qual o homem faz parte em uma relação de autonomia e dependência (MORIN, 1988; DULLEY, 2004).

Morin (1988, p.11) afirma que “quanto maior é a complexidade da ordem ecossistêmica mais esta é capaz de nutrir a sociedade com uma extrema riqueza e diversidade de objetos e produtos, e mais capaz de nutrir a riqueza e diversidade da ordem social”.

Representar a complexidade desse sistema não é tarefa fácil. A aplicação de indicadores de vulnerabilidade, usualmente, contempla variáveis de parte dos sistemas naturais, sociais, econômicos, institucionais e culturais, que integram o ambiente. Isso decorre pela polissemia da palavra ambiente, o que dificulta os estudos das questões ambientais (DULLEY, 2004).

Nos estudos da temática proposta observa-se concepções metodológicas de avaliação de vulnerabilidade ambiental, com ênfase em processos de morfogênese e pedogênese, fragilidade, inundações, mudanças climáticas, poluição, impacto na biodiversidade na produção de produtos (TRICART, 1977; ROSS, 1994; CREPANI et al., 2001; FIGUEIRÊDO et al., 2007; MACHADO FILHO, 2007; ABHISHEK et al., 2015; MAGALHÃES et al., 2015), poderosas ferramentas nas pesquisas ambientais, no entanto, é incipiente o avanço na concepção de indicadores de vulnerabilidade florestal ambiental associada ao uso e ocupação do solo.

A Comissão Oceanográfica Intergovernamental da Organização das Nações Unidas para a Educação, Saúde e Cultura (COI-UNESCO) publicou um guia de referência de indicadores para a gestão integrada das áreas costeiras, como forma de contribuir para o processo que une governo e comunidade, ciência e gestão, os interesses setoriais e públicos na preparação e implementação de um plano

integrado de proteção dos ecossistemas e recursos costeiros (BELFIORE et al., 2003).

Essa Comissão classificou 3 tipos diferentes de indicadores: os indicadores ambientais, indicadores socioeconômicos e indicadores de ações, uma proposta baseada no modelo Pressão-Estado-Resposta (PSR), também apresentou uma outra sugestão baseada na mensurabilidade temporal e destacou que o uso de indicadores costeiros ainda é limitado (BELFIORE et al., 2003).

Na última publicação de indicadores de desenvolvimento sustentável, o IBGE, na dimensão ambiental, dispõe de um indicador para os oceanos, mares e áreas costeiras (BRASIL, 2015). Para as Unidades de Conservação os estudos seguem a tendência de averiguar a qualidade do ambiente a partir, da vulnerabilidade, uns poucos sugerem indicadores de vulnerabilidade ambiental para áreas protegidas, incluindo as Áreas de Preservação Permanente (APP) (BESSA JÚNIOR; MULLER, 2010; FREITAS et al., 2013).

Nessa pesquisa, o objetivo é identificar e testar indicadores que expressem a vulnerabilidade florestal frente à dinâmica de uso e ocupação do solo em Áreas de Proteção Ambiental estuarina, com base numa análise multidimensional, sistêmica, na qual os seus processos, interação, alimentação e retroalimentação complexos se apresentam como “um desafio e como uma motivação a pensar” (MORIN, 2005).

5.2 Material e Métodos

Na pesquisa foi utilizada abordagem quantitativa, pois recorreu-se à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre as variáveis, bem como uma análise qualitativa, na medida em que buscou-se compreender e explicar as relações dos resultados encontrados com a aplicação de técnicas multivariadas. De natureza aplicada, a pesquisa visou gerar conhecimentos dirigidos à solução de problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A preocupação em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco, classifica a pesquisa como explicativa. Para isso foram realizadas revisão bibliográfica, uso de geotecnologias (sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto e o sistema de posicionamento global), aplicação de técnicas multivariadas, com a utilização de programas para tratamento estatísticos dos dados e campanhas de coletas de dados.

5.2.1 Área de Estudo

A Zona Costeira brasileira, com densidade demográfica média torno de 100 hab./km², é patrimônio nacional e a sua utilização deve assegurar a preservação do meio ambiente e o uso dos recursos naturais. Atualmente, um quarto da população brasileira reside numa faixa de até 200 km do mar. Em Pernambuco, residem cerca de 910 hab/km² nas áreas costeiras, concentrando quase metade da população nessa região, cuja forma de vida impacta e transforma diretamente esse ambiente (BRASIL, 2000; BARBOSA, 2008; BRASIL, 2017).

A Zona Costeira de Pernambuco estende-se do município de Goiana, ao norte, no limite com o Estado da Paraíba, até o município de São José da Coroa Grande, ao sul, na divisa com o Estado de Alagoas. Abrange 187 km de extensão e vinte e um municípios. No presente estudo, considerou-se 18 municípios que sofrem influência direta do mar e constituem as 13 Áreas de Proteção Ambiental estuarinas (Goiana, Itaquitinga, Itapissuma, Itamaracá, Igarassu, Araçoiaba, Abreu e Lima, Paulista, Recife, Olinda, Jaboatão, Cabo, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José).

As Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco totalizam 13 Unidades de Conservação com características distintas, especificadas a seguir (Quadro 05):

Quadro 05 - Características das Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco.

APA ESTUARINA	MUNICÍPIOS	ECOSSISTEMA	ATO DE CRIAÇÃO LEI	ÁREA (ha)	PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS
Canal de Santa Cruz	Itamaracá/ Itapissuma/ Igarassu/ Goiana	Manguezal	9.931/86	5.292	Poluição por efluentes domésticos e industriais; Pesca predatória e ocupação desordenada do solo.

APA ESTUARINA	MUNICÍPIOS	ECOSSISTEMA	ATO DE CRIAÇÃO LEI	ÁREA (ha)	PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS
Rio Goiana e Megaó	Goiana	Manguezal	9.931/86	4.776	Corte e aterro dos manguezais; construção de viveiros para crustáceos
Rio Itapessoca	Goiana	Manguezal	9.931/86	3.998	Corte, desmatamento e aterro dos manguezais
Rio Jaguaribe	Itamaracá	Manguezal	9.931/86	212	Construção de viveiros para a criação de peixes e crustáceos; pesca predatória.
Rio Timbó	Abreu e Lima/ Igarassu/ Paulista	Manguezal	9.931/86	1.397	Ocupação desordenada do solo.
Rio Paratibe	Paulista/ Olinda	Manguezal	9.931/86	sem dados	Ocupação desordenada do solo.
Rio Beberibe	Olinda/ Recife	Manguezal	9.931/86	sem dados	Aterros dos manguezais; Poluição por efluentes e resíduos domésticos e industriais.
Rio Capibaribe	Recife	Manguezal	9.931/86	sem dados	Aterros dos manguezais; Poluição por efluentes e resíduos domésticos e industriais.
Rios Jaboatão e Pirapama	Cabo/ Jaboatão	Manguezal	9.931/86	1.284,5	Cortes e aterros dos manguezais; Poluição por efluentes e resíduos domésticos e industriais.
Rios Sirinhaém e Maracaípe	Ipojuca/ Sirinhaém	Manguezal	9.931/86	3.335	Ocupação desordenada do solo; Corte, desmatamento e aterros dos manguezais; poluição hídrica por dejetos domésticos e industriais.

APA ESTUARINA	MUNICÍPIOS	ECOSSISTEMA	ATO DE CRIAÇÃO LEI	ÁREA (ha)	PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS
Rio Formoso	Sirinhaém/ Rio Formoso	Manguezal	9.931/86	2.724	Ocupação desordenada do solo; pesca predatória.
Rio Carro Quebrado	Barreiros	Manguezal	9.931/86	402	Poluição por efluentes domésticos.
Rio Uma	Barreiros/ São José	Manguezal	9.931/86	553	Poluição por efluentes domésticos e industriais.

Fonte: Adaptado de Pernambuco (2014).

Os principais problemas ambientais nas APAs estuarinas de Pernambuco são a poluição por efluentes domésticos e industriais, corte, desmatamento e aterro dos manguezais, construção de viveiros para a criação de peixes e crustáceos, pesca predatória e ocupação desordenada do solo (PERNAMBUCO, 2014).

Na APA estuarina de Sirinhaém e Maracápe observa-se problemas ambientais em comum com a maioria das Unidades de Conservação, a exemplo da ocupação desordenada do solo; Corte, desmatamento e aterros dos manguezais; poluição hídrica por dejetos domésticos e industriais.

Nos municípios onde as APAs estão inseridas a população é predominantemente urbana. Aproximadamente 30% dos habitantes dispõem de saneamento adequado, caracterizados pela presença de 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.

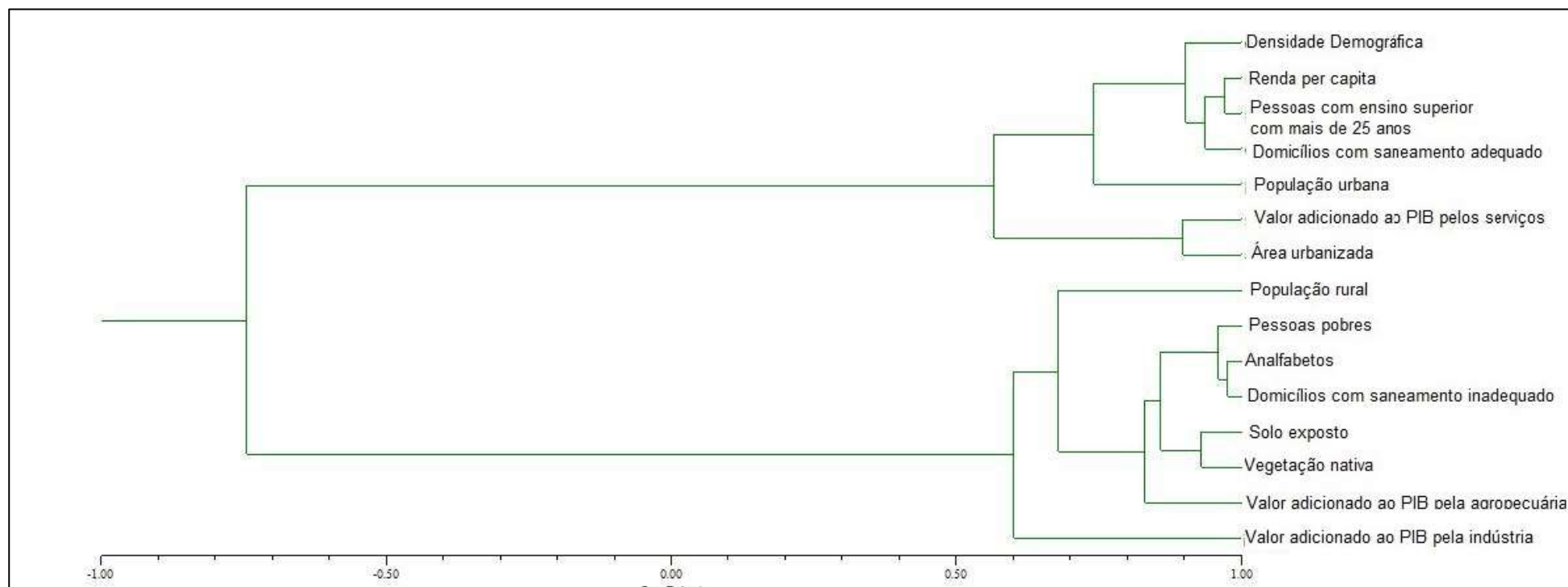
Cerca de 20% das pessoas não sabem ler nem escrever e 30% são pobres, refletindo uma desigualdade social dessa região que concentra boa parte da economia e o mais importante aglomerado populacional do Estado.

5.2.2 Construção dos Indicadores de Vulnerabilidade Florestal

A construção de indicadores foi precedida de uma etapa, na qual foram selecionadas as variáveis mais relevantes para a vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo nas APAs estuarinas. Para isso utilizou-se técnicas estatísticas multivariadas e de geotecnologias para produzir e analisar os dados.

Primeiro identificou-se as variáveis que dinamizavam os municípios da Zona Costeira, posteriormente, verificou-se quais dessas variáveis influenciavam nas transformações da vegetação nativa da APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, município de Ipojuca /PE e a similaridade entre elas, que resultou em agrupamentos representado no dendrograma (Figura 09).

Figura 09 - Dendrograma (Coeficiente de Correlação de Pearson) das variáveis socioeconômicas, naturais e de uso e ocupação do solo, na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, Ipojuca, dados de 2010.



Fonte: Próprio Autor (2017).

Para Bertrand (2004), a vegetação se apresenta como a síntese do meio, um reflexo da interação socioeconômica e ecológica, assim sendo, as suas transformações podem indicar quão vulnerável as Áreas de Proteção estuarinas se apresentam, o que justifica a sua escolha como pilar para as análises.

Na construção dos indicadores foi utilizado e adaptado o modelo Pressão – Estado – Resposta (PER), desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (1993) e reconhecido/recomendado internacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) na construção de indicadores com confiabilidade.

A estrutura do modelo PER baseia-se num conceito de causalidade e é dividido em três categorias, as atividades do homem exercem pressões sobre o meio ambiente (categoria PRESSÃO) e alteram a sua condição quantitativamente e qualitativamente (categoria ESTADO). A sociedade responde a estas mudanças por meio de medidas ambientais, econômicas gerais e setoriais (categoria RESPOSTA).

Para selecionar as variáveis e construir os indicadores por categoria foram utilizados métodos quantitativos (Coeficiente de Correlação de Pearson) e qualitativos para identificar a relação e influência entre as variáveis na contribuição da vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo.

Na constituição dos indicadores os dados foram normalizados entre 0 (zero) e 1 (um) conforme fórmula abaixo.

Para uma relação positiva (Equação 1):

$$f(x) = (x - m)/(M - m) \quad (1)$$

Onde:

x- valor de cada variável

m- valor mínimo da variável no período analisado

M-valor máximo da variável no período analisado

Para uma relação negativa (Equação 2)

$$f(x) = (x - M)/(m - M) \quad (2)$$

Onde:

x- valor de cada variável

m- valor mínimo da variável no período analisado

M-valor máximo da variável no período analisado

Os valores mínimos e máximos foram determinados pelo menor e maior valor de cada período analisado. Para classificar cada indicador conforme a evolução, o intervalo entre zero (0) e um (1) foi escalonado conforme a situação do sistema (Quadro 06):

Quadro 06 - Classificação dos indicadores conforme a evolução e situação do sistema quanto à vulnerabilidade.

Classes	Grau de Vulnerabilidade	Escala Colorimétrica
0-0.25	Muito Alto	
0.26-0.50	Alto	
0.51-0.75	Moderado	
0.76-1	Baixo	

Fonte: Próprio Autor (2017).

O zero (0) representa a pior situação e o um (1), a melhor. O sistema em *nível baixo* de vulnerabilidade é quando o sistema está em pleno funcionamento; O *nível moderado*, o sistema encontra-se estável mesmo sofrendo algumas alterações, continua funcionando bem; o *nível alto*, o sistema tende a se aproximar mais do ponto crítico do que voltar ao ponto de estabilidade. O *nível muito alto* é quando as perdas ou ganhos significativos podem comprometer severamente o funcionamento do sistema, com alta probabilidade de colapso, é um quadro de falência.

5.3 Resultados e Discussão

A análise apontou três indicadores para cada categoria do modelo Pressão-Estado-Resposta (PER). Cada indicador reflete processos socioeconômicos e naturais distintos que incidem na vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo na Área de Proteção Ambiental. Os indicadores e suas respectivas variáveis estão descritos no Quadro 07.

Quadro 07 - Indicadores de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo por categoria.

INDICADORES DE PRESSÃO					
Indicadores	Siglas	Variáveis	Siglas	Obtenção dos dados	Fonte dos dados
Persistência natural às atividades de serviços	PNAS	Valor adicionado ao PIB pelos serviços	VAS	Indicador simples	Censo do IBGE
Persistência natural às atividades industriais	PNAI	Valor adicionado ao PIB pela indústria	VAI	Indicador simples	Censo do IBGE
Situação Domiciliar	SD	População residente urbana	PURB	Indicador simples	Censo do IBGE;
INDICADORES DE ESTADO					
Indicadores	Siglas	Variáveis	Siglas	Obtenção dos dados	Fonte dos dados
Artificialização da APA	AAPA	Área urbanizada; Densidade Demográfica	AURB DD	$\bar{X} = \sum_{i=1}^n Xi / n$	Censo do IBGE; Imagens de Satélite
Equidade Social	ES	Analfabetos com mais de 25 anos; Pessoas Pobres	ANALF PP	$\bar{X} = \sum_{i=1}^n Xi / n$	Censo do IBGE
Salubridade Ambiental	SAM	Domicílios com saneamento inadequado	DCSAI	Indicador simples	Censo do IBGE
INDICADORES DE RESPOSTA					
Indicadores	Siglas	Variáveis	Siglas	Obtenção dos dados	Fonte dos dados
Controle Urbano	CURB	População urbana	PURB	Indicador simples	Censo do IBGE
Condições de Vida Básicas	CVB	Domicílios com saneamento adequado; Renda <i>per capita</i>	DCSAA; RPC	$\bar{X} = \sum_{i=1}^n Xi / n$	Censo do IBGE
Conservação Florestal	CFL	Vegetação Nativa	VN	Indicador simples	Imagens de Satélite

Fonte: Próprio Autor (2017).

No exame dos indicadores na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, os indicadores de Pressão *Persistência Natural às Atividades de Serviços (PNAS)* e *Persistência Natural às Atividades Industriais (PNAI)* apresentaram uma evolução positiva entre o período de 1991/2000 e 2000/2010, no entanto, se encontram em um grau *Alto* de vulnerabilidade. O indicador *Situação Domiciliar (SD)* passou de um

grau *Alto* para *Muito Alto*, ou seja, para alta probabilidade de colapso no mesmo período (Quadro 03).

Os três indicadores de Estado tiveram desempenho negativo entre 1991/2000 e 2000/2010. O indicador *Artificialização*, *Equidade Social* e de *Salubridade Ambiental* foram de um grau *Alto* para *Muito Alto*, uma situação com alta probabilidade de colapso (Quadro 03).

Os indicadores de Resposta *Controle Urbano (CURB)*, *Condições de Vida Básica (CVB)* e *Conservação Florestal (CFL)* estavam num grau *Alto*, *Moderado* e *Muito Alto*, respectivamente, foram para um grau *Muito Alto* de vulnerabilidade (Quadro 08).

Quadro 08 - Classificação dos Indicadores no modelo PER, APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, 1991/2000 e 2000/2010.

CATEGORIA	INDICADORES	CLASSIFICAÇÃO 1991/2000	CLASSIFICAÇÃO 2000/2010
PRESSÃO	Persistência Natural às Atividades de Serviços	0 Muito Alto	0.22 Muito Alto
	Persistência Natural às Atividades Industriais	0 Muito Alto	0.46 Alto
	Situação Domiciliar	0.44 Alto	0 Muito Alto
ESTADO	Artificialização da APA	0.35 Alto	0.10 Muito Alto
	Equidade Social	0.48 Alto	0 Muito Alto
	Salubridade Ambiental	0.40 Alto	0 Muito Alto
RESPOSTA	Controle Urbano	0.44 Alto	0 Muito Alto
	Condições de Vida Básica	0.66 Moderado	0 Muito Alto
	Conservação Florestal	0 Muito Alto	0.14 Muito Alto

Fonte: Próprio Autor (2017).

Os indicadores de Pressão – *Persistência Natural às Atividades de Serviços*, *Persistência Natural às Atividades Industriais* e *Situação Domiciliar* refletem processos distintos, mas que estão intrinsecamente relacionados e influem nos ecossistemas costeiros severamente – as atividades de serviços e industriais e a população urbana.

O desenvolvimento das atividades de serviços e industriais tem se mostrado incompatível com a conservação ambiental, devido a sua natureza, falta de planejamento, de aplicação da legislação, estratégias inadequadas de desenvolvimento econômico, direcionando investimentos para áreas saturadas, colocando em xeque a conservação de remanescentes, como os manguezais (TAVARES; COELHO JUNIOR, 2013; LYRA et al., 2015).

O *locus* privilegiado para a criação das condições básicas para o desenvolvimento econômico dos setores comercial e de serviços é a cidade, ou seja, são atividades típicas do espaço urbano, que está em constante processo de expansão, pois a sociedade urbana se universaliza, isto significa que a tendência que desponta no horizonte é a generalização do processo de urbanização, na medida em que a sociedade inteira tende ao urbano (MOREIRA et al., 2005; CARLOS, 2007).

A urbanização foi responsável pela eliminação de uma fração considerável dos manguezais brasileiros, resultante do desenvolvimento das principais cidades brasileiras na região costeira do Nordeste e Sudeste do país. Atualmente, a própria proteção de remanescentes é ameaçada pela expansão urbana e turística, podendo desaparecer por completo em poucas décadas nesses litorais (VANNUCCI, 1999).

Em Pernambuco, nos últimos anos, a expansão urbana provocou a redução de remanescentes de manguezais e outros ecossistemas costeiros, como a restinga nos estuários dos rios Maracaípe, Sirinhaém, Itapessoca, Una, Merepe, Tatuoca, Massangana, Ipojuca e na bacia do Pina. (BARBOSA, 2010, SILVA 2012; VILA NOVA et al. 2012; VILA NOVA et al., 2013).

Como observado, o desaparecimento dos ecossistemas costeiros pela expansão urbana não cessaram e vem ganhando novos vetores, como o Complexo Industrial Portuário de Suape (CIPS), instalado no litoral sul de Pernambuco, que vem atraindo múltiplos empreendimentos de impacto positivo no setor econômico, mas com consequências negativas no campo socioambiental, como a supressão de vegetação nativa e consequente eliminação das alternativas de sobrevivência de populações tradicionais de pescadores e agricultores de subsistência (LYRA et al., 2015).

Isso pode ser explicado pelo fato de Suape se estabelecer como um *hub port*, que impõe o porto e sua hinterlândia às grandes firmas e armadores do sistema logístico global, impondo lógicas de valorizações exteriores a suas instâncias

territoriais, submetendo o espaço local a centros de comandos dessas empresas ligadas à atividade portuária (MACHADO et al., 2009).

A atuação desse empreendimento não é estanque, ao mesmo tempo em que coloca o Nordeste em destaque econômico, acentua alguns processos, como a expansão urbana dos municípios circunvizinhos, desloca os habitantes, influencia a valorização/desvalorização dos bairros da cidade e acentua a desigualdade, os conflitos territoriais e a necessidade por mais espaço (CARLOS, 2007; MACHADO et al., 2009; SILVEIRA, 2010).

Por exemplo, na última década, a zona costeira pernambucana teve cerca de 700 ha de manguezais suprimidos para implantação, duplicação e ampliação de rodovias, como a Via Mangue, em Recife, PE-22, PE-051, PE-09. Além da necessidade de ampliação de algumas áreas industriais, como o Estaleiro Atlântico Sul, na Zona Industrial Portuária – SUAPE e do Complexo Industrial Portuário – SUAPE (TAVARES; COELHO JUNIOR, 2013).

Construções necessárias para suprir as necessidades das atividades industriais e da reorganização dos espaços urbanos dos municípios costeiros que vêm atraindo a populações de outros estados e a população rural para as cidades, pela perda de seus territórios, pelas precárias ou ausentes políticas públicas e pelo aumento da oferta de trabalho em outros setores da economia local (MEDEIROS et al., 2014).

O rebatimento dessas pressões não atinge apenas os sistemas ecológicos, na última década houve um aumento de aproximadamente 50% no número de assentamentos precários na Região Metropolitana de Recife (RMR), destacando-se a expansão das ocupações no litoral sul da RMR, motivada pela implantação de empreendimentos no CIPS, o que se constitui outro forte impacto para os municípios (SILVEIRA, 2010; MEDEIROS et al., 2014).

Ressalta-se que as estruturas fundamentadas na monocultura canavieira (seculares) é ainda uma realidade nas áreas costeiras de Pernambuco. Responsável pela concentração de terras e expulsão do homem do campo para as cidades, ganha reforço com esse projeto de desenvolvimento implantado no litoral sul, e que vem sendo replicado em outros municípios costeiros, como no litoral norte (LYRA et al., 2015).

Diante do exposto, os indicadores de Pressão refletem bem os fatores que contribuem para a vulnerabilidade florestal ao uso do solo na APA estuarina dos rios

Sirinhaém e Maracaípe, bem como nos municípios onde as outras APAs estuarinas estão situadas.

Os indicadores de Estado – *Artificialização da APA, Equidade Social e Salubridade Ambiental* representam as áreas urbanizadas (estruturas artificializadas), densidade demográfica, analfabetos, pobres e os domicílios com saneamento inadequado. Esses elementos estão concatenados com a proposição de analisar o meio ambiente numa perspectiva integrada, na medida em que representa sistemas socioeconômicos e naturais e captam as pressões na APA.

O principal objetivo de uma APA é a conservação de processos naturais e da biodiversidade, orientando o desenvolvimento, adequando as várias atividades humanas às características ambientais da área. A artificialização é um processo de transformação de sistemas naturais para atender as necessidades do homem (PIATTO; POLETTE, 2012).

O processo de artificialização das áreas costeiras em todo o mundo está vinculado ao incremento das áreas urbanas e da população nessa região, a exemplo da Espanha, Portugal, Uruguai, Japão. No Brasil, a densidade demográfica média da zona costeira brasileira fica em torno de 100 hab./km². Atualmente, um quarto da população brasileira reside numa faixa de até duzentos quilômetros do mar. Em Pernambuco, residem cerca de 910 hab/km² nas áreas costeiras, concentrando quase metade da população nessa região, cuja forma de vida impacta e transforma diretamente esse ambiente (BARBOSA, 2008; PIATTO; PAULETTE, 2012; BRASIL, 2017).

Vila Nova et al. (2012) constataram que entre 1989 e 2011 houve um aumento de 240% da tessitura urbana no estuário do rio Maracaípe, incluindo a praia de Porto de Galinhas e a conversão de quase 75% das restingas para edificações e loteamentos, reflexo do “crescimento econômico em detrimento ao desenvolvimento, que encontra na expansão urbana uma das suas maiores representações, que promove desequilíbrios nos ecossistemas costeiros, como manguezais e restingas”. No presente trabalho o processo de artificialização acelerado também foi constatado, passando de um nível crítico para alta probabilidade de colapso. O fato é que esses espaços artificializados são palcos da reprodução do capital, que tem como cerne a busca por lucro, com concepções de espaços mais individualizados que sociais, assim, a equidade social, parece intangível.

No entanto, a igualdade de direitos é premissa para a sustentabilidade ambiental, pois os mais pobres tendem a sofrer mais que os outros a carga de problemas ambientais, pela impossibilidade de escolha de onde viver. Tristemente, o mangue é o lugar dos excluídos sociais (do urbano e do rural) há décadas, são pobres, iletrados, que vivem em meio à fome e em condições insalubres (CASTRO, 2001; CUNHA 2013).

Isso decorre de estratégias políticas que impõem uma ordem excludente em nome do progresso, uma desconexão entre crescimento econômico e as políticas de equidade. Um exemplo disso são os municípios do entorno do Complexo Industrial Portuário de Suape (CIPS), como Ipojuca e Cabo, que apresentam os maiores Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* do Estado e boa parte da população vive com menos de meio salário mínimo, caracterizando uma forte concentração de renda (MEDEIROS; GODOY, 2015).

Observa-se que a riqueza produzida por esses projetos de “desenvolvimento” não vem sendo redistribuída na mesma proporção, velocidade e magnitude, com consequências socioeconômicas e ecológicas severas, justificando os resultados dessa pesquisa, em que a *Equidade Social e Salubridade Ambiental* estão com alta probabilidade de colapso.

Os indicadores de *Resposta Controle Urbano, Condições de Vida Básica e Conservação Florestal* devem revelar ações do poder público e da sociedade em geral com o intuito de melhorar a conservação das Áreas de Proteção Ambiental. Os indicadores são constituídos pela população urbana, domicílios com saneamento inadequado, renda *per capita* e a vegetação nativa.

O objetivo de uma Área de Proteção é “proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais” (BRASIL, 2000), deste modo, são necessários controle do crescimento desordenado das populações urbanas, investimentos em saneamento adequado, fundamental para a saúde pública; renda, que é uma condição concreta de inclusão social e a conservação da cobertura florestal nativa, elementar para o equilíbrio de ecossistemas terrestres (PHILIPPI JR, 2004; TROPPEMAIR, 2008; LUSSI, 2011).

Como visto e discutido anteriormente, o crescimento da população urbana nas áreas costeiras vem sendo impulsionado pelo poder público, por meio de vários projetos de desenvolvimento, que estimula o crescimento econômico, mas que não

converte em melhorias compatíveis com as demandas sociais no tocante à saúde, educação, saneamento e segurança e conservação dos recursos naturais.

Nesse sentido, Medeiros e Godoy (2015, p.81) alertam para a capacidade das grandes corporações de usufruírem os “benefícios das escalas locais sem, contudo, garantir benefícios sociais equivalentes para as populações das regiões que recebem grandes investimentos de capital”, produzindo desequilíbrios severos com o adensamento produtivo e populacional.

A evolução dos indicadores de Resposta atesta isso, o *Controle urbano* passou de instável para alta probabilidade de colapso, as *Condições de vida básica* foi de estável para alta probabilidade de colapso e a *Conservação Florestal* estava e permaneceu com alta probabilidade de colapso. Assim, os indicadores demonstram ações inadequadas ou inexistentes no sentido de melhorar o estado de conservação da APA.

Mesmo que os indicadores apresentem um cenário desfavorável para APA estuarina de Sirinhaém e Maracáipe e para as demais, na medida em que a lógica de uso e ocupação do solo é semelhante, há de se incluir essas discussões na gestão dessas áreas e na construção de instrumentos, como esses, que identificam fatores que influenciam as alterações e as torna vulnerável.

5.4 Considerações Finais

Essa pesquisa se propôs, como objetivo geral, construir e testar indicadores que representassem a vulnerabilidade florestal frente à dinâmica de uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco. A metodologia proposta foi fundamentada no modelo Pressão-Estado-Resposta, com base em análise quantitativa e qualitativa, que resultaram em três indicadores para cada categoria (Pressão-Estado-Resposta). Os indicadores *Persistência Natural às Atividades de Serviços*, *Persistência Natural às Atividades Industriais e Situação Domiciliar*, *Artificialização da APA*, *Equidade Social e Salubridade Ambiental*, *Controle Urbano*, *Condições de Vida Básica* e *Conservação Florestal* se mostraram eficientes, na medida em que foi possível observar a interação entre os sistemas socioeconômicos e naturais, as diferentes escalas dos agentes de transformação do uso e ocupação do solo e as consequências dessas mudanças. Além de serem verificáveis e replicáveis. Assim, esses indicadores constituem uma ferramenta

válida para acompanhamento dos fatores de vulnerabilidade florestal e o nível de conservação da Área de proteção estuarina.

6 VULNERABILIDADE FLORESTAL ASSOCIADA AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ESTUARINAS DE PERNAMBUCO

RESUMO

As Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco estão incluídas na categoria de Unidade de Conservação em que é permitido o uso sustentável. No entanto esse é, atualmente, um dos principais desafios para a manutenção adequada dessas áreas. Deste modo, essa pesquisa teve como objetivo a construção de um índice de vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo, baseado em indicadores que reflitam os fatores que impulsionam as mudanças e aplicá-lo em algumas Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco. Para isto, foram formulados indicadores com base no modelo Pressão – Estado - Resposta e por fim, o índice. A proposição resultou em Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo, composto por nove indicadores, que possibilitou o exame das transformações ocorridas nas Áreas de Proteção estuarina de Pernambuco, que apresentaram evolução positiva, diminuindo o grau de vulnerabilidade e negativa, aumentando o grau de vulnerabilidade, assim o índice desenvolvido foi apropriado para o objetivo proposto.

Palavras-chave: Índice. Áreas Protegidas. Estuários. Dinâmica. Perda de Mangue.

ABSTRACT

The Pernambuco Estuary Protection Areas are included in the Conservation Unit category where sustainable use is permitted. However, this is currently one of the main challenges for the adequate maintenance of these areas. Thus, this research aimed to construct an index of vulnerability to land use and occupation, based on indicators that reflect the factors that drive the changes and apply it in some Pernambuco Estuarine Protection Areas. For this, indicators were formulated based on the Pressure - State - Response model and, finally, the index. The proposal resulted in a Soil Use Vulnerability Index, composed of nine indicators, which allowed the examination of the transformations occurring in the Pernambuco Estuary Protection Areas, which presented a positive evolution, reducing the degree of vulnerability and negative, increasing the degree of vulnerability , So the developed index was appropriate for the proposed objective.

Keywords: Index. Protected Areas. Estuaries. Dynamics. Loss of mangrove.

6.1 Introdução

No Brasil, a Área de Proteção Ambiental (APA) é umas das categorias do Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) de uso sustentável. A constituição dessas áreas ampara as estratégias de conservação da natureza no país, caracterizado por uma megadiversidade social, cultural e natural e estratégico no âmbito dos desdobramentos da Conservação da Diversidade Biológica (CDB) (BRASIL, 2000; MEDEIROS et al., 2004).

Dentre as categorias de Unidades de Conservação, a Área de Proteção Ambiental é uma das menos dispendiosas no processo de criação e implementação, pois não há necessidade de desapropriação, na medida em que permite a permanência de seus ocupantes, incluindo as comunidades tradicionais. Essas particularidades aparentemente vantajosas acabam se tornando impasses e aumentam o enredamento do manejo e os conflitos que os gestores devem administrar (ARAÚJO, 2004; EUCLYDES; MAGALHÃES, 2006).

Comumente, os usos conflitantes gerados pelas diversas demandas da sociedade em relação aos recursos naturais e a deficiência na execução das legislações, amplificam a vulnerabilidade ambiental de áreas protegidas. Esse processo é mais severo nas Unidades de Conservação pertencentes à categoria de uso sustentável. Nas Áreas de Proteção Ambiental, a facilidade de acesso, expansão urbana, construção de infraestruturas, disposição de resíduos, conversão da vegetação nativa para usos econômicos são os fatores que mais trazem preocupação aos gestores (BRASIL, 2007; LOURENÇO et al., 2013).

O conceito de vulnerabilidade tem sido usado para descrever a suscetibilidade de sistemas físicos, bióticos e sociais a danos ou perigo, e a sua capacidade em absorver e reagir ao impacto. A vulnerabilidade é o grau de perda para um dado elemento, grupo, comunidade ou sistema em uma área geográfica passível de ser afetada por um fenômeno e exprime a sua capacidade de suporte ambiental (SAITO, 2008; TORO et al., 2012; CUNHA et al., 2014).

As Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco tem como finalidade a conservação dos manguezais, um dos mais importantes ecossistemas das áreas costeiras. As florestas de mangue influenciam a estrutura das comunidades marinhas vizinhas, aumentando a biomassa de peixes e invertebrados comercialmente importantes, que passam parte dos seus ciclos de vida nesse

ambiente, desempenham outros serviços ecossistêmicos, como a retenção de sedimentos, substâncias tóxicas e resíduos sólidos, estabilização da linha de costa, além de ser mantenedor de alimentos para as comunidades ribeirinhas do litoral (ABURTO-OROPEZZA et al., 2008).

Mesmo proporcionando tantos benefícios, esses ecossistemas estão entre os mais vulneráveis não só no Estado de Pernambuco, mas em todo o mundo e continuam a desaparecer pelo incremento de atividades na zona costeira. A tendência é que as áreas desocupadas da costa sejam incorporadas ao processo produtivo e necessidade de novas estruturas urbanas, tornando o litoral uma extensão ininterrupta de ocupação da costa (NICOLODI, 2011).

Nicolodi (2011) alerta para a vulnerabilidade de extensões consideráveis da costa dos países Latino-americanos e do Caribe relacionada aos processos de erosão, perda da biodiversidade e ameaça de bens de uso comum do povo, a exemplo da acessibilidade às praias. As Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco têm como ecossistema a ser protegido, os manguezais, onde as atividades turísticas, industriais e aumento da tessitura urbana não controlada e em certa medida, permitida, podem aumentar a vulnerabilidade e comprometer o objetivo de conservação das unidades de conservação.

Para Dal Cin e Simeoni (1994) análises sobre vulnerabilidade são fundamentais para a gestão adequada da zona costeira, considerando que um índice revela a situação de um sistema (SHIELDS et al. 2002), é acertado o desenvolvimento de um índice de vulnerabilidade ao uso e ocupação do solo para as Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco.

Um dos principais índices desenvolvidos no tocante à questão do uso do solo/recursos naturais foi a Pegada Ecológica - *Ecological Footprint* (REES, 1992), que associa o consumo de um indivíduo aos recursos necessários para mantê-lo, a capacidade de suporte de uma região em sustentar estilos de vida, por meio de categorias como alimento, moradia, transporte, bens de consumo e serviços.

Nas últimas décadas, os estudos sobre vulnerabilidade ambiental e criação de índices que reflitam o uso e ocupação do solo vêm criando um ambiente de discussão sobre formas e estratégias para conter o processo histórico de perda de biodiversidade e de recursos naturais (SANTOS, 2007).

No Brasil, vários atributos foram utilizados no esforço de representar a interação natureza e sociedade por meio de índice e os diferentes níveis de

vulnerabilidade ambiental, como litologia, morfologia costeira, linha de costa, ondas, declividade, classe de solo, vegetação, clima e uso do solo (MENEZES et al., 2007; WANG et al., 2008; MALMANN, 2008; MELO et al., 2011; OLIVEIRA, 2013; FUSHIMI et al., 2013; FANTINEL, 2016; YANG et al., 2016).

Estudos de uso e ocupação do solo na zona costeira de Pernambuco e de suas alterações foram descritos, em diferentes escalas. A Companhia Pernambucana de Meio Ambiente (2001; 2003) realizou um diagnóstico socioambiental, no qual detalhou o uso e ocupação do solo no litoral sul e norte do Estado. Além dessas, outras pesquisas foram realizadas com o mesmo enfoque nos estuários do rio Jaboatão (SILVA et al., 2009), rios Capibaribe e Beberibe (BRANDÃO et al., 2009), rio Itapessoca (SANTANA et al., 2011), sistema estuarino de Itamaracá (MOURA; CANDEIAS, 2011), o Parque dos manguezais, em Recife (BARBOSA, 2010; BARBOSA et al., 2011), estuário do rio Maracaípe (VILA NOVA, 2012), estuário dos rios Pirapama e Jaboatão (COELHO, 2013).

As alterações do uso e ocupação do solo evoluíram muito e devem continuar, devido a natureza complexa que envolve essa dinâmica. Observa-se uma lacuna na avaliação e, principalmente, na construção de instrumentos que contemplem as fontes que ditaram ou influenciaram essas alterações.

Nesse trabalho o objetivo é determinar um índice de vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo, baseado em indicadores que reflitam os fatores que impulsionam as mudanças e aplicá-lo em algumas Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco.

6.2 Material e Métodos

Na pesquisa foi utilizada abordagem quantitativa, pois recorreu-se à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre as variáveis, bem como uma análise qualitativa, na medida em que buscou-se compreender e explicar as relações dos resultados encontrados com recursos estatísticos. De natureza aplicada, a pesquisa visou gerar conhecimentos dirigidos à solução de problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

A preocupação em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco, classifica a pesquisa como explicativa. Para isso foram realizados revisão bibliográfica, uso de geotecnologias (sistemas de

informações geográficas, sensoriamento remoto e o sistema de posicionamento global), aplicação de técnicas multivariadas, com a utilização de programas para tratamento estatísticos dos dados e campanhas de coletas de dados.

6.2.1 Área de Estudo

A Zona Costeira brasileira, com densidade demográfica média torno de 100 hab./km², é patrimônio nacional e a sua utilização deve assegurar a preservação do meio ambiente e o uso dos recursos naturais. Atualmente, um quarto da população brasileira reside numa faixa de até 200 km do mar. Em Pernambuco, residem cerca de 910 hab/km² nas áreas costeiras, concentrando quase metade da população nessa região, cuja forma de vida impacta e transforma diretamente esse ambiente (BRASIL, 2000; BARBOSA, 2008; BRASIL, 2017).

A Zona Costeira de Pernambuco estende-se do município de Goiana, ao norte, no limite com o Estado da Paraíba, até o município de São José da Coroa Grande, ao sul, na divisa com o Estado de Alagoas. Abrange 187 km de extensão e vinte e um municípios. No presente estudo, considerou-se 18 municípios que sofrem influência direta do mar e constituem as 13 Áreas de Proteção Ambiental estuarinas (Goiana, Itaquitinga, Itapissuma, Itamaracá, Igarassu, Araçoiaba, Abreu e Lima, Paulista, Recife, Olinda, Jaboatão, Cabo, Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José).

As Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco totalizam treze Unidades de Conservação com características distintas, especificadas a seguir (Quadro 09):

Quadro 09 - Características das Áreas de Proteção Ambiental estuarinas de Pernambuco.

APA ESTUARINA	MUNICÍPIOS	ECOSSISTEMA	ATO DE CRIAÇÃO LEI	ÁREA (ha)	PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS
Canal de Santa Cruz	Itamaracá/ Itapissuma/ Igarassu/ Goiana	Manguezal	9.931/86	5.292	Poluição por efluentes domésticos e industriais; Pesca predatória e ocupação desordenada do solo.

APA ESTUARINA	MUNICÍPIOS	ECOSSISTEMA	ATO DE CRIAÇÃO LEI	ÁREA (ha)	PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS
Rio Goiana e Megaó	Goiana	Manguezal	9.931/86	4.776	Corte e aterro dos manguezais; construção de viveiros para crustáceos
Rio Itapessoca	Goiana	Manguezal	9.931/86	3.998	Corte, desmatamento e aterro dos manguezais
Rio Jaguaribe	Itamaracá	Manguezal	9.931/86	212	Construção de viveiros para a criação de peixes e crustáceos; pesca predatória.
Rio Timbó	Abreu e Lima/ Igarassu/ Paulista	Manguezal	9.931/86	1.397	Ocupação desordenada do solo.
Rio Paratibe	Paulista/ Olinda	Manguezal	9.931/86	sem dados	Ocupação desordenada do solo.
Rio Beberibe	Olinda/ Recife	Manguezal	9.931/86	sem dados	Aterros dos manguezais; Poluição por efluentes e resíduos domésticos e industriais.
Rio Capibaribe	Recife	Manguezal	9.931/86	sem dados	Aterros dos manguezais; Poluição por efluentes e resíduos domésticos e industriais.
Rios Jaboatão e Pirapama	Cabo/ Jaboatão	Manguezal	9.931/86	1.284,5	Cortes e aterros dos manguezais; Poluição por efluentes e resíduos domésticos e industriais.
Rios Sirinhaém e Maracaípe	Ipojuca/ Sirinhaém	Manguezal	9.931/86	3.335	Ocupação desordenada do solo; Corte, desmatamento e aterros dos manguezais; poluição hídrica por dejetos domésticos e industriais.
APA ESTUARINA	MUNICÍPIOS	ECOSSISTEMA	ATO DE CRIAÇÃO LEI	ÁREA (ha)	PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS
Rio Formoso	Sirinhaém/ Rio Formoso	Manguezal	9.931/86	2.724	Ocupação desordenada do solo; pesca predatória.
Rio Carro Quebrado	Barreiros	Manguezal	9.931/86	402	Poluição por efluentes domésticos.
Rio Uma	Barreiros/ São José	Manguezal	9.931/86	553	Poluição por efluentes domésticos e industriais.

Fonte: Adaptado de Pernambuco (2014).

Os principais problemas ambientais nas APAs estuarinas de Pernambuco são a poluição por efluentes domésticos e industriais, corte, desmatamento e aterro dos manguezais, construção de viveiros para a criação de peixes e crustáceos, pesca predatória e ocupação desordenada do solo (PERNAMBUCO, 2014).

Nos municípios onde as APAs estão inseridas a população é predominantemente urbana. Aproximadamente 30% dos habitantes dispõem de

saneamento adequado, caracterizados pela presença de 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.

Cerca de 20% das pessoas não sabem ler nem escrever e 30% são pobres, refletindo uma desigualdade social dessa região que concentra boa parte da economia e o mais importante aglomerado populacional do Estado.

6.2.2 Construção do Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo para as Áreas de Proteção Ambiental Estuarinas de Pernambuco (exame nas APAs estuarinas dos rios Jaboatão e Pirapama, Sirinhaém e Maracaípe, rio Formoso e Una)

Para a construção do índice foi necessário primeiramente selecionar as variáveis mais relevantes para a vulnerabilidade florestal associada ao uso e ocupação do solo nas APAs estuarinas. Para isso utilizou-se técnicas estatísticas multivariadas e de geotecnologias para produzir e analisar os dados. Identificou-se as variáveis que dinamizavam os municípios da Zona Costeira, posteriormente, verificou-se quais dessas variáveis influenciavam nas transformações da vegetação nativa da APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, município de Ipojuca /PE e a similaridade entre elas.

A vegetação nativa foi escolhida como base das análises, pois a persistência da cobertura vegetal das formações naturais é um indicador da interação socioeconômica e ecológica, inclusive por se tratar de uma Unidade de Conservação, pode revelar a efetividade da criação dessa área protegida. Na zona costeira, o ecossistema manguezal funciona como indicador biológico às rápidas mudanças da paisagem em função da rápida resposta de suas espécies vegetais a qualquer alteração do ambiente, pois é a síntese do meio (BERTRAND, 2004).

Na APA estuarina de Sirinhaém e Maracaípe observa-se problemas ambientais em comum com a maioria das Unidades de Conservação, a exemplo da ocupação desordenada do solo, corte, desmatamento e aterros dos manguezais, poluição hídrica por dejetos domésticos e industriais.

Posteriormente, foram construídos e testados nove indicadores com base no modelo Pressão-Estado – Resposta (PER), desenvolvido pela Organização para a

Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (1993) e reconhecido/recomendado internacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) na construção de indicadores com confiabilidade. No Quadro 10 estão os indicadores por categoria (PER), as suas respectivas variáveis, a obtenção e fonte dos dados.

Quadro 10 - Indicadores de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo.

INDICADORES DE PRESSÃO					
Indicadores	Siglas	Variáveis	Siglas	Obtenção dos dados	Fonte dos dados
Persistência natural às atividades de serviços	PNAS	Valor adicionado ao PIB pelos serviços	VAS	Indicador simples	Censo do IBGE
Persistência natural às atividades industriais	PNAI	Valor adicionado ao PIB pela indústria	VAI	Indicador simples	Censo do IBGE
Situação Domiciliar	SD	População residente urbana	PURB	Indicador simples	Censo do IBGE;
INDICADORES DE ESTADO					
Indicadores	Siglas	Variáveis	Siglas	Obtenção dos dados	Fonte dos dados
Artificialização da APA	AAPA	Área urbanizada; Densidade Demográfica	AURB DD	$\bar{X} = \sum_{i=1}^n Xi / n$	Censo do IBGE; Imagens de Satélite
Equidade Social	ES	Analfabetos com mais de 25 anos; Pessoas Pobres	ANALF PP	$\bar{X} = \sum_{i=1}^n Xi / n$	Censo do IBGE
Salubridade Ambiental	SAM	Domicílios com saneamento inadequado	DCSAI	Indicador simples	Censo do IBGE
INDICADORES DE RESPOSTA					
Indicadores	Siglas	Variáveis	Siglas	Obtenção dos dados	Fonte dos dados
Controle Urbano	CURB	População urbana	PURB	Indicador simples	Censo do IBGE
Condições de Vida Básica	CVB	Domicílios com saneamento adequado; Renda <i>per capita</i>	DCSAA; RPC	$\bar{X} = \sum_{i=1}^n Xi / n$	Censo do IBGE
Conservação Florestal	CFL	Vegetação Nativa	VN	Indicador simples	Imagens de Satélite

Fonte: Próprio Autor (2017).

Os indicadores foram normalizados entre 0 (zero) e 1 (um) e o cálculo do Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo (IVFUOS) para as Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco foi elaborado a partir da fórmula 1:

$$\text{IVFUOS} = (\text{PNAS} + \text{PNAI} + \text{SD} + \text{AAPA} + \text{ES} + \text{SAM} + \text{CURB} + \text{CVB} + \text{CFL}) / 9$$

(1)

Onde:

PNAS – Persistência Natural às Atividades dos Serviços.

PNAI - Persistência Natural às Atividades Industriais.

SD – Situação Domiciliar.

AAPA – Artificialização da APA.

ES – Equidade Social.

SAM – Salubridade Ambiental.

CURB – Controle Urbano.

CVB – Condições de Vida Básica.

CFL – Conservação Florestal.

Optou-se pela média aritmética não ponderada, pois todos os indicadores apresentam igual relevância para análise. Para a classificação do índice, o intervalo entre zero (0) e um (1) foi escalonado conforme a situação do sistema (Quadro 11):

Quadro 11 - Classificação da Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo.

Classes	Grau de Vulnerabilidade	Escala Colorimétrica
0-0.25	Muito Alto	
0.26-0.50	Alto	
0.51-0.75	Moderado	
0.76-1	Baixo	

Fonte: Próprio Autor (2017).

O zero (0) representa a pior situação e o um (1), a melhor. O sistema em *nível baixo* de vulnerabilidade é quando o sistema está em pleno funcionamento; O *nível moderado*, o sistema encontra-se estável mesmo sofrendo algumas alterações,

continua funcionando bem; o *nível alto*, o sistema tende a se aproximar mais do ponto crítico do que voltar ao ponto de estabilidade. O *nível muito alto* é quando as perdas ou ganhos significativos podem comprometer severamente o funcionamento do sistema, com alta probabilidade de colapso, é um quadro de falência.

Por fim, foi realizada a análise de vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo com o exame do índice nas APAs estuarinas, dos rios Pirapama, Jaboatão, Sirinhaém e Maracaípe, Rio Formoso e Una.

6.3 Resultados e Discussão

O Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo na Área de Proteção Ambiental estuarina do rio Una foi de 0.11 em 1991, 0.59 em 2000 e 0.76 em 2010, assim essa Unidade de Conservação encontra-se com grau *Baixo* (Tabela 02).

Tabela 02 - Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo (IVFUOS) na APA estuarina do rio Una, 1991, 2000, 2010.

Anos	IVFUOS	Grau de Vulnerabilidade	Escala Colorimétrica
2010	0.76	Baixo	
2000	0.59	Alto	
1991	0.11	Muito Alto	

Fonte: Próprio Autor (2017).

O Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo na Área de Proteção Ambiental estuarina do rio Formoso foi de 0.02 em 1991, 0.49 em 2000 e 0.97 em 2010, assim essa Unidade de Conservação encontra-se com grau *Baixo* (Tabela 03).

Tabela 03 - Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo (IVFUOS) na APA estuarina do rio Formoso, 1991, 2000, 2010.

Anos	IVFUOS	Grau de Vulnerabilidade	Escala Colorimétrica
2010	0.97	Baixo	
2000	0.49	Alto	
1991	0.02	Muito Alto	

Fonte: Próprio Autor (2017).

O Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo na Área de Proteção Ambiental estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe foi de 1 em 1991, 0.30

em 2000 e 0.10 em 2010, assim essa Unidade de Conservação encontra-se com grau *Muito Alto* (Tabela 04).

Tabela 04 - Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo (IVFUOS) na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, 1991, 2000, 2010.

Anos	IVFUOS	Grau de Vulnerabilidade	Escala Colorimétrica
2010	0.10	Muito Alto	
2000	0.30	Alto	
1991	1	Baixo	

Fonte: Próprio Autor (2017).

O Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo na Área de Proteção Ambiental estuarina dos rios Pirapama e Jaboatão foi de 0.11 em 1991, 0.58 em 2000 e 0.88 em 2010, assim essa Unidade de Conservação encontra-se em grau *Baixo* (Tabela 05).

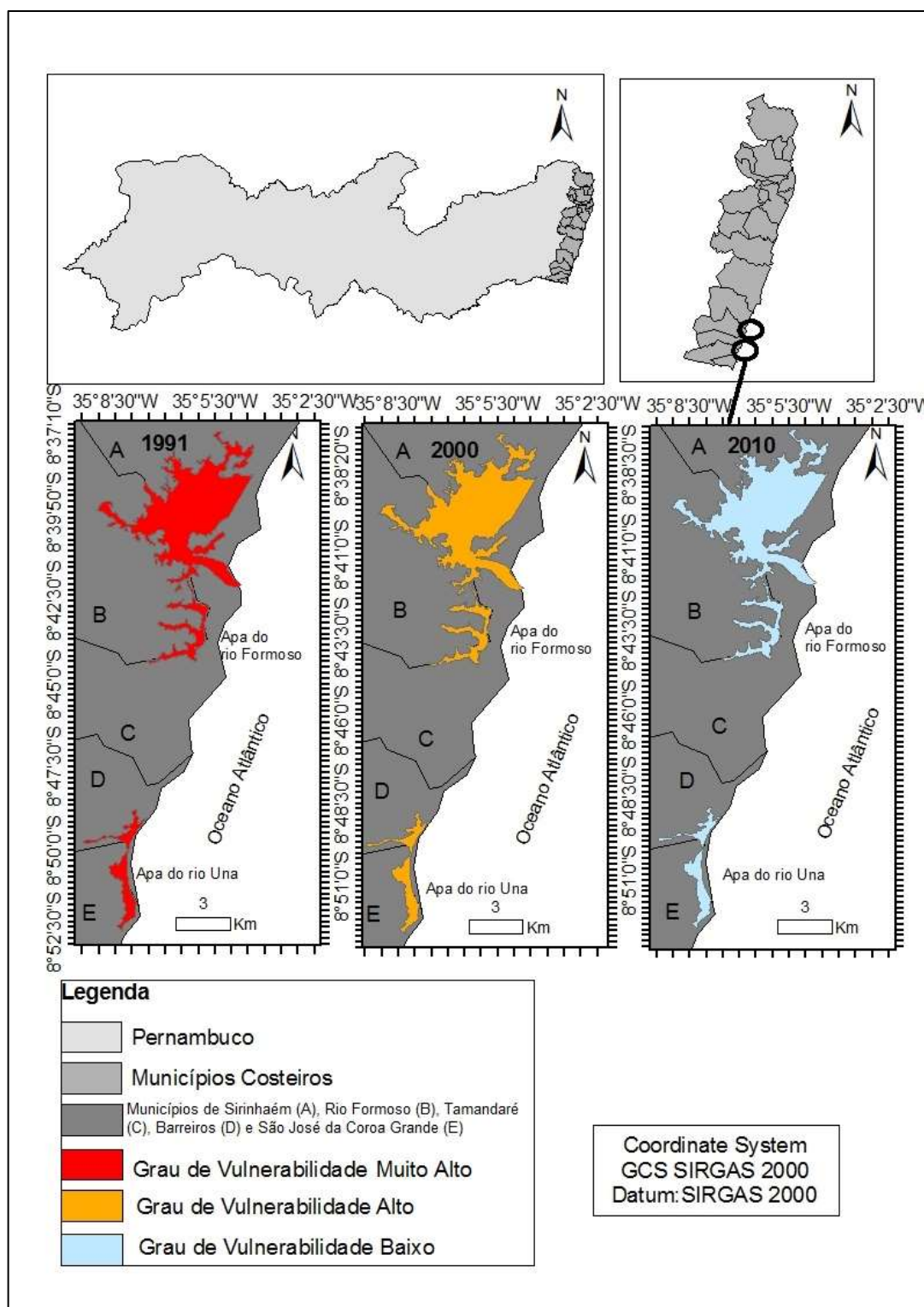
Tabela 05 - Índice de Vulnerabilidade Florestal ao Uso do Solo (IVFUOS) na APA estuarina dos rios Pirapama e Jaboatão, 1991, 2000, 2010.

Anos	IVFUOS	Grau de Vulnerabilidade	Escala Colorimétrica
2010	0.88	Baixo	
2000	0.58	Moderado	
1991	0.11	Alto	

Fonte: Próprio Autor (2017).

A APA estuarina do rio Formoso e a APA estuarina do rio Una apresentaram evolução semelhante no que diz respeito ao grau de vulnerabilidade florestal ao uso do solo entre 1991 (grau *Muito Alto*), 2000 (grau *Alto*) e 2010 (grau *Baixo*). Essas APAs estão situadas nos municípios de São José da Coroa Grande, Barreiros, Rio Formoso, Tamandaré e Sirinhaém (Figura 10).

Figura 10 - Evolução do Grau de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo nas APAs estuarinas dos rios Formoso e Una, situada nos municípios de Sirinhaém (A), Rio Formoso (B), Tamandaré (C), Barreiros (D) e São José da Coroa Grande (E), nos anos de 1991, 2000 e 2010.



Fonte: Próprio Autor (2017).

Nos anos 1970, com a crise mundial do petróleo, o governo federal brasileiro implantou o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), que investiu no sentido de aumentar as vendas de veículos a álcool, com incentivos fiscais e de crédito. Na década de 1990, mais da metade da frota de veículos usavam esse tipo de combustível (ANDRADE et al., 2009)

Em Pernambuco, esse programa provocou um aumento sem precedentes das atividades ligadas a cana de açúcar, com repercussões socioeconômicas e ecológicas severas, a exemplo da eliminação de lavouras de subsistência, amplificação da concentração fundiária e da monocultura, destruição de matas, dentro outros impactos (LIMA, 2006).

A implantação do PROÁLCOOL promove a expulsão massiva de habitantes da zona rural, que passam a viver à margem da cidade, em áreas impróprias para assentamentos humanos, como os manguezais. Concomitantemente, a classe média e alta do núcleo metropolitano do Recife, em busca de lugares mais amenos, descortina as praias desses municípios como opção de veraneio e lazer, aumentando os problemas socioeconômicos e ecológicos (LIMA, 2006).

Destaca-se, nesse momento, as praias de Tamandaré, São José da Coroa Grande e Sirinhaém, que devido a ausência de uma estrutura reguladora e controladora do uso do solo foram afetadas por intensa degradação ambiental (FARIAS, 2002; CARVALHO, 2009). Ressalta-se que o município de Tamandaré foi criado em 1997, antes pertencia ao município de Rio Formoso, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1997).

Além do uso e ocupação do solo desordenado na zona costeira, as bacias hidrográficas desses estuários influem na vulnerabilidade das APAs, a exemplo do estuário do rio Una, cuja nascente se localiza no município de Capoeiras, apresentando-se intermitente até aproximadamente à cidade de Altinho, quando se torna perene. Apresenta uma área de 6.740,31 km², dos quais 6.262,78 km² estão inseridos no Estado de Pernambuco, abrange 42 municípios de Pernambuco e possui seis reservatórios com capacidade máxima acima de 1 milhão de m³.

Desde a nascente até o município de Catende, o rio Una não é perene, sendo transformado em um depósito de lixo urbano e coletor dos efluentes domésticos e industriais em estado bruto como matadouros, curtumes, usinas e destilarias,

contribuindo significativamente para a degradação ambiental e a proliferação de pragas e doenças nas comunidades ribeirinhas (www.apac.pe.gov.br).

No trecho não perene do rio, as margens são tomadas por aterros e construções, reduzindo a calha e destruindo as matas ciliares, condição considerada crítica nas áreas urbanas, repercutindo em transbordamentos em períodos de grande precipitação pluviométrica, principalmente nos municípios de Barreiros e São José.

A exploração mineral também degrada o rio em toda a sua extensão, com retirada de rochas no leito seco e areia à jusante de Barreiros. Essas condições modificam o estuário, parte mais sensível de uma bacia hidrográfica e, conseqüentemente, a biota local (DELGADO, 2011), bem como a conservação da APA estuarina.

Segundo Silva et al. (2011), esse estuário é construído por Barra, resultado de sedimentação recente em vales primitivos inundados. São nutridos por grande variação de descarga de sedimentos fluviais, que pode ser erodida parcialmente ou completamente, em função do aumento da descarga nos períodos de chuvas mais intensas, como aconteceu em 2000 e 2010, provocando grandes impactos para as comunidades ribeirinhas e para os ecossistemas costeiros, como os manguezais.

A constituição de outras áreas protegidas no entorno das APAs estuarinas dos rios Una e Formoso pode ter contribuído para uma evolução considerável no tocante à diminuição da vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo, como a Reserva Biológica de Saltinho (Lei 88.744/1983), a APA de Guadalupe (19.635/1997), a APA dos Corais (Decreto Federal s/n de 23/10/1997) e a APA de Sirinhaém (Decreto Estadual n. 21229/1998), na medida em que a ligação entre *habitats* adjacentes é fundamental para manter a diversidade e a resiliência ecológica (GREEN et al., 2015).

O Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Una instituído e homologado em 2002, também pode ter contribuído para a melhoria das APAs, no sentido de pensar e promover ações com relação aos planos da bacia e os impactos dos usos.

A evolução positiva nessas áreas foi observada por Silva (2012), que realizou uma análise espaço – temporal da vegetação no estuário do rio Formoso e constatou que houve um aumento das áreas de mangue pela colonização de novos espaços à montante que passaram a ser inundados pelas águas das marés, condição que pode estar relacionada ao aumento relativo do nível do mar.

No mesmo sentido, apontou a pesquisa de Mallmann (2008), praias localizadas nas APAs dos rios Una e Formoso foram consideradas de baixa vulnerabilidade. Essa autora considerou a morfologia da costa, presença de atributos naturais, como os manguezais, influência marinha, processos costeiros, além da ocupação na praia, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

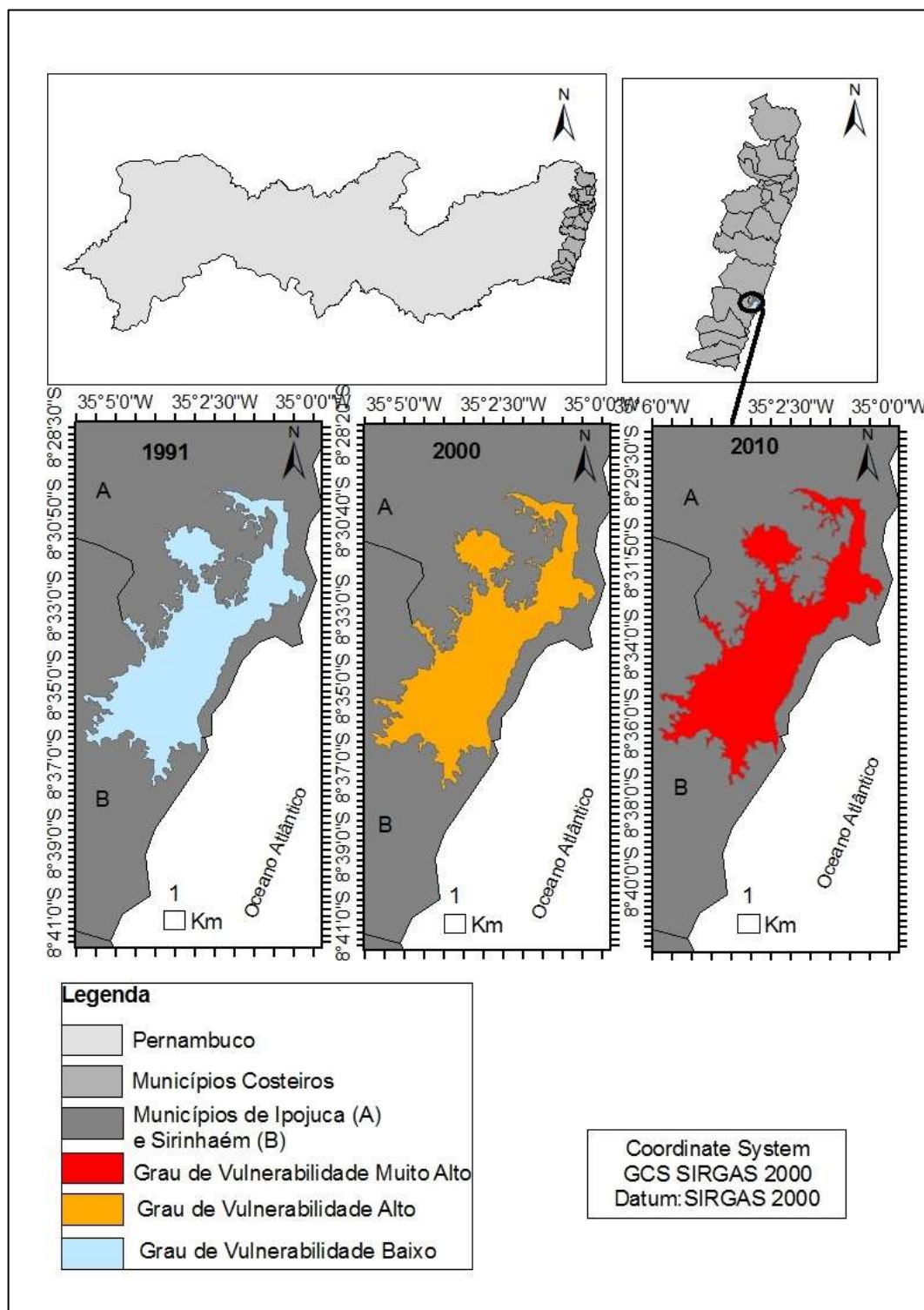
Vale destacar, que os programas sociais tiraram da situação de miséria muitas pessoas, além disso, o direcionamento dos investimentos para a área onde hoje está situado o Complexo Portuário e Industrial de Suape (CIPS) deslocou a população e atividades econômicas para essa região e consequentemente, os problemas. A APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe é a Unidade de Conservação mais próxima desse empreendimento, que conta ainda com um dos destinos mais procurados do Nordeste, a praia de Porto de Galinhas.

As praias de Maracaípe, Porto de Galinhas e Cupe eram fazendas de coco, com pouquíssimas residências até os anos 1970, quando deram vez aos loteamentos direcionados para as famílias de classe alta do Recife e da população do Complexo Portuário de Suape. Em um documento elaborado para a CONDEPE nessa época, Ismael Cantinho Gouveia descreve:

“As faixas litorâneas (Gaibu, Cupe, Porto de Galinhas, Praia do Boto, Itapuama, Paiva) estão indicadas no projeto para uma ocupação com atividades de turismo, lazer, habitações de padrão elevado, casas de veraneio, atendendo à população do Complexo de Suape e da Região Metropolitana do Recife” (GOUVEIA, 1977 apud MENDOÇA, 2004. p.61).

No entanto, as transformações drásticas tiveram início nos anos 1990 até os dias atuais, o que justifica o aumento da vulnerabilidade no período analisado (Figura 11).

Figura 11 - Evolução do Grau de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracaípe, situada nos municípios de Ipojuca (A) e Sirinhaém (B), nos anos de 1991, 2000 e 2010.



Fonte: Próprio Autor (2017).

Entre 1990 e 2000, as construções de novos empreendimentos e casas se deram num ritmo nunca visto em qualquer praia do Estado (MENDONÇA, 2004). Esse crescimento frenético de estruturas, população e atividades econômicas gera uma demanda por espaço, impulsionando a urbanização, o aumento do preço do solo e a necessidade de serviços, como saneamento, que o poder público não suprime.

Para Diegues (1999), a pressão populacional resultante do parcelamento urbano para fins de moradia e de outras atividades, como comércio e serviços, promove uma contínua destruição do meio ambiente e da paisagem, assertiva comprovada por Vila Nova e Torres (2012) ao constatarem um aumento da tessitura urbana de 240% entre 1989 e 2010, no estuário do rio Maracáipe.

A identificação e o estudo de regiões ecologicamente frágeis são uma maneira útil de analisar as consequências socioambientais de movimentos populacionais, pois onde há concentração de pessoas vivendo e trabalhando sempre haverá um maior impacto sobre a natureza. Em ambientes sensíveis, como os estuários, a pressão do desenvolvimento urbano e industrial, torna essas áreas, as mais vulneráveis às degradações provocadas pelo aumento da pressão demográfica (NORIEGA et al., 2009).

A instalação do CIPS teve início em meados de 1970 e se consolidou na última década, elevando o estado de Pernambuco no que diz respeito ao crescimento econômico por atrair investimentos para essa região e paralelamente, elevando os problemas sociais e ecológicos ao mesmo patamar.

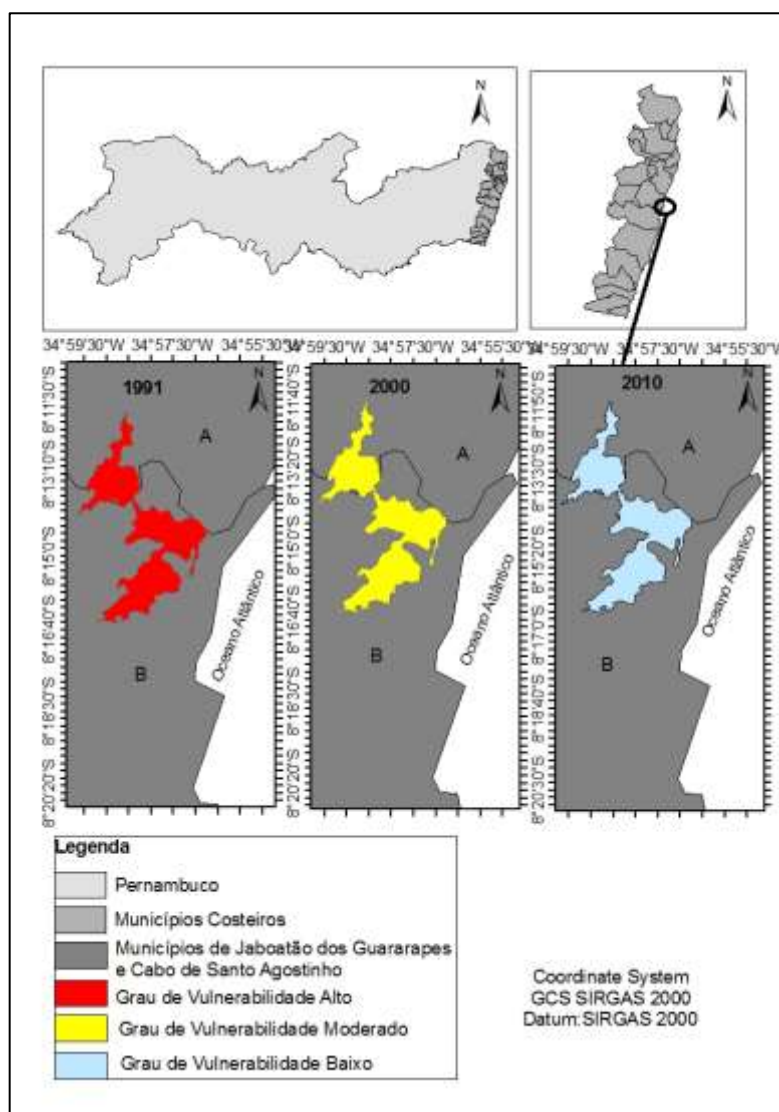
Muitos habitantes foram excluídos dessas áreas, incluindo aqueles que receberam indenizações, mas perderam sua identidade com o lugar, uma ruptura cultural, uma perda intangível nunca contabilizada nesses processos (STERLACCHINI, 2011). Os que ficaram “ressentem-se da baixa qualidade de vida devido à deficiência de uma série de serviços fundamentais como, por exemplo, saneamento básico, pavimentação, saúde, educação, lazer, segurança e transporte” (LE MOS; JESUS, 2015, p.179).

A reorganização do espaço por esses projetos de desenvolvimento repercute em todas as instâncias. Os conflitos por terra na APA estuarina dos rios Sirinhaém e Maracáipe se intensificaram tanto nos últimos anos, que o Ministério Público de Pernambuco recomendou ao município de Ipojuca a criação de um Parque Natural Municipal na área do Pontal de Maracáipe (parte da APA estuarina dos rios

Sirinhaém e Maracaípe) visando a preservação ambiental e o fim dos conflitos (PERNAMBUCO, 2016).

No que diz respeito à APA estuarina dos rios Pirapama e Jaboatão passou de um grau *Muito Alto*, *Moderado*, para *Baixo*. Essa APA está situada em dois municípios, Cabo e Jaboatão dos Guararapes, este o segundo mais populoso de Pernambuco (Figura 12).

Figura 12 - Evolução do Grau de Vulnerabilidade Florestal ao Uso e Ocupação do Solo na APA estuarina dos rios Pirapama e Jaboatão, situada nos municípios de Jaboatão dos Guararapes (A) e Cabo de Santo Agostinho (B), nos anos de 1991, 2000 e 2010.



Fonte: Próprio Autor (2017).

Como visto anteriormente, a praia do Paiva, que se situa no entorno da APA estuarina dos rios Pirapama e Jaboatão, é um dos focos de investimentos imobiliários de alto padrão para atender a população de classe alta do Recife e do CIPS. No período entre o final dos anos 1980 e início dos anos 2000, as terras do Paiva, que abrangem boa parte da APA, ficaram aparentemente esquecidas, inseridas na lógica da especulação imobiliária, que assegura a reserva territorial para um momento mais oportuno de lucro maior (BARBOSA, 2014).

Nesse período, a família Brennand comprou as terras, indenizou as famílias de pescadores que passaram a viver, principalmente, em Ponte dos Carvalhos e Barras das Jangadas, ou mesmo no entorno das antigas áreas que habitavam. Nessas terras foram plantados extensos coqueirais e a expansão do entorno e as ocupações irregulares foram contidas aos moldes feudais, com barreira física e imposição do medo aos que a ultrapassava (BARBOSA, 2014).

Coelho (2013) constatou que os manguezais do estuário dos rios Pirapama e Jaboatão retraíram entre 1989 e 1999 e voltaram a se expandir em 2011. A autora atribuiu essa dinâmica à recolonização de antigas áreas e à expansão à montante dos mangues, resultado da intrusão salina. Esse movimento da vegetação coincide com a reorganização do espaço na APA.

No final do século XX e início do século XXI, o momento oportuno aos agentes do capitalismo foi consolidado e assim, o Complexo Imobiliário Residencial e de Serviços (CIRIS) na Reserva do Paiva foi implantado, com estruturas e serviços ainda mais exclusivistas que os condomínios fechados, na medida em que não apresentam muros aparentes, mas que se erguem frequentemente, por meio de sistemas de monitoramento quando algo indesejável acontece e atinge o perfil dos moradores (BARBOSA, 2016).

Nessa APA a diminuição do grau de vulnerabilidade florestal revela um lado perverso da conservação desses fragmentos, que podem e são melhorados para servir aos interesses de poucos, uma minoria que busca uma qualidade ambiental e melhoria da qualidade de vida. Nesse sentido os agentes públicos são eficientes, pois dotam esses espaços de todos os equipamentos necessários para garantir o bem estar dos habitantes. No entanto, “a equidade deveria ser um conceito primário na distribuição de benefícios de urbanização para todos os membros de uma sociedade” (LIMA, 2004, p.3).

Carlos (2007, p.15) explica que

“a morfologia urbana é cada vez mais produto de estratégias políticas que impõem uma ordem repressiva em que as diferenças são, constantemente, esmagadas em nome do progresso. Com este procedimento se encobre os interesses imobiliários que permitem o deslocamento das favelas e a expulsão dos moradores indesejáveis dos “lugares valorizados”

Harvey (2012) alerta que nessa lógica de mercado, os direitos de propriedade privada e das taxas de lucro se sobrepõem a todas as outras noções de direito, resultando em perdas em todos os sentidos e em todas as instâncias. Deste modo, a sociedade deve compreender a situação e o funcionamento dos sistemas sociais, econômicos e ecológicos e estar ciente das consequências das suas escolhas e os decisores políticos as implicações de escolher um objetivo sobre o outro (SHIELDS et al., 2002).

Diante do exposto, o Índice desenvolvido refletiu os fatores que impulsionaram a vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo em Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco e permitiu a análise desses processos no tempo e no espaço, podendo contribuir, assim, com o monitoramento dessas áreas.

6.4 Considerações Finais

Esta pesquisa se propôs identificar os fatores que influenciam na vulnerabilidade florestal nas Áreas de Proteção estuarinas de Pernambuco associadas ao uso e ocupação do solo, pois esse é um dos maiores problemas nas categorias de Unidades de Conservação, onde é permitido o uso sustentável. Para isso foi construído e aplicado um índice, balizado em indicadores de Pressão – Estado – Resposta (modelo PER), em que foi possível examinar a evolução da vulnerabilidade florestal em quatro APAs. De modo geral, o aumento ou diminuição da vulnerabilidade esteve associado aos projetos de desenvolvimento econômico implantados e redirecionados de acordo com os interesses, principalmente do setor privado, das grandes corporações, com respaldo do Estado. Essas ações promoveram a reorganização do espaço, com rebatimento, notadamente, na urbanização, cujo uso do solo é definido pela taxa de retorno, acentuando as desigualdades. O índice apresentado foi apropriado para o objetivo proposto.

7 CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

Essa tese teve como objetivo a identificação de fatores que influenciam na vulnerabilidade florestal ao uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção estuarina de Pernambuco para construir um índice que permitisse a análise e monitoramento desses processos.

A hipótese de que essas áreas apresentam tipos de ocupação e uso do solo que resultam em alta vulnerabilidade florestal e que os fatores que ditam esses processos podiam ser identificados por meio de indicadores e índice foi confirmada por tipos de uso que apresentam características distintas, mas que interatuam entre si.

A produção do espaço urbano e a urbanização, que resultam em ocupação e uso do solo caracterizados, sobretudo, por estruturas artificializadas, predominância de atividades do setor terciário é o tipo que mais impulsiona a vulnerabilidade florestal das APAs estuarinas direta e indiretamente, por meio da substituição dos remanescentes para as mais variadas estruturas, aumento da demanda por serviços essenciais, como saneamento e educação, que não é suficientemente atendida, aprofundando os problemas sociais.

O tipo de ocupação e uso do solo relacionado ao rural revelou uma faceta arcaica e cruel, ainda bem presente em Pernambuco. As populações que resistem nesse espaço, até esse tempo padecem em um enredo de exclusão dupla, os que resistem e vivem no campo, vivem em condições de pobreza e os que o deixam, não conseguem acessar as benesses do urbano, da cidade e encontram abrigo e meios de subsistência em ecossistemas, como os manguezais, coexistindo em condições insalubres.

O tipo de uso e ocupação do solo produzido pelas atividades industriais repercutem nos dois outros, associado ao campo, insita o êxodo rural e promove a expansão da urbanização. Ademais, concluiu-se que as transformações o uso e ocupação do solo obedecem a uma lógica interescalar, do global para o local conectados, notadamente, pelo Estado.

Nesse sentido, o índice construído foi um avanço na compreensão desses fenômenos, pois possibilitou identificar o perfil do uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção estuarinas mais vulneráveis, ademais, foi eficiente no monitoramento, na medida em que refletiu as mudanças ocorridas.

Esse tema pode ser contemplado de outras perspectivas, principalmente na escolha e representação das variáveis ecológicas. Aqui o ponto de partida para as análises foi a vegetação, mas os estuários e os ecossistemas costeiros, como os manguezais, são extremamente complexos, e fatores globais, como a variação do nível do mar, também podem refletir nas mudanças. As ações do terceiro setor têm contribuído para a conservação ambiental e, portanto, pode ser inserido e colaborar com as análises.

Essas são algumas possibilidades para um tema multifacetado e complexo. Ressalta-se que para um instrumento de análise como um índice é necessário a continuidade dos dados, impondo limites a sua construção.

REFERÊNCIAS

ABHISHEK, C.; FRANCESCA, V.; DE BAAN, L.; HELLWEG, S. **Quantifying Land Use Impacts on Biodiversity**: Combining Species-Area Models and Vulnerability Indicators. *Environmental science & technology*, v. 49, n. 16, p. 9987-9995, 2015.

AB'SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 151p.

ABURTO-OROPEZA, O.; EZCURRA, E.; DANEMANN, G.; VALDEZ, V.; MURRAY, J.; SALA, E. **Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields**. *PNAS*, v. 105, n. 30, p. 10456-10459, 2008.

AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (CPRH). **Unidades de Conservação Estaduais**. Disponível em:
<http://www.cprh.pe.gov.br/unidades_conservacao/ESTADUAIS/40035%3B32133%3B2238%3B0%3B0.asp> Acesso em: 04/11/2015.

AGUIAR, C. A. B.; ANTICO, C.; GALVÃO, F. A.; OLIVEIRA, K. F.; JANNUZZI, P. M. **Indicadores para o Monitoramento de Programas e Projetos**. São Paulo: FUNDAP, 2006. 48p.

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste**. 3 ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1973. 251p.

ANDRADE, E. T., CARVALHO, S. R. G.; SOUZA, L. F. **Programa do PROÁLCOOL e o Etanol no Brasil**. *Engevista*, v. 11, n.2, p. 127-136, 2009.

ARAÚJO, T. N. **Uso Sustentado em Unidades de Conservação**: análise crítica do plano de gestão da Área de Proteção Guapimirim. 2004.163f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Federal Fluminense. UFF. Rio de Janeiro.

ARAÚJO, L. E. **Climatologia e Vulnerabilidade Socioeconômica e Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba – Estudo de Caso do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)**. 2010. 120p. Tese. Doutorado em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

ARAÚJO, A. M.; MINEIRO, A. L. B.; CANTALICE, J. R. B. **Estimativa do Potencial de Sedimentação e Erosão**: caso manguezal do Pina, Recife (PE). *Eng Sanit Ambient*, v. 16, n. 2, p. 133-140, 2011.

ARECES, A. J.; MARTÍNEZ-BAYÓN, C.; LUIS-MACHÍN, J.; SALINAS-CHÁVEZ, E.; QUINTANA-OROVIO, M. **Aproximación metodológica al ordenamiento ambiental de zonas marino-costeras**. Guía Ilustrada. En: Proyecto de investigación Bases para la gestión integrada del Golfo de Batabanó, ordenamiento ambiental e identificación de escenarios. Programa “Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano”, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Anexo 5. 2010. 51 p. (ISBN 978-959-298-023-5).

ARECES-MALLEA, A. J. **Los Indicadores Ambientales: del concepto a la construcción y uso**. 2016. 50p.

AVALIAÇÃO ECOSSISTÊMICA 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, C. C. A.; SILVA, H. A. ; SA, L. A. C. M. ; PORTUGAL, J. L. . **Base de Dados Espaciais Aplicados a Erosão Costeira**. In: II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2008, Recife. Anais do II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2008. v. Único.

BARBOSA, F. G. **Estrutura e análise espaço temporal da vegetação do manguezal do Pina, Recife-PE: subsídios para manejo, monitoramento e conservação**. 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife.

BARBOSA, W. B.; ARAÚJO, V. M. C.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, H. P. **Análise Espaço-temporal por Fotointerpretação do Uso e Ocupação do Solo de um Trecho do Setor Leste do Parque dos Manguezais, Boa Viagem, Recife-PE, Brasil**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.7007 -7014, 2011.

BARBOSA, A. G. **Exclusivismo Socioespacial na Região Metropolitana do Recife: produção do espaço e governança do Complexo imobiliário, residencial e de serviços reserva do Paiva**. 2014. 295f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife.

BARBOSA, A. G. **Planejamento urbano empresarialista em complexos imobiliários, residenciais e de serviços: a Reserva do Paiva em análise**. Cad. Metrop., São Paulo, v. 18, n. 37, p. 785-802, 2016.

BELFIORE, S.; BALGOS, M.; MCLEAN, B.; GALFORE, J.; BLAYDES, M.; TESCH, D. **A Reference Guide on the Use of Indicators for Integrated Coastal Management**. ICAM Dossier 1, IOC Manuals and Guides No. 45. UNESCO, 2003.

BERNINI, E.; SILVA, M. A. B.; CARMO, T. M. S.; CUZZUOL, G. R. F. **Composição Química do Sedimento e das Folhas das Espécies do Manguezal do Estuário do Rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil**. Revista Brasileira de Botânica, v. 29, p. 689-699, 2006.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13, 1972.

BERTRAND, C. G. **Une géographie traversière**: L'environnement à travers territoires et temporalités. Paris, éditions ARGUMENTS, 2002, 311 págs. ISBN 2909109275.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**: esboço metodológico. R. RAÍE GA, Editora UFPR: Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BESSA JÚNIOR, O.; MÜLLER, A. C. P. **Indicadores Ambientais Georreferenciados para a Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. R. paran. Desenv., Curitiba, n. 99, p. 105-119, 2000.

BRANDÃO, I. M.; GUIMARÃES, A. S.; TRAVASSOS, P. E. P. **Ecologia de paisagem**: uma análise multi-temporal dos manguezais urbanos do Complexo de Salgadinho, Olinda/PE. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4569-4576, 2009.

BRANDÃO, E. L. **O ecossistema manguezal**: aspectos ecológicos e jurídicos. Revista do Curso de Direito da UNIABEU, v.1, n. 2, agosto-dezembro, 2011.

BRASIL. **Comissão Interministerial para Recursos do Mar**. 2º Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC II). Brasília: MMA, 1997.

_____. 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.

_____. Decreto 4.340, de 22 de agosto de 2002. **Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.** Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=374>> Acesso em: 04/11/2015.

_____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Efetividade de Gestão das Unidades de Conservação Federais do Brasil.** Brasília: IBAMA, 2007. 96p.

_____. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia / IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil - 2012,** IBGE: Rio de Janeiro, 2012. 352p.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra.** ed. 3, 2013. 171p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **A Biodiversidade na Zona Costeira e Marinha do Brasil.** 2017. 4p.
CAMARGO, L. H. R. de. **A Ruptura do Meio Ambiente:** conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a Geografia da complexidade. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 237p.

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 O desafio do manejo do nitrogênio no contexto da produtividade agrícola e da vulnerabilidade ambiental.** Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v. 4, n.3, 2012.

CAMPOS-VARGAS, M. ; TOSCANA-APARICIO, A. ; ALANÍS, J. C. **Riesgos socionaturales:** vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. Cuadernos de Geografía : Revista Colombiana de Geografía, v. 24, n.2, p.53-69, 2015.

CARLOS, A. F. A. **O Espaço Urbano:** Novos Escritos sobre a Cidade. São Paulo: FFLCH, 2007, 123p.

CARSON, R. **A Primavera Silenciosa.** 2 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1962. 305p.

CARTIER, R. ; BARCELLOS, C. ; HÜBNER, C. ; PORTO, M. F. **Vulnerabilidade social e risco ambiental**: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental Social vulnerability and environmental risk: a methodological approach for evaluating environmental injustice. Cadernos de Saúde Pública, v..25, n.12, p. 2695-2704, 2009.

CARVALHO, A. G. **Turismo e Produção do Espaço no Litoral de Pernambuco**. 2009. 99f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana). Universidade de São Paulo, USP, São Paulo.

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.

CHOUHAN, H.A., PARTHASARATHY, D., PATTANAIK, S. **Urban development, environmental vulnerability and CRZ violations in India: impacts on fishing communities and sustainability implications in Mumbai coast**. Environment, Development and Sustainability, p. 1-15, 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo, Edgar Blücher, 1999. 236p.

COELHO, M. P. **Estuário de Barra das Jangadas/PE: Análise Espaço Temporal e Caracterização Estrutural da Vegetação de Mangue**. 2013. 103f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife.

CORIOLOANO, L. N. M. T.; ALMEIDA, H. M. **O turismo no Nordeste Brasileiro**: dos resorts aos núcleos de economia solidária. Revista Eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales, v. 11, n. 245 (57), p.1-12, 2007.

CÔRREA, R. L. **O Espaço Urbano**. São Paulo: Editora Ática, 1995. 94p.

CORRÊA, C. **A Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. 2017 Disponível em < <http://www.mma.gov.br/informma/item/6618-a-biodiversidade-na-zona-costeira-e-marinha-do-brasil>> Acesso em 11/02/2017.

CÔRTE, D. A. A. **Planejamento e Gestão de APAs**: enfoque institucional. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, 1997. 106p.

CORVALÁN, S. B. **Zoneamento Ambiental da APA Corumbataí (SP) de acordo com Critérios de Vulnerabilidade Ambiental**. 2009. 170p. Tese. Doutorado em Geociências e Meio Ambiente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2009.

COUTINHO, K. **MMPE Diz que Supressão de Mangue em Suape Afetou Fauna Marinha**. 2013. Disponível em<
<http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2013/10/mppe-diz-que-supressao-de-mangue-em-suape-afetou-fauna-marinha.html>>. Acesso em: 11/08/2015.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 103p.

CUNHA, P. H. **Moradores do Mangue ainda Vivem no Tempo de Josué de Castro**. Diário de Pernambuco: Caderno Local, 2013.

CUNHA, P. D.; RITTER, L. G.; BORBA, W. F. **Vulnerabilidade ambiental e áreas de infiltração máxima de água**. Revista Monografias Ambientais – REMOA, v. 13, n. 5, p. 3761-3776, 2014.

DAL CIN, R.; SIMEONI, U. **A Model for Determining the Classification, Vulnerability and Risk in the Southern Coastal Zone of the Marche (Italy)**. Journal of Coastal Research, v. 10, n.1, p. 18-29, 1994.

DEÁK, C. **À Busca de Categorias da Produção do Espaço**. 2001. Disponível em:
http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/c_deak/CD/3publ/01LD-categ/MC-categ-esp.pdf> Acesso em: 25/05/2016.

DELGADO, A. L. S. A. P. **Caracterização Hidrodinâmica e Sedimentar do Estuário do rio Minho**. 2011. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade do Porto, Portugal.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9 ed. São Paulo: Gaia, 2004. 551p.

DIEGUES, A. C. S. **Human Populations and coastal wetlands: conservation and management**. In :Brazil: Ocean And Coastal Management, n. 42, p. 187-210, 1999.

DINERSTEIN, E.; OLSON, D.M.; GRAHAM, D.; WEBSTER, A.; PRIMM, S.; BOOKBINDER, M.; LEDEC, G. **A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean**. The World Bank in association with The World Wildlife Fund, Washington, D.C., USA. 1995. 171p.

DIVISION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Indicators of Sustainable Development: framework and methodologies**. Department of Economic and Social Affairs: New York, 2001. 294p.

DULLEY, R. D. **Noção de Natureza, Ambiente, Meio Ambiente, Recursos Ambientais e Recursos Naturais**. Agric São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 15-26, 2004.

ELBERS, J. (Editor). **Las áreas protegidas de América Latina: situación actual y perspectivas para el futuro**. Quito, Ecuador, UICN, 2011. 227 p.

ELLISON, J. C. **Vulnerability assessment of mangroves to climate change and sea-level rise impacts**. Wetlands Ecology and Management, v. 23, p.115-137, 2015. DOI 10.1007/s11273-014-9397-8.

EUCLYDES, A. C. P.; MAGALHÃES, S. R. A. **A Área de Proteção Ambiental (APA) e o ICMS Ecológico em Minas Geras: algumas reflexões**. Geografias, v. 2, n. 2, p.39-55, 2006.

FARIAS, F. S. **Tamoindaré – A Dinâmica de suas praias frente às novas tribos repovoadoras do século XX**. 2002. 135f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife.

FANTINEL, R. A. **Evaluation of Influencing Factors on the Vulnerability of Soil Erosion Through the Multicriteria Decision Making and Techniques Geoprocessing County of Piratini - RS**. Ciência e Natura, v.38, n.1, pp.156-163, 2016.

FEITOSA, M. S. S.; NÓBREGA, R. S.; COELHO JÚNIOR, J. M. **Vulnerability environmental and flood risk in rio Poti, Teresina, Brazil**. Revista Geama, v.5, n.1, Abr/Mai/Jun, 2016.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; TEIXERA, A; S.; ARAÚJO, L.F. P.; ROSA, M. F.; PAULINO, W. D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J. C. **Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Reservatórios à Eutrofização**. Eng. sanit. ambient., v.12, n. 4 - out/dez, p.399-409, 2007.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. **“Desvendando os mistérios do Coeficiente Correlação de Pearson (r)”**. Revista Política Hoje, v.18, n. 1, 2009.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. **Análise de Vulnerabilidade Ambiental**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 47p.

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, v. 16, n.1, p.19-38, 2013.

FRANÇA, M. M. ; FERNANDES FILHO, E. I. ; OLIVEIRA, F.S. ; XAVIER, B.T.L. . **Utilização de Classificador Estatístico Maxver para análise do uso e cobertura da terra no município de Viçosa-MG**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa-MG. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009.

FREITAS, E. P.; MORAES, J. F. L.; PECHE FILHO, A.; STORIO, M. **Indicadores ambientais para Áreas de Preservação Permanente**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.4, p.443–449, 2013.

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, v.14, n.4, out-dez, p.343-356, 2013.

FURTADO, C. **Formação Econômica e Territorial do Brasil**. 34 ed. São Paulo: Companhia de Letras, 2007. 352p.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R.; NAKAMURA, R. Y.; TAKATA, L. T. O. **Environmental Vulnerability and Application of Linear Erosive Processes Control Techniques in Rural Areas of Presidente Prudente County**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.14, n.4, (Out-Dez) p.343-356, 2013.

GASPARI, F. J.; RODRIGUEZ VAGARÍA, A.M.; DELGADO, M.I.; SENISTERRA, G.E.; DENEGRÍ, G.A. **Vulnerabilidad Ambiental en Cuencas Hidrográficas Serranas Mediante SIG**. Multequina, n. 20, pp. 3-13, 2011.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120p.

GIMENES, F. B. Q.; AUGUSTO FILHO, O. **Mapas de Fragilidade Ambiental Utilizando o Processo de Análise Hierárquica (AHP) e Sistema de Informação Geográfica**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, p. 6564-6571.

GREEN, A. L. et al. **Larval Dispersal and Movement Patterns of Coral Reef Fishes, and Implications for Marine Reserve Network Design**. Biological Reviews, v. 90, p. 1215-1247, 2015.

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.

HARVEY, D. **O Direito à Cidade**. Lutas Sociais, São Paulo, n. 29, p.73-89, 2012.

HOLLING, C. S. **Resilience and Stability of Ecological Systems**. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 4, p. 1-23, 1973.

HOPPE-SPEER, S. C. L; ADAMS, J. B.; BAILEY, D. **Present state of mangrove forests along the Eastern Cape coast, South Africa**. Wetlands Ecology and Management, v. 23, n. 3, p. 371-363, 2015.

HUANG, P.H. ; TSAI, J. S.; LIN, W.T. **Using multiple-criteria decision-making techniques for eco-environmental vulnerability assessment: a case study on the Chi-Jia-Wan Stream watershed, Taiwan**. Environmental Monitoring and Assessment, v.168, n.1, p.141-158, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Informe nacional sobre áreas protegidas no Brasil** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Áreas Protegidas. – Brasília: MMA, 2007. 124p.

IONESCU, C.; R.J.T. KLEIN; K.S. KAVI KUMAR; J. HINKEL AND R. KLEIN. **Towards a Formal Framework of Vulnerability to Climate Change**. Ne Water Working Paper 2 and FAVAIA Working Paper 1, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany, ii+20 p., 2005.

JANNUZZI, P. M. **Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil**. Revista de Serviço Público Brasília, v. 56, n. 2, p. 137-160, 2005.

KHANNA, N. **Measuring Environmental Quality**: an index of pollution. *Ecological Economics*, v. 35, n. 2, p. 191-202, 2000.

KLAIS, T. B. A.; DALMAS, F. B.; MORAIS, R. P.; ATIQUE, G.; LASTORIA, G.; PARANHOS FILHO, A. C. **Vulnerabilidade natural e ambiental do município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil**. *Ambi-Agua, Taubaté*, v. 7, n. 2, p. 277-290, 2012.

KUENZER, C.; BLUEMEL, A.; GEBHARDT, S.; QUOC, T. V.; DECH, S. **Remote sensing of mangrove ecosystems**: a review. *Journal of Remote Sensing*, v.3, p. 878-928. 2011.

LACERDA, L. D. **Mangrove ecosystems**: function and management. New York: Springer, 2002. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=-NytBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false> Acesso em : 14/10/2015.

LAGE, C.; PEIXOTO, H.; VIEIRA, C. M. B. **Aspectos da vulnerabilidade ambiental na Bacia do Rio Corrente-BA**. *Geotextos : Revista da Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia*, v.4, march, 2009.

LEFF, E. **Saber Ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2008. 494p.

LEGENDRE P.; LEGENDRE L. **Numerical Ecology**. 2 ed. Elsevier, Amsterdam, 1998. 853 p.

LEMOS, H. V.; JESUS, P. **Desenvolvimento Industrial e Conflitos de Terra**: desafios do desenvolvimento local frente à questão fundiária entre a Comunidade de Massangana e o Complexo Industrial de Suape-PE. *GeoTextos*, v. 11, n. 2, p.177-194, 2015.

LIMA, J. J. F. **O Conceito de Equidade Social como Referencial para Avaliação de Políticas Urbanas**. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO URBANÍSTICO, 2004, Recife. *Anais do III Congresso Brasileiro de Direito Urbanístico*, 2004. v. 1.

LIMA, C. V. F. M. **Urbanização Turística no Litoral Sul de Pernambuco: o caso do município de Tamandaré.** 2006. 158f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife.

LIMA, E. Q.; AMARAL, R. F. **Vulnerabilidade da Zona Costeira de Pititinga/RN, Brasil.** Mercator - Revista de Geografia da UFC, v. 12, n. 28, mayo-agosto, p. 141-153, 2013.

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.

LIMONAD, E.; ALVES, J. **Áreas de Proteção Ambiental e Áreas de Preservação Permanente como Instrumento de Regulação Urbano-ambiental?.** IV Encontro Nacional da Anppas, 4 a 6 de julho de 2008, Brasília –DF, 2008.

LOURENÇO, J. C.; ALENCAR, J. L.; VASCONCELOS, R. F. V.; VALE, Y. M. A. L. **Identificação de Fatores de Vulnerabilidade Ambiental na Floresta do Louzeiro em Campina Grande – PB.** Questões Ambientais, v. 12, n. 2, p. 274-284, 2013.
LUSSI, I. A. O.; MATSUKURA, T. S.; HAHN, M. S. **Reabilitação psicossocial: oficinas de geração de renda no contexto da saúde mental.** São Paulo: O Mundo da Saúde, v. 35, n. 2, p.185-192, 2011.

LYRA, T. M.; BEZERRA, A. C. V.; ALBUQUERQUE, M. S. V. **Os Desafios dos Polos de Desenvolvimento na Perspectivas dos Atores Sociais Locais de Goiana, Pernambuco.** Physis, Revista de Saúde Coletiva – Rio de Janeiro, v.25, n. 4, p. 1117-1139, 2015.

MACHADO FILHO, H. **Impactos, vulnerabilidades adaptações as mudanças climáticas no Brasil.** Ministério da Ciência e Tecnologia: Rio de Janeiro, 2007. 41p.

MACHADO, T. A.; ANDRADE, J. G. N. ; PONTES, E. T. M. ; VILA NOVA, F. V. **Espaço de fluxos e novas materialidades: o Porto de Suape-PE.** In: 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2009, Montevideu. 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2009.

MAGALHÃES, V. L.; CUNHA, J. E.; NÓBREGA, M. T. **Indicadores de Vulnerabilidade Ambiental.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 07, n. 06, p. 1133-1144, 2014.

MALLMANN, D. L. B. **Vulnerabilidade do Litoral Sul de Pernambuco à Erosão.** 2008. 145f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Universidade Federal de Pernambuco. UFPE, Recife.

MANSO, V. A. V.; COUTINHO, P. N.; GUERRA, N. C.; SOARES JUNIRO, C. F. A. **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro (Pernambuco).** In: Dieter Muehe. (Org.). Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro. Brasília: MMA, 2006, v. 1, p. 179-196.

McCONNEL, W. .; MORAN, E. F. **Meeting in the Middle:**The Challenge of Meso-Level Integration. Anthropological Center for Training and Research on Global Environmental Change Indiana University, 2001. 62p.

MEDEIROS, R.; IRVING, M.; GARAY, I. **A Proteção da Natureza no Brasil:** evolução e conflitos de um modelo em evolução. Revista de Desenvolvimento Econômico, v. 6, n. 9, p. 83-93, 2004.

MEDEIROS, M. C.; RAMALHO, A. M.; ALMEIDA, F.; CARVALHO, G.; SANTIAGO, L. **Os impactos do Complexo Industrial Portuário de Suape – CIPS nos municípios do Cabo e Ipojuca.** ARCHITECTON - Revista de Arquitetura e Urbanismo, v. 04, n. 07, p. 67-80, 2014.

MEDEIROS, R. S.; GODOY, J. H. A. de . **Desenvolvimento, Território e Políticas Sociais:** SUAPE e uma nova agenda de pesquisa sobre os impactos sociais de grandes projetos. Revista Pós Ciências Sociais, v. 12, p. 77-100, 2015.

MELO, R. M.; MELO, I. D. F.; DUARTE, C. C.; ALBUQUERQUE JUNIOR, E. C. **Utilização de Análise Multicriterial na elaboração de mapas de vulnerabilidade do estuário do Rio Formoso/PE.** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.6026-6033, 2011.

MENDONÇA, F. A. **Geografia e Meio Ambiente.** São Paulo: Contexto, 1993. 80p.

MENDONÇA, L. C. **A Invenção de Porto de Galinhas:** história, empreendedorismo e turismo. Recife: Persona, 2004. 284p.

MENEZES, J. B.; ARAÚJO, M. S. B.; GALVÍNCIO, J. D.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CORRÊA, A. C. B. **Índice de Vulnerabilidade à Erosão para uma Bacia na Mesorregião do São Francisco Pernambucano, a partir das Relações entre**

Morfogênese e Pedogênese. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.8, n.2, p.45-56, 2007.

MOREIRA, E.; SILVA, R. M.; SILVA, R. R.; TARGINO, I.; SALES, L. G. L.; CORREIA, M. G. O.; SILVA, W. R. **Espaço Urbano e Terciário: um olhar geográfico.** Cadernos do Logepa, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 103-119, 2005.

MORIN, E. **O Paradigma Perdido: a natureza humana.** Ed. 4. Publicações Europa América: Portugal, 1988. 224p.

MORIN, E. **Ciência com Consciência.** 8. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 350p.

MONTEIRO, C. **Geossistemas: a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2000. 127p.

MOURA, A. R. L. U.; CANDEIAS, A. L. B. **Uso de Geotecnologias para o Gerenciamento Ambiental dos Manguezais do Sistema Estuarino de Itamaracá-PE.** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.7029 – 7037, 2011.

MUSSETA, P.; BARRIENTOS, M. J. **Vulnerabilidad de productores rurales de Mendoza ante el cambio ambiental Global: Clima, agua, economía y sociedade.** Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, v. 47, n. 2, p. 145-170, 2015.

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.

NANDYA, S.; SINGH,C.; DAS, K. K.; KINGMA, N. C.; KUSHWAHA, S. P. S. **Environmental vulnerability assessment of eco-development zone of Great Himalayan National Park, Himachal Pradesh, India.** Ecological Indicators, v. 57, p.182–195, 2015.

NICOLODI, J. L. Curso Sub Regional Andino- Cono Sur sobre **manejo integrado de agua y áreas costeras.Evaluación de la vulnerabilidad como instrumento para el ordenamiento territorial ambiental y el MIAAC.** 2011. (Oficina).

NORIEGA, C. E. et al. **Series Temporales de Variables Hidrobiológicas em un Estuario Tropical (Brasil).** Revista de Biología Marina y Oceanografía, v. 44, n. 1, p. 93-108, 2009.

OLIVEIRA, J. S. S. **Índices de Vegetação (Ndvi, Ivas, Iaf, Ndwi) Como Subsídio à Gestão do Uso e Ocupação do Solo na Zona de Amortecimento da Reserva Biológica de Saltinho, Pernambuco**. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. UFPE, Recife.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT- OECD. **Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews** – a synthesis report by the Group on the State of the Environment – Environmental Monographs nº83 - Paris OECD, 1993. 39 p.

OVIEDO, R. A. M.; CZERESNIA, D. **The concept of vulnerability and its biosocial nature**. Botucatu: Interface, v. 19, n.53, p.237-49, 2015.

PARRA, A.; ANGEL, J. D. R. **El colapso ambiental en el rio Patia, Colombia: Variaciones morfológicas y alteraciones en los ecosistemas de manglar**. Latin American Journal of Aquatic Research, v.42, n.1, p. 40-60, 2014.

PASSOS, M. M. **Para que Serve o GTP (Geosistema – Território – Paisagem)?** Revista Geográfica de América Central, Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica, II Semestre 2011. pp. 1-19.

PAZ, Y.M.; GOUVEIA, R. L.; GALVÍNCIO, J. D.; SOUZA, W. M. **Temporal variability of rainfall and environmental vulnerability of the northern part of the zona da mata and metropolitan region of Pernambuco**. Journal of Hyperspectral Remote Sensing v.6, n.1, p.22-35, 2016.

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, v. 29, n. 2, p.166-179, 2012

PERNAMBUCO. Lei 13. 787 de 08 de junho de 2009. **Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza – SEUC, no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/SEUC;2238;20091019.pdf> Acesso em: 04/11/2015.

_____. Agência Estadual do Meio Ambiente. **Atlas Ambiental do Estado de Pernambuco**. Agência Estadual de Meio Ambiente - CPRH; Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP, Recife, 2014. 205 p.

_____. Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH). **Unidades de Conservação – Unidades de Uso Sustentável**. 2014.156p.

PHILIPPI JR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Coleção Ambiental. Barueri: Ed. Manole, 2004.

PIATTO, L.; POLETTE, M. **Análise do Processo de Artificialização do Município de Balneário Camboriú, SC, Brasil.** Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management, v. 12, n. 1, p.79-90, 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 – USP, v. 23, p.4-26, 2012.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006. 462p.

PROAG, V. **The Concept of Vulnerability and Resilience.** Procedia Economics and Finance, v. 18, p. 369-376, 2014.

QUARTAROLI, C. F.; BATISTELLA, M. **Classificação de Imagens de Sensoriamento Remoto: tutorial básico.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006.50p.: II (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 56) ISSN 1806-3322.

QUIROGA-MARTINEZ, R. **Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe.** CEPAL - Serie Manuales No 61, Naciones Unidas, Chile, 2009. 129p.

REES, W. E. **Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: what urban economics leaves out.** Environmental and Urbanization, v. 4, n. 2, p. 121-131, 1992.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** Uberlândia: EDUFU, 1991. 134p.

ROSOLÉM, N. P.; ARCHELA, R. S. **Geossistema, Território e Paisagem como Método de Análise Geográfica.** VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

ROSS, J. L. S. **Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica para o Planejamento Ambiental.** Rev. do Departamento de Geografia, nº 9, FFLCH-USP - São Paulo, 1991.

ROSS, J. L. S.. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** Revista do Departamento de Geografia (USP), São Paulo, v. 08, p. 63-74, 1994.

ROSS, P. M. **Macrofaunal Loss and Microhabitat Destruction: the impact of trampling in a temperate mangrove forest, NSW Australia.** Wetlands Ecology and Management, v. 14, n. 2, p.167-184, 2006.

SAHOO, S ; DHAR, A.; KAR, A. **Environmental vulnerability assessment using Grey Analytic Hierarchy Process based model.** Environmental Impact Assessment Review, v.56, p.145(10), 2016.

SAITO, S. M. **Desastres Naturais:** conceitos básicos, 2008. Disponível em: < http://www.inpe.br/crs/crectalc/pdf/silvia_saito.pdf> Acesso em: 01/02/2015.

SÁNCHEZ, L. E.. **Avaliação de Impacto Ambiental:** Conceitos e Métodos. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 496p.

SANTANA, N. M. G. et al. **Distribuição Espaço Temporal do Ecossistema Manguezal no Estuário do rio Itapessoca – Goiana / PE.** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p. 6826 – 6835, 2011.

SANTOS, M. **O Retorno do Território.** En: OSAL : Observatorio Social de América Latina. Año 6 no. 16 (jun.2005-). Buenos Aires : CLACSO, 2005- . -- ISSN 1515-3282

SANTOS, R. F. **Vulnerabilidade Ambiental.** Brasília: MMA, 2007. 192 p.

SANTOS, J. O.; SOUZA, M. J. N. **Abordagem Geoambiental Aplicada à Análise da Vulnerabilidade e dos Riscos em Ambientes Urbanos.** Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia, v. 34, n. 2, p. 215-232, maio/ago. 2014.

SARANDÓN, S. J.; FLORES, C. C. **Evaluación de la Sustentabilidad em Agroecosistemas: una propuesta metodológica.** Agroecología, v. 9, p.19-28, 2009.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de Ecossistemas:** manguezal, marisma e apicum. São Paulo, 2002. 119p

SCHENINI, P. C.; COSTA, A. M.; CASARIN, V. W. **Unidades de Conservação:** aspectos históricos e a sua evolução. COBRAC: Florianópolis, p.1-7, 2004.

SCHUMANN, L. A.; MOURA, L. B. A. **Vulnerability synthetic indices:** a literature integrative review. Ciencia & Saude Coletiva, v.20, n.7, p.2105, 2015.

SEPÚLVEDA, S. S. **Biograma:** metodologia para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios, San José, C. R. : IICA, 2008. 132p.

SHAO, H.; LIU, M.; SHAO, Q.; SUN, X.; WU, J.; XIANG, Z.; YANG, W. **Research on eco-environmental vulnerability evaluation of the Anning River Basin in the upper reaches of the Yangtze River.** Environmental Earth Sciences, v. 72, n. 5, p.1555-1568, 2014.

SHIELDS, D.J.; SOLLAR, S. V.; MARTIN, W. E. **The Role of Values and Objectives in Communicating Indicators of Sustainability.** Ecological Indicators, v. 2, n. 1-2, p. 149-160, 2002.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E; ROMEIRO, A. **Índices Versus Indicadores:** Precisoões Conceituais na Discussão da Sustentabilidade de Países. Ambiente e Sociedade, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007.

SILVA, J. S.; OLIVEIRA, T. H.; TORRES, M. F. A.. **Utilização de imagens aéreas na análise temporal de ambientes impactados:** Estudo de caso - Estuário do rio Jaboatão - Pernambuco – Brasil. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 6257-6263, 2009.

SILVA, J. B.; GALVÍNCIO, J. D. ; CORREA, A. C. B. ; SILVA, D. G. ; MACHADO, C. C. C. . **Geomorphologic Classification of Estuaries of the State of Pernambuco (Brazil) Based on Landsat 5 TM Images.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 4, p. 118-133, 2011.

SILVA, E. **Projeto Novo Recife:** o caos disfarçado de moderno. Acerto de Contas, p.1-2, 2012.

SILVA, J. B. **Sensoriamento Remoto Aplicado ao Estudo do Ecossistema Manguezal em Pernambuco**. 2012. 188f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife.

SILVEIRA, K. A. **Conflitos Socioambientais e Participação Social no Complexo Industrial de Suape, Pernambuco**. 2010. 112f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Pernambuco. UFPE. Recife.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma Teoria de Classificação de Geossistemas de Vida Terrestre**. Série Biogeografia nº 14, IG, USP, São Paulo, 1978.

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**. Eng Sanit Ambient, v.19, n.1. jan/mar, p. 11-22, 2014.

STERLACCHINI, S. **Vulnerability Assessment: concepts, definitivos and methods**. Milan: Institute for the Dynamic os Environmental Processes, 2011. 83p

TAVARES, P. F.; COELHO JUNIOR, C. **Uma Abordagem Sobre a Perda de Áreas de Manguezal pelas Leis Autorizativas no Estado de Pernambuco**. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador/BA – 25 a 28/11/2013.

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.

TORRESAN, F. E.; LORANDI, R. **A Methodological Proposal for Quantifying Environmental Compensation Through the Spatial Analysis of Vulnerability Indicators**. Braz. arch. biol. technol. v.51 n.3: p.635-646, May/June, 2008.

TORO, J.; DUARTE, O.; REQUENA, I.; ZAMORANO, M. **Determining Vulnerability Importance in Environmental Impact Assessment: the case of Colombia**. Enviromental Impact Assessment Review. v. 32, n. 1, p.107-117, 2012.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE / SUPREN, 1977. 91p.
TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. **Geossistemas**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, v. 05, n. 10, 2006.

TROPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. Rio Claro: Divisa, 2008. 227p.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Human Development Report 1994**. New York: Oxford University Press, 1994. 136p.

VAL, S. S. **A Metrópole Brasileira**: Origens e Perspectiva. *Perspectiva Sociológica*, v. 03, p. 01-12, 2010.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade** - um levantamento dos principais sistemas de avaliação. *Cadernos EBAPE.BR*, v.2, n.1, p.1-14, 2004.

VANNUCCI, M. **Os Manguezais e nós**: Uma síntese de percepções. São Paulo: Edusp, 1999. 253p.

VARNES, D. L. **Landslide Hazard Zonation**: a review of principles and practice. Paris: Dantier, 1984. 60p.

VIEIRA, L. P. **As Análises Ambientais na Geografia**: o sistema GTP e suas possibilidades. 2011. Disponível em <<http://www.uesb.br/eventos/ebg/anais/4i.pdf>>. Acesso em 09 de março de 2016.

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*, v.29, n. 3, 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 Geografica*, v. 15, p. 36, 2013.

WANG, X. D.; ZHONG, X. H.; LIU, S. Z.; LIU, J. G.; WANG, Z. Y./ LI, M. H. **Regional assessment of environmental vulnerability in the Tibetan Plateau**: Development and application of a new method. *Journal of Arid Environments*, v. 72, p.1929–1939, 2008.

WISNER, B.; BLAICKIE, P.; CANNON, T.; DAVES, I. **At Risk**: natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2 ed. UNPD, 2003. 134p.

WYATT, B.K.; BILLINGTON, C.; DE BIE, K.; DE LEEUW, J.; GREATORREX-DAVIES, N.; LUXMOORE, R. **Guidelines for Land Use And Land Cover Description And Classification**. ITE/WCMC/ITC/UNEP/FAO Internal Working Document, 1998.110p.

YANG, G.; ZHENGHONG, C. **RS-based fuzzy multiattribute assessment of eco-environmental vulnerability in the source area of the Lishui River of northwest Hunan Province, China**. Natural Hazards, v.78, n.2, p.1145-1161, 2015.

YOO, G.; KIM, A. R.; HADI, S. **A methodology to assess environmental vulnerability in a coastal city: Application to Jakarta, Indonesia**. Ocean & Coastal Management v.102, p.169-177, 2014.

ZANELLA, M. E.; DANTAS, E. W. C.; OLÍMPIO, J. L. **A vulnerabilidade natural e ambiental do município de Fortaleza/CE**. B. Goiano Geogr. Goiânia, v. 31, n. 2, p. 13-27, jul./dez. 2011.