



Mapeamento das Áreas de Vulnerabilidade Ambiental e Natural do Município de Tibau-RN
Mapping of the Areas of Environmental and Natural Vulnerability of the Municipality of Tibau-RN

Débora Nogueira Lopes; Alfredo Marcelo Grigio & Maykon Targino da Silva

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, Campus Universitário Central, Rua Professor Antônio Campos, s/n, BR 110, km 48, Bairro Costa e Silva, Mossoró, RN, Brasil.

E-mails: deboranogueira@hotmail.com.br; alfredogrigio1970@gmail.com; maykontargino@hotmail.com

Recebido em: 18/01/2018 Aprovado em: 06/03/2018

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_1_80_88

Resumo

As atividades desenvolvidas em uma parcela do solo podem trazer riscos e gerar danos inconvenientes para as propriedades vizinhas, daí a necessidade de conhecimento dos processos que operam em uma região. Hoje a zona litorânea pode ser definida como uma zona de múltiplos usos, com variadas formas de ocupação do solo: industrialização e urbanização, crescimento urbano, favelização e casas de veraneio circunscrevem o processo de ocupação da zona costeira do Brasil. E é nesse contexto ambiental que está inserida a área de estudo, o Município de Tibau, localizado no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, na qual ocorreram os estudos integrados sobre a paisagem buscando reconhecer a sua estrutura e a dinâmica. Contribuindo para a percepção das relações entre homem e o meio, tendo em vista, principalmente, a ação de planejamento buscando analisar o meio ambiente na sua forma mais ampla, isto é, focar na análise das estruturas dos ambientes naturais e sociais, com vista a avaliar suas vulnerabilidades natural e ambiental.

Palavras-chaves: Zona litorânea; dinâmica; vulnerabilidade

Abstract

The activities developed in a portion of the soil can bring risks and generate inconvenient damages to neighboring properties, hence the need to know the processes that operate in a region. Today, the coastal zone can be defined as a multi-use zone, with various forms of land occupation: industrialization and urbanization, favela and summer houses circumscribe the process of occupation of the coastal zone of Brazil. It is in this environmental context that the study area, Tibau Municipality, located on the northern coast of the state of Rio Grande do Norte, is located, where integrated studies on the landscape have taken place, aiming to recognize its structure and dynamics. Contributing to the Perception of the relations between man and the environment, mainly considering the action of planning seeking to analyze the environment in its broadest form, that is, to focus on the analysis of the structures of natural and social environments, with a view to assess their vulnerabilities Natural and environmental.

Keywords: Coastal zone; dynamic; vulnerability

1 Introdução

A premissa básica utilizada tanto por planejadores como por legisladores para o controle do uso da terra, é que as atividades desenvolvidas em uma parcela do solo podem trazer riscos e gerar danos inconvenientes para as propriedades vizinhas. Para tanto, a metodologia de análise ambiental que subsidia o planejamento ambiental deve permitir o conhecimento e o mapeamento da estrutura da paisagem (materiais e recursos – geologia, pedologia, geomorfologia, vegetação, etc.), assim como, o conhecimento dos processos que operam em uma região (ou ecossistemas dentro de uma região), das funções dos diversos compartimentos ambientais e dos riscos a que estão submetidos, para poder auxiliar na tomada de decisão sobre as melhores formas de uso da área sobre planejamento na perspectiva da sustentabilidade ambiental (Pires & Santos, 1996).

É importante observar que a avaliação dos danos, ou das consequências, depende intrinsecamente do grau ou nível de vulnerabilidade dos elementos que estão em risco e que podem ser impactados. A ONU (Organização das Nações Unidas) considera:

“Vulnerabilidade como o conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, os quais determinam quanto uma comunidade ou elemento em risco estão suscetíveis ao impacto dos eventos perigosos. Compreende, assim, tanto aspectos físicos, como fatores humanos, tais como, econômicos, sociais, políticos, técnicos, ideológicos, culturais, educacionais, ecológicos e institucionais.” (ONU, 2004, p. 348).

Neste sentido, a vulnerabilidade natural pretende exibir a fragilidade desses ambientes considerando os fatores geologia, geomorfologia, solos e vegetação (Grigio, 2003, 2004, 2008). A vulnerabilidade ambiental busca demonstrar a maior ou menor suscetibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer (Tagliani, 2003)

Assim, o planejamento territorial é um importante instrumento na busca do desenvolvimento harmônico dos municípios, pois através dele pode-se

definir previamente qual o melhor modo de ocupar o território de um município ou região, prevendo os pontos onde se localizarão as atividades, e todos os usos do espaço, presentes e futuros (Meurer & Vieira, 2010).

É nesse contexto ambiental e turístico em que está inserida a área de estudo, o Município de Tibau, localizado no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte, na qual ocorreram os estudos integrados sobre a paisagem buscando reconhecer a estrutura e a dinâmica, colaborando no entendimento das relações entre homem e o meio tendo em vista, principalmente, a ação de planejamento buscando analisar o meio ambiente na sua forma mais ampla. Isto é, focar a análise nos componentes ambientais naturais e nos ambientais humanos (antrópicos) com vista a produzir informações e/ou indicadores, as suas potencialidades de uso, além de limitações, vulnerabilidades naturais, vulnerabilidades ambientais e fragilidades naturais, bem como os riscos, que poderão ajudar as autoridades competentes e aos demais interessados a desenvolverem leis, planos, projetos e programas que buscam a melhoria da qualidade ambiental da localidade.

2 Caracterização e Localização da Área de Estudo

O município de Tibau (Figura 1) com uma área de 169,50 km² (equivalente a 0,32% da superfície estadual) pertence à Mesorregião do Oeste Potiguar e à Microrregião de Mossoró no Estado do Rio Grande do Norte, pertencente ao Polo Costa Branca, distando 323 km da capital do Estado, Natal. Limita-se a norte com os municípios de Icapuí e Aracati, pertencentes ao Estado do Ceará, a sul com Mossoró, a leste com Grossos e novamente Ceará e Mossoró a oeste, além de ser banhado pelo Oceano Atlântico (IDEMA, 2008).

Área do município abrange terrenos da Formação Jandaíra que é uma sequência de sedimentos carbonáticos de idade eoturoniana-eocampaniana, que se caracteriza pela predominância de carbonatos marinhos (Tibania & Terra, 1981). Do Grupo Barreiras, segundo Lima (2008), foi depositado entre aproximadamente, 17 e 22 Ma, caracterizado por arenitos inconsolidados e siltitos com intercalações de argilas variadas, arenitos caulínicos e läreritas, que formam espessos solos arenosos de coloração avermelhada (Maia, 2012).

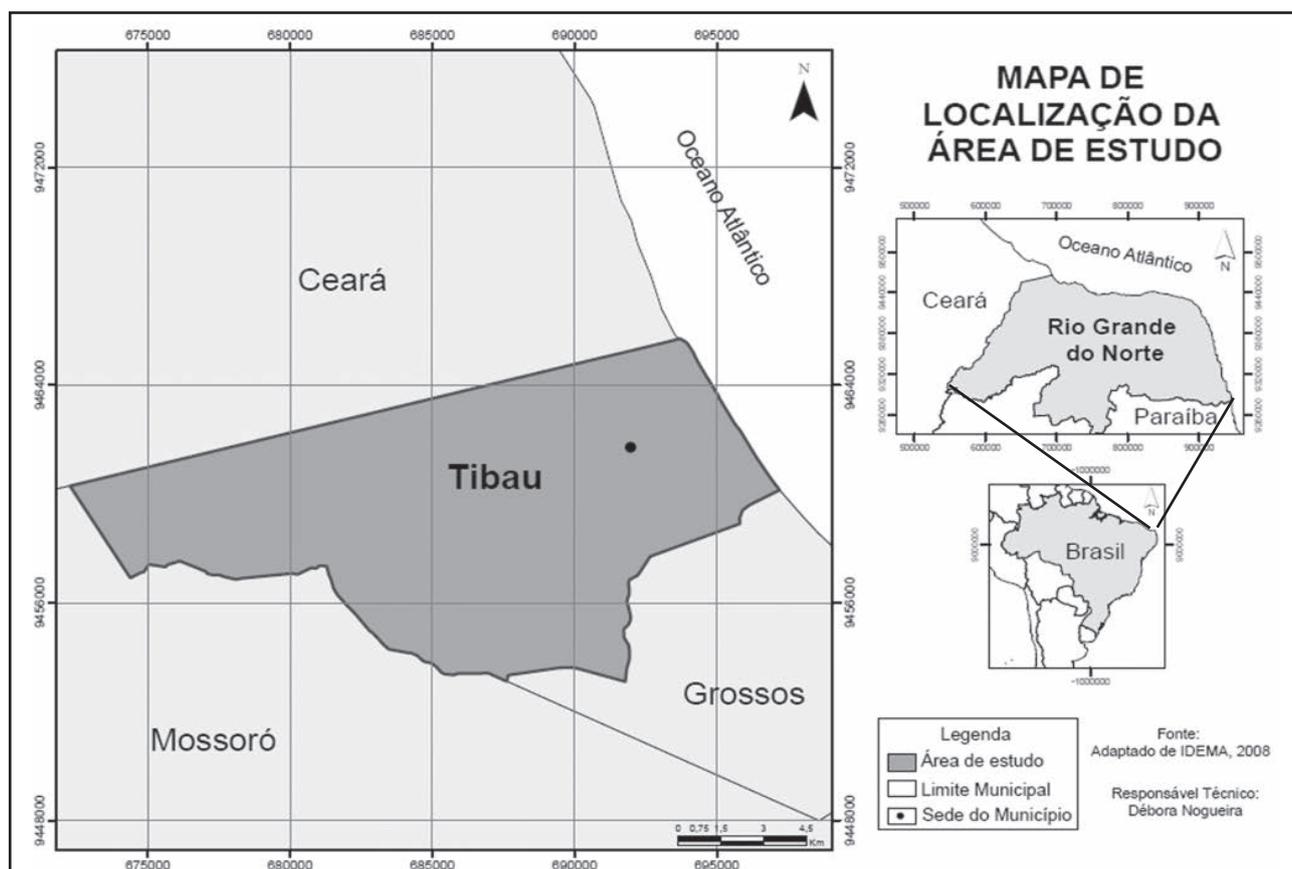


Figura 1 Mapa de localização da área de estudo dentro do contexto regional e nacional (adaptado de IDEMA, 2008).

Na zona costeira, recobrimo o Grupo Barreiras, estão às dunas móveis, depósitos de origem marinha remodelados por ventos. Geologicamente estão caracterizadas como Depósitos de Praias formados por areias finas a grossas, com níveis de cascalho, associadas às praias atuais e dunas móveis; arenitos e conglomerados com cimento carbonático, definindo cordões de *beachrocks*, completando o último grupo da sequência estratigráfica (Silva & Nogueira, 1995).

Os estudos geomorfológicos realizados por RADAMBRASIL (Brasil, 1981) demonstram que no município de Tibau prevalecem áreas planas com suaves ondulações, marcados pelos sedimentos do Grupo Barreiras, com cotas máximas em torno de 20 m, quebrando a monótona morfologia plana causada pelos sedimentos recentes e calcários.

O município apresenta quatro classes geomorfológicas: 149 km² de Tabuleiro, 4,2 km² de Campo de Dunas, 0,2 km² de Zona intermaré (Praia) e 0,04 km² de Planície interdunar.

A caracterização dos solos dessa região baseou-se no mapeamento dos solos do RADAMBRASIL (Brasil, 1981), a qual apresenta basicamente dois tipos de solos: os Neossolos Quartzarênicos que são solos originados de depósitos arenosos, apresentando textura areia ou areia franca ao longo de pelo menos 2 m de profundidade. Em maior porção o Latossolos vermelho amarelo, com fertilidade média a alta, textura média, fortemente drenada, característico do relevo plano da região.

A Vegetação predominante no município estudado é característica de clima semiárido, quente do tipo Bsh na classificação climática de Köppen-Geiger (1928), prevalecendo na região a caatinga hiperxerófila, típica do semiárido nordestino, que constitui uma vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo e espalhado. Entre outras espécies, destacam-se, segundo IDEMA (2007), *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta), *Combretum leprosum* (mufumbo), *Cnidocolus quercifolius* (faveleiro), *Croton*

sonderianus (marmeleiro), *Pilosocereus polygonus* (xique-xique) e o *Pilosocereus pachycladus* (facheiro). Ainda estão presentes a caatinga arbustiva-arbórea e áreas de caatinga antropizada.

Já na área litorânea, localiza-se a Vegetação do Complexo Litorâneo, ou seja, fitofisionomias localizadas sobre tabuleiros pré-litorâneos, dunas fixas, semi-fixas e móveis sob regime de elevada mobilidade dos sedimentos arenosos e extrema radiação solar, vegetação de pós-praia sujeita à influência marinha e ao excesso de sal, e várzeas de lagoas (Figueiredo, 1997).

O município de Tibau no decorrer dos anos vem passando por um processo de ocupação ao longo da faixa litorânea, contando com 1011 residências (IBGE, 2010) concentradas na sua grande maioria na porção urbana a Norte do município que apresenta uma área de aproximadamente 5 km². Outra área que tem passado pelo processo de crescimento é a região Oeste do município com a instalação de áreas agrícolas heterogêneas.

3 Metodologia

A primeira etapa consistiu na utilização da base de dados da CPRM, Embrapa e na aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise de produtos de sensoriamento remoto do USGS (imagens Landsat 8 – OLI sensor, 216-63 de Junho de 2016, com resolução de 15 m no Pancromático e 30 m no Multiespectral) para a distinção e individualização de unidades de paisagem, culminando na elaboração de mapas temáticos.

Levou-se em consideração que os itens criados fossem compatíveis com a escala; utilizou-se a legenda de cobertura dos solos do IBGE (2013), Nível II, com modificações baseadas nas características da área de estudo, que resultaram nos seguintes mapas: Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso e ocupação.

A segunda etapa constituiu no cruzamento dos mapas de geologia, geomorfologia, associações de solo - a partir da estabilidade em relação à morfogênese e à pedogênese (Tricart, 1977), e vegetação, a partir da estrutura das redes e teias alimentares, o estágio de fitossucessão e a biodiversidade

(Grigio, 2003, 2004, 2008), resultando no mapa de vulnerabilidade natural.

As classes temáticas identificadas em cada mapa que foi utilizado na confecção do mapa de vulnerabilidade natural receberam valores numéricos baseando-se no conceito de estabilidade, fundamentado na análise ecodinâmica de Tricart (1977), na qual, estabeleceu um modelo com classes de vulnerabilidade à erosão, distribuídas entre as situações de predomínio dos processos de pedogênese (aos quais se atribuem valores próximos de 1,0), passando por situações intermediárias (às quais se atribuem valores ao redor de 2,0) e situações de predomínio erosivos modificadores da forma do relevo e morfogênese (as quais se atribuem valores próximos de 3,0).

Os graus de vulnerabilidade estipulados para cada classe temática foram distribuídos no Quadro 1 em uma escala de 1,0 a 3,0, com intervalo de 0,5, onde, no valor 1,0 prevalece a pedogênese, no 2,0 um equilíbrio entre pedogênese e morfogênese, e no 3,0 prevalece a morfogênese. Este critério foi utilizado para os mapas de geomorfologia, de geologia e de associação de solos. Para o caso do mapa de vegetação o critério estabelecido foi: 1,0 para ambientes com baixa diversidade de espécies/formações incipientes, normalmente de pioneiras; 2,0 para ambientes com média diversidade de espécies, correspondendo a formações em estágio intermediário; e por último, 3,0 para formações em estágio avançado-clímax, isto é, com alta diversidade de espécies (Grigio, 2003, 2004, 2008).

Na terceira etapa, para a obtenção do mapa de vulnerabilidade ambiental foram realizados os cruzamentos entre o mapa de geomorfologia, geologia, vegetação, solos e associações de solos e o mapa de uso e ocupação do solo do ano de 2016 do município.

Na tentativa de se obter um mapa de vulnerabilidade ambiental que represente mais fielmente as peculiaridades da área de estudo, foi aplicado o método de ponderação de fatores, que permite a possibilidade de compensação entre os fatores através de um conjunto de pesos que indicam a importância relativa de cada fator. Os pesos de compensação indicam a importância de qualquer fator em relação aos demais (Grigio, 2003, 2004, 2008).

$$VA = (\text{Geom}) \times 0,2 + (\text{Geo}) \times 0,1 + (\text{Solos}) \times 0,1 + (\text{Veg}) \times 0,1 + (\text{Uso}) \times 0,5$$

Onde VA= Vulnerabilidade Ambiental; Geom= Mapa Geomorfológico; Geo= Mapa Geológico; Solos= Mapa de unidades do solo; Veg= Mapa de Vegetação; e Uso= Mapa de Uso e ocupação (Tabela 1).

Mapa Temático/ Classe	Grau de Vulnerabilidade
Geologia	
Formação Jandaíra	1,5
Formação Barreiras	2,0
Dunas Fixas	2,0
Dunas Móveis	3,0
Depósitos de Lagoas	2,5
Depósitos de Sedimento de Praia Recente	3,0
Geomorfologia	
Tabuleiro	1,0
Planície Interdunar	2,0
Campo de Dunas	2,5
Zona Intermaré (praia)	3,0
Depósitos de Sedimento de Praia Recente	3,0
Solos	
Neossolos Quartzarênicos	2,0
Latossolo Vermelho-Amarelo	1,0
Vegetação	
Caatinga Mais Densa	2,5
Caatinga Menos Densa	2,0
Vegetação do Complexo Litorâneo	3,0
Área Agrícola Temporário	1,5
Área Agrícola Permanente	1,0
Sem Vegetação	1,0
Uso/Ocupação	
Caatinga Mais Densa	1,0
Caatinga Menos Densa	1,5
Área Agrícola Temporária	2,5
Área Agrícola Permanente	3,0
Área Urbana	3,0
Complexo Litorâneo	1,0
Praia Área de Lazer	1,0
Corpo d'Água	1,0

Tabela 1 Grau de vulnerabilidade de cada classe.

O cruzamento dos mapas foi realizado utilizando-se do módulo *Geoprocessing Wizard* do

software ArcGis® 10.1 (Esri, 2011), disponibilizado pelo NESAT/UERN, que possibilita o cruzamento entre dois mapas. Primeiramente foi realizado o cruzamento entre os mapas de geomorfologia e de geologia, posteriormente entre os mapas de associação de solos e de vegetação. Na sequência, foram cruzados os dois mapas, resultado dos cruzamentos anteriores e calculado a média aritmética dos valores de vulnerabilidade de cada classe.

Após os cruzamentos dos mapas e o cálculo da média aritmética dos valores de vulnerabilidades de cada classe, chegou-se ao seguinte quadro, com seis classes de vulnerabilidade (Grigio, 2003; Tabela 2):

Classes de Vulnerabilidade	Grau de Vulnerabilidade
Sem classificação	Menor ou igual a 0,9
Muita baixa	De 1,0 a 1,3
Baixa	De 1,4 a 1,7
Média	De 1,8 a 2,2
Alta	De 2,3 a 2,5
Muito alta	Maior ou igual a 2,6

Tabela 2 Classes e graus de vulnerabilidades.

4 Resultados e Discussão

Com base na análise de forma integrada, dos condicionantes do meio físico, e dos elementos naturais associados às características do meio antrópico foi possível produzir os mapas de vulnerabilidade natural e ambiental que irão subsidiar o entendimento da dinâmica do ambiente natural com ou sem interferências antrópicas.

4.1 Vulnerabilidade Natural

Nos dados da Tabela 3, têm-se 6 classes de Vulnerabilidade Natural, onde a Classe de Vulnerabilidade Sem classificação obteve 9,4%, equivalendo a 16 km². A Classe de Vulnerabilidade Muito Baixa foi a que alcançou a maior área vulnerável, com 82,6 km² equivalendo a 48,7%, que corresponde aos Tabuleiros da Formação Barreiras, com áreas da Formação Jandaíra, foi identificado Latossolos Vermelho Amarelo, recobertos pela Caatinga, e por todas as áreas agrícolas (Permanentes e Temporárias) do município, além de áreas caracterizadas sem vegetação (Tabela 3).

Vulnerabilidade Natural		
Classes de Vulnerabilidade	Área (km ²)	(%)
Sem classificação	16,0	9,4
Muita baixa	82,6	48,7
Baixa	66,4	39,2
Média	1,9	1,1
Alta	2,3	1,4
Muito Alta	0,3	0,2

Tabela 3 Vulnerabilidade Natural do município de Tibau-RN.

A Classe Baixa representa uma área de 66,4 km², constituída pela Formação Barreiras, com uma pequena porção da Formação Jandaíra, formando uma geomorfologia característica de Tabuleiros. Está recoberta pelo solo Latossolo Vermelho Amarelo, e em áreas pela vegetação do complexo litorâneo e pela caatinga.

Com uma área de 2,3 km², a Classe Alta, abrange todo o campo de dunas fixas, com Neossolos

Quartzarênicos, recobertos pela Vegetação do Complexo Litorâneo.

A Classe Média apresentou uma área de 1,9 km², correspondendo as áreas geomorfologicamente caracterizadas como Campo de Dunas Fixas, sem recobrimento algum de vegetação.

Já a Classe Muito Alta engloba toda a faixa de praia, onde são depositados os Sedimentos de Praia Recente, bem como a pequena extensão de Dunas Móveis mapeado no município, caracterizados por Neossolos Quartzarênicos em uma área de Vegetação do Complexo Litorâneo.

O fato é que as áreas caracterizadas com um maior índice de vulnerabilidade são aquelas áreas que naturalmente já apresentam uma dinâmica muito elevada, que estão mais próximas à faixa litorânea e que sofrem uma constante deposição e transporte de sedimentos, devido principalmente à ação dos ventos da região que, segundo Amaro (2008) e Alves (2003), no estudo sobre a morfodinâmica costeira

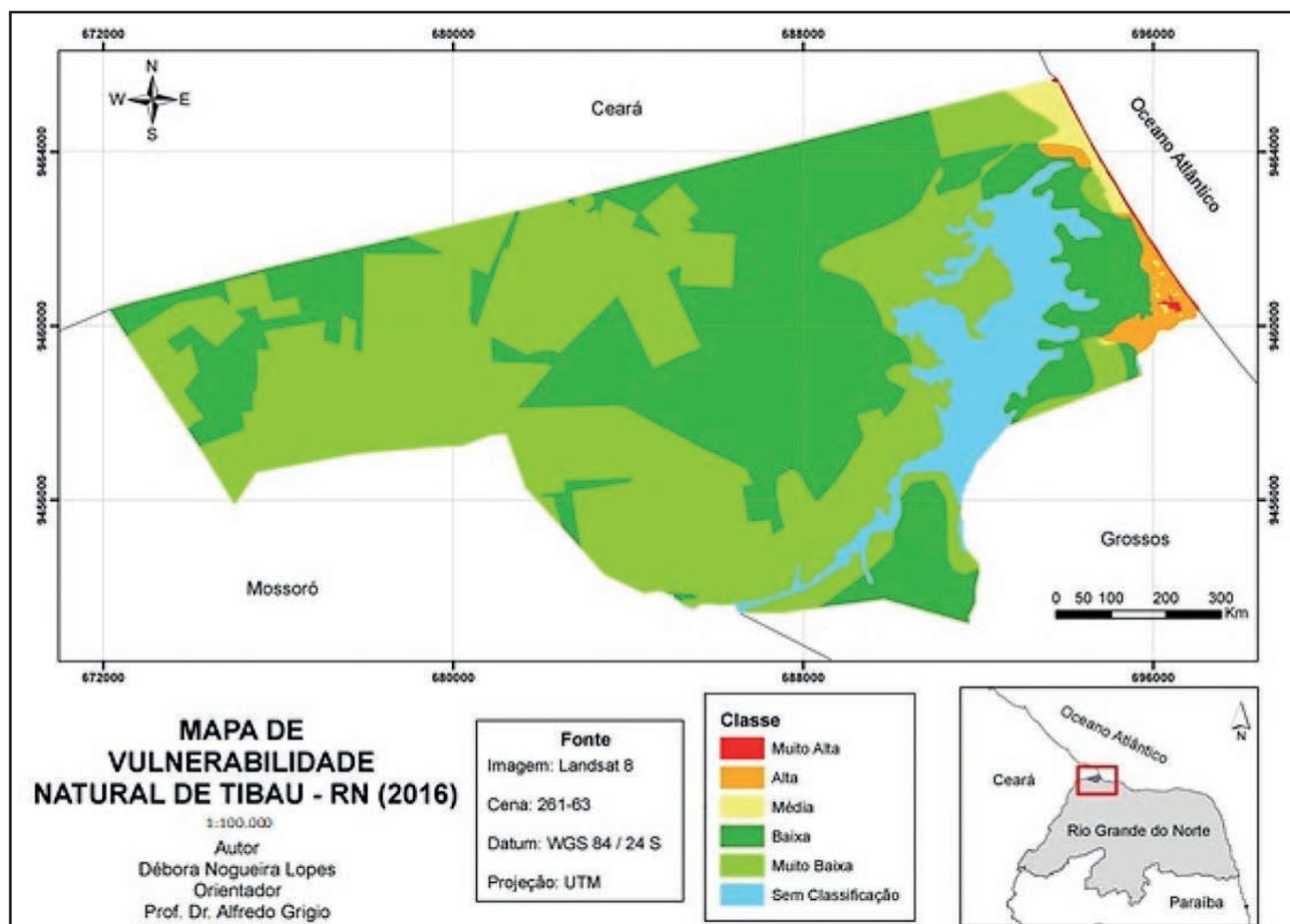


Figura 2 Mapa de Vulnerabilidade Natural do Município de Tibau-RN do ano de 2016 na escala 1:100.000.

da região, no verão há uma tendência de orientação EW e ENE, onde seu papel não está apenas restrito à geração das ondas, mas também à secagem de sedimentos costeiros (depositados pela ação de ondas), possibilitando o processo de transporte sedimentar eólico.

No contexto regional, essa intensa dinâmica formada não só pela ação dos ventos, mas também pelas ondas e correntes de marés, mostra-se uma forte tendência erosiva predominante sobre o deposicional na área estudada (Figura 2).

4.2 Vulnerabilidade Ambiental

A classe de Vulnerabilidade Média foi a que apresentou um maior somatório de áreas do município, com 64 km², correspondendo às áreas que apresentaram maior antropização do município, que foram as porções agrícolas e a área urbana, além da pequena parcela de dunas móveis encontradas (Tabela 4).

Vulnerabilidade Ambiental		
Classes de Vulnerabilidade	Área (km ²)	(%)
Sem classificação	16,0	9,4
Muita baixa	28,2	16,6
Baixa	59,5	35,1
Média	64,0	37,8
Alta	1,8	1,1
Muito Alta	0,0	0,0

Tabela 4 Vulnerabilidade Ambiental do município de Tibau-RN.

Em segundo lugar na classificação, tem-se a Classe de Vulnerabilidade Baixa, com um total de 59,5 km², estabelecidos em terrenos Tabuleiros da Formação Barreiras e uma parcela geológica da Formação Jandaíra, recobertos por Latossolos Vermelho Amarelo, com a Caatinga menos Densa como vegetação predominante e um fragmento da Vegetação do Complexo Litorâneo, no campo de Dunas.

Com 16,6%, equivalendo a 28,2 km², mapearam-se as áreas com Vulnerabilidade Ambiental Muito Baixa, localizadas na região com uma caatinga mais densa e de Vegetação do complexo Litorâneo, nos tabuleiros da Formação Barreiras, e em parcelas da Formação Jandaíra.

À menor porção vulnerável foi a de Classificação Alta, com uma área de 1,8 km², que se enquadra no campo de dunas fixas em uma área sem vegetação, referindo-se à extensão urbana do Município de Tibau.

Já a Classe sem Classificação corresponde ao corpo d'água da área estudada como representado na Figura 3.

Qualificaram-se os usos e os processos de ocupação que tivessem destaque na dinâmica da paisagem e que representassem alterações visuais na superfície da terra. A localização litorânea qualifica-se como uma situação geográfica singular cujas potencialidades vêm se convertendo num processo de ocupação em ritmo cada vez mais acelerado em virtude do processo de desenvolvimento relacionado principalmente à urbanização e, mais recentemente, à exploração turística (Dantas, 2002).

Ao considerar os fatores biofísicos do ambiente e sua relação com a dinâmica geográfica, é possível observar que o Tibau vem passando por um processo de ocupação e expansão da área urbana, em locais extremamente vulneráveis, como é caso de residências localizadas próximo à linha de costa, sob Dunas Fixas. Segundo, Barbosa (2008), as dunas são importantes indicadores de variações ambientais, compondo elementos essenciais para a percepção dos processos geomorfológicos e alterações climáticas. Contudo a ocupação humana sobre, defronte ou adjacente aos campos de dunas arenosas pode amplificar problemas ambientais relacionados com a erosão costeira.

Outro ponto a ser abordado no uso e ocupação dos terrenos, é a implementação de grandes empresas de produção agrícola na região, por apresentar condições ideais para o cultivo de fruticulturas irrigadas, o que tem contribuído para o desenvolvimento socioeconômico, além do desenvolvimento de agroindústrias.

A situação da geração de emprego e renda na região por parte dessas empresas não fortalece o tecido social municipal, devido ao caráter temporário da mão-de-obra, onde os empregados, na sua maioria, estabelecem com as empresas um contrato temporário de trabalho, cuja duração corresponde ao período da safra, como no caso do melão, o que leva à discussão quanto a relação da fruticultura com os aspectos socioeconômicos.

Uma das preocupações nessa atividade é como estão sendo manejadas as terras destinadas ao cultivo. Pois, se trabalhadas em desacordo com as determinações impostas pela legislação ambiental de Lei 6.938/81 (Brasil, 1981) que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, de trabalhar de modo produtivo e sustentável, podem ocasionar diversos impactos, desde a queda de produção, tornando as terras improdutivas, desde o comprometimento ambiental do entorno, com erosão, redução da biodiversidade, até salinização dos solos. Daí a necessidade de algumas ferramentas que minimizem as consequências adversas e que interliguem a preservação ambiental com a produção agrícola, seja ela uma produção permanente ou temporária.

5 Considerações Finais

Através das condições e das formas de uso e ocupação dos recursos naturais, foi possível a

caracterização e o estudo da dinâmica geoambiental, permitindo identificar as áreas de riscos e classificar as vulnerabilidades provenientes de determinadas atividades no município de Tibau.

Existe uma relação direta entre as áreas de maior vulnerabilidade e as áreas costeiras, por se tratar de ambiente com intensa dinâmica, traduzindo-se numa constante evolução destas áreas. Um dos principais responsáveis pela alteração nesse processo natural é a especulação imobiliária que esta em franca expansão sobre os campos dunares, desrespeitando dispositivos legais que regem seu uso.

Nesse cenário, o estudo realizado busca suprir determinadas informações que possam ser utilizadas posteriormente em planejamentos e zoneamentos ambientais locais e na gestão ambiental do município, de modo a promover e maximizar a qualidade e crescimento de vida da população, bem como a manutenção dos processos naturais e da diversidade

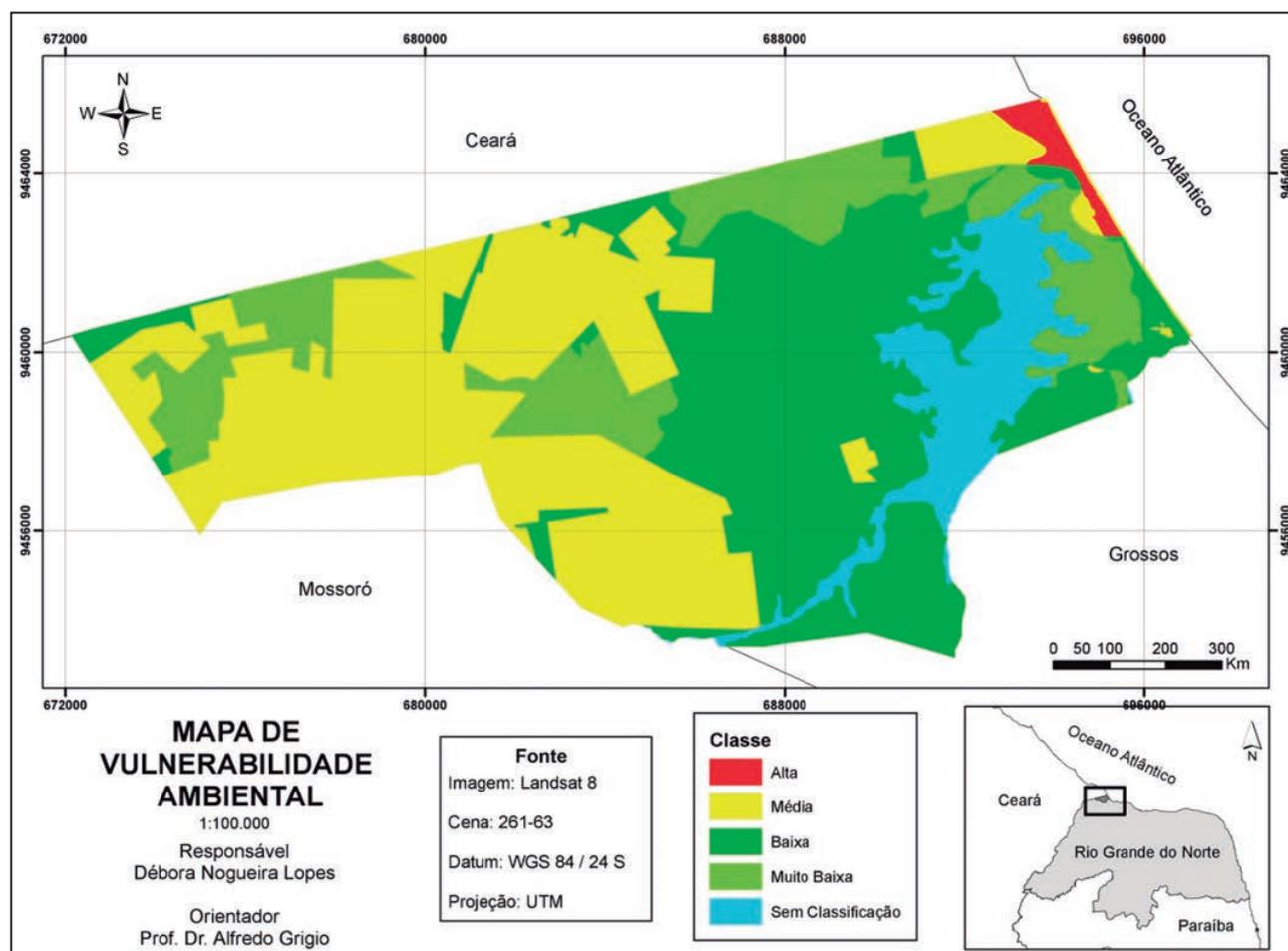


Figura 3 Mapa de Vulnerabilidade Ambiental do Município de Tibau-RN do ano de 2016 na escala 1:100.000.

biológica local e, sobretudo no desenvolvimento de políticas públicas baseados nas áreas vulneráveis naturalmente e ambientalmente.

6 Referências

- Alves, A.L.; Amaro, V.E. & Vital, H. 2003. Application of remote sensing for monitoring and evaluation of coastal morphodynamic on the northeastern coast of Brazil: the Açú River Mouth Example. *Journal of Coastal Research*, 35: 279-283.
- Amaro, V.E. & Araujo, A.B. 2008. Análise Multitemporal da Morfodinâmica da Região Costeira Setentrional do Nordeste do Brasil Entre os Municípios de Grossos e Tibau, Estado do Rio Grande do Norte. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 2008: 77-100.
- Barbosa, L.M. 2008. Métodos de abordagem sobre sistemas eólicos em ambientes do Brasil. In: NUNES, J.O.R & ROCHA, P.C. (Orgs.), *Geomorfologia: aplicação e metodologias*. São Paulo, Expressão Popular, p. 57-76.
- Brasil. 1981. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro, RADAMBRASIL.
- Brasil. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Rio de Janeiro, IBGE.
- Brasil. 2013. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro, IBGE, 171p.
- Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Areia Quartzosa / Neossolo Quartzarênico. EMBRAPA. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_2_10112005101955.html>. Acesso em: 24 mar. 2017.
- Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- Dantas, E.W.C. 2002. *Mar à vista: estudo da maritimidade em Fortaleza*. Fortaleza, Museu do Ceará/Secretaria da Cultura e Desporto do Ceará.
- Esri. Environmental Systems Research Institute. 2011. Software ArcGIS Desktop, License Type Arcinfo, version 10.1.
- Figueiredo, M.A. 1997. A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitocológicas). In: Ceará (Ed.), *Atlas do Ceará*. Fortaleza, IPLANCE, p. 28-29.
- Grigio, A.M. 2003. *Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guimarães (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera*. Programa de Pós-graduação em Geodinâmica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Dissertação de Mestrado, 222p.
- Grigio, A.M.; Souto, M.V.S.; Castro, A.F.; Amaro, V.E.; Vital, H. & Diodato, M.A. 2004. Use of remote sensing and geographical information system in the determination of the natural and environmental vulnerability of the Municipal District of Guimarães - Rio Grande do Norte - Northeast of Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39: 1427-1431.
- Grigio, A.M. 2008. *Evolução da paisagem do baixo curso do rio Piranhas-Assu (1988-2024): Uso de autômatos celulares em modelo dinâmico espacial para simulação de cenários futuros*. Programa de Pós-graduação em Geodinâmica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Tese de Doutorado, 217p.
- IDEMA. 2008. Instituto de Desenvolvimento Econômico e do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Perfil do seu município: Tibau. Natal, RN.
- Koppen, W. & Geiger, R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.
- Lima, M.G. 2008. *A história do Intemperismo na província Borborema Oriental, Nordeste do Brasil: Implicações Paleoclimáticas e Tectônicas*. Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Tese de Doutorado, 251p.
- Maia, R.P. 2012. *Geomorfologia e Neotectônica no Vale do Rio Apodi - Mossoró RN*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 218p.
- Meurer, F. & Vieira, G.F. 2010. Plano Diretor para Municípios de Pequeno Porte: a experiência do plano diretor regional participativo da AMAVI. In: PPLA 2010: SEMINÁRIO POLÍTICA E PLANEJAMENTO, 2, 2010, Curitiba, Anais.
- ONU (Organização das Nações Unidas). 2004. *Living with risk: A global review of disaster reduction initiatives*. Geneve, Inter-agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction, 398p.
- Paese, J. 1997. *O desemprego no mundo do trabalho: estudo das trajetórias de desempregados no mercado de trabalho*. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 208p.
- Paranhos Filho, A.C. 2000. *Análise Geo-Ambiental Multitemporal: O estudo de caso da Região de Coxim e Bacia do Taquarizinho*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná, Tese de Doutorado, 213p.
- Pires, J.S.R. & Santos, J.E. 1996. Preliminary analysis of environmental impacts applied to a rural area of São Paulo State (Luiz Antônio, SP, Brazil). *International Association for Impact Assessment*, II: 969-974.
- Rio Grande de Norte. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. Perfil do Município: Tibau. IDEMA, 2008. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC00000000013807.PDF>>. Acesso em: 23 mar. 2017.
- Silva, R.L.C. & Nogueira, A.M.B. 1995. Estratigrafia da Porção Emersa da Costa do Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO SOBRE PROCESSOS SEDIMENTARES E PROBLEMAS AMBIENTAIS NA ZONA COSTEIRA DO NORDESTE DO BRASIL, 1, 1995, Recife, Anais, UFPE, p. 144-147.
- Tagliani, C.R.A. 2003. Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informação. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 2003, Belo Horizonte. Anais, São José dos Campos, INPE, p. 1657-1664.
- Tibanía, P. & Terra, G.J.S. 1981. Sequências carbonáticas do Cretáceo na Bacia Potiguar. *Boletim Técnico da Petrobrás*, 24: 174-183.
- Tricart, J. 1977. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN, 91p.
- USGS. U.S. Geological Survey. 2016. Image of the Landsat 8 satellite, OLI sensor. Bands 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 9. Orbit/point 216/63.