

Sistema de Informação Geográfica na Avaliação da Vulnerabilidade Física da Área de Proteção Ambiental de Tambaba-PB

Nadjacleia V. Almeida¹
Alberto K. Nishida²
Eduardo R. V. de Lima

Resumo

A Área de Proteção Ambiental - APA Estadual de Tambaba está localizada na Microrregião do Litoral Sul Paraibano, abrange os municípios do Conde, Pitimbu e Alhandra. A área está delimitada pelos divisores naturais do riacho Caboclo e dos rios Bucatu, Graú e Mucatu que drenam a região, ocupando uma área de 114,46 Km². A metodologia consiste na atribuição de valores ponderados para se avaliar a vulnerabilidade local com respeito aos temas Geologia, Geomorfologia (declividade), Pedologia, Clima e Vegetação/uso atual do solo de acordo com a teoria da ecodinâmica (Tricart, 1977). Em seguida os valores de vulnerabilidade para cada tema são integrados utilizando-se de uma formulação matemática, gerando o mapa de vulnerabilidade do meio físico com a utilização de técnicas de geoprocessamento. Com a integração dos mapas de vulnerabilidade para cada tema, verifica-se que na área de estudo, predominam fortemente os meios intermediários com balanço entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas.

Palavras-chave: ecodinâmica; geoprocessamento; Vulnerabilidade.

Abstract

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM IN THE EVALUATION OF PHYSICAL VULNERABILITY OF THE ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA OF TAMBABA – PB. The Environmental Protection Area (APA) of Tambaba is located in the Microregion of the Paraíba southern littoral, in the municipalities of Conde, Pitimbu, and Alhandra. The area is delimited by the watersheds of the stream Caboclo and the rivers Bucatu, Graú, and Mucatu, which form a drainage basin covering a total area of 114.46 km². The methodology consists on assigning weighted values to evaluate the local vulnerability with respect to subjects related to Geology, Geomorphology (sloping surfaces), Pedology, Climate, and Vegetation/current use of soil according to the ecodynamics theory (Tricart, 1977). Then the vulnerability values assigned to each subject were integrated by using a mathematical procedure which generates a map of vulnerability of the physical environment, employing techniques of geocoding process. The integration of maps of individual vulnerability revealed that the intermediary means strongly dominated in the study area, with balance between morphogenetic and pedogenetic interferences.

Key words: ecodynamics; geocoding process; Vulnerability.

Introdução

No Estado da Paraíba, e mais especificamente no litoral sul, a paisagem tem sido bastante modificada. No entanto, apesar de estar sendo ameaçada pelo crescimento urbano e pela agricultura em larga escala, ainda apresenta áreas com elevada biodiversidade. A praia de Tambaba, bem como o litoral sul do Estado da Paraíba, destaca-se por ser uma região de belezas cênicas, com a existência de ecossistemas importantes para a manutenção da vida de várias espécies da fauna e flora.

Considerando a importância ecológica dessa área, e a necessidade de proteger a cobertura vegetal, as espécies botânicas endêmicas e a fauna existente, criou-se a Unidade de Conservação da Área de Proteção Ambiental - APA - de Tambaba através do Decreto Estadual nº 22.882 em 26 de março de 2002. Como a APA de Tambaba é uma unidade de conservação de uso sustentável que segundo a lei 9.985 de 18 de julho de 2000 em seu artigo 7º parágrafo 1º tem como “objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos

1 Departamento de Geociências, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, 58059-900 João Pessoa-PB. nadjageo@gmail.com, edulima@geociencias.ufpb.br.

2 Departamento de Sistemática e Ecologia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, 58059-900 João Pessoa-PB. guy@dse.ufpb.br.

naturais” faz-se necessária a realização de um zoneamento para definição de normas específicas para o seu manejo.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o grau de vulnerabilidade do meio físico da APA de Tambaba através da teoria da ecodinâmica e da Teoria Geral dos Sistemas (Tricart, 1977) integrando diversas informações (geologia, clima, geomorfologia, declividade, solos, cobertura vegetal e uso atual do solo) com o uso do Sistema de Informação Geográfica. A avaliação do grau de vulnerabilidade do meio físico irá contribuir diretamente para elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico da APA de Tambaba.

A Teoria Geral dos Sistemas tem como objetivo observar os diversos elementos que compõem a paisagem e suas inter-relações, obtendo-se assim uma visão mais abrangente dos aspectos ambientais da APA de Tambaba. A Teoria Geral dos Sistemas (Bertalanffy, 1973; 1992), conta com idéias consagradas nos trabalhos de Tricart (1977), Bertrand (1972), Sotchava (1977), Monteiro (2000), Christofoletti (1979; 1999) e Ross (1990). Segundo Tricart (1982) o geossistema explica-se como a utilização da abordagem sistêmica, adotada por ecologistas, para espacializar a noção do ecossistema, dar-lhe dimensão e localização, o que implica em cartografá-lo.

De acordo com Drew (1998, p.26) “todos os sistemas naturais possuem um elo fraco na cadeia de causa e efeito: um ponto em que o mínimo de acréscimo de tensão (ímpeto de mudar) traz consigo alterações no conjunto do sistema”. Dependendo da intensidade das alterações provocadas pelo homem e do grau de suscetibilidade à mudança do próprio sistema, ele pode retornar a seu estado de equilíbrio dinâmico ou atingir um novo equilíbrio (Almeida & Tertuliano, 1999, p.118-119; Drew, 1998). É neste contexto que as ações inadvertidas realizadas pelo homem podem alterar o equilíbrio de um sistema, “representado pelo ajustamento completo das suas variáveis internas às condições externas” (Almeida & Tertuliano, 1999, p.116).

Tricart (1977, p.31) propôs uma metodologia para classificação do ambiente com base no estudo da dinâmica dos ecótopos, a qual nomeou de ecodinâmica. A teoria da ecodinâmica considera que a dinâmica do ambiente onde se incluem os ecossistemas é tão importante para a conservação e o desenvolvimento dos recursos ecológicos, quanto para a dinâmica das próprias biocenoses.

Uma unidade ecodinâmica “se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que têm repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses, [...] baseia-se no instrumento lógico do sistema, e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica de fluxos de energia/matéria no meio ambiente”. A teoria da ecodinâmica “considera como indicador de estabilidade do sistema a ação dos processos morfogenéticos e pedogenéticos na esculturação do relevo”. De acordo com as relações de pedogênese/morfogênese essa teoria classifica a paisagem em diferentes categorias morfodinâmicas: meios estáveis, meios instáveis e meios intermediários (“Intergrades”) (Tricart, 1977).

A gestão dos recursos naturais só é possível após a análise integrada dos diversos fatores que compõem o meio ambiente, sejam eles naturais ou artificiais. Portanto, a definição da vulnerabilidade física “deve ser resultante de uma metodologia integradora, de atualização permanente e em tempo real, o que só é possível hoje com o desenvolvimento de técnicas de coleta, tratamento e análise de informações” (Becker & Egler, 1996). Neste contexto, são necessárias tecnologias que permitam o manuseio de uma grande quantidade de dados, organizados de forma a permitir que diferentes interações possam ser realizadas, combinando objetos e atributos de interesse. O geoprocessamento possui ferramentas computacionais chamadas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG’s), que permitem realizar análises complexas, ao integrar dados do mundo real, obtidos de diversas fontes em diferentes formatos, criando bancos de dados georreferenciados (bancos de dados geográficos) (Medeiros, 1999).

O SIG “é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica” (Scardoelli, 2003, p.3). Segundo Dangermond (*apud* Medeiros, 1999, p.4) “um SIG agrupa, unifica e integra a informação. Torna-a disponível sob uma forma que ninguém teve acesso anteriormente, e coloca informação antiga num novo contexto. Muitas vezes, permite unificar informações que estavam dispersas ou organizadas de forma incompatível”. Possibilita também a integração entre as informações temáticas e os produtos de sensoriamento remoto de diversas fontes e resoluções. O sensoriamento remoto é um recurso essencial na detecção e no controle de situações desfavoráveis ao meio ambiente, sendo que através da imagem de satélite é possível realizar um levantamento da situação atual da ocupação e transformação do meio ambiente (Trentin et al., 2004).

Metodologia e Procedimentos Técnicos

Área de Estudo

O litoral sul do Estado da Paraíba destaca-se por sua beleza cênica (Figura 1), e pela existência de ecossistemas importantes para a manutenção da vida de várias espécies da fauna e flora, no entanto, a paisagem natural tem sido bastante modificada nesta região. Considerando a importância ecológica dessa área, e a necessidade de proteger a cobertura vegetal, as espécies botânicas endêmicas e a fauna existente, a Área de Proteção Ambiental - APA - de Tambaba foi criada em 26 de março de 2002 pelo Decreto Estadual nº 22.882, sendo administrada pela SUDEMA/PB. O limite do território da APA de Tambaba é definido pelos divisores das bacias hidrográficas que drenam a região, ficando o seu território com uma área de 11.446ha.

A APA de Tambaba ocupa um importante segmento geográfico do Estado da Paraíba abrangendo território dos municípios de Conde, Pitimbu e Alhandra. Está localizada na Microrregião do Litoral Sul Paraibano e na Mesorregião da Mata Paraibana, se estende desde a zona costeira dos municípios de Conde e Pitimbu até o extremo leste do município de Alhandra e limitando-se a leste com o Oceano Atlântico. Ao longo do litoral, no sentido Norte-Sul, inclui em sua área as Praias de Tabatinga, Coqueirinho, Tambaba, Graú, Bela e Abiaí. As principais vias de acesso a APA de Tambaba são a BR-101 e a PB-008. Pela BR-101 no sentido João Pessoa-Recife são percorridos aproximadamente 45 km do centro de João Pessoa ao distrito de Jacumã, pela PB-008 partindo-se do bairro Valentina de Figueiredo são aproximadamente 25 km (Figura 2).



Figura 1. Beleza cênica do litoral sul do estado da Paraíba – Praia de Coqueirinho. Foto: N.V. Almeida, 21/08/2005.

Procedimentos técnicos

Através do estudo ecodinâmico foram definidas zonas ou setores de uso determinado, procurando “ordenar o território segundo suas características bióticas e abióticas básicas, através do agrupamento de áreas cujos conjuntos formam unidades de terra relativamente homogêneas, de modo a facilitar a análise integrada da paisagem” (Rocha, 1997, p.142).

Analisaram-se separadamente as características geológicas, pedológicas, geomorfológicas, da vegetação/ uso atual do solo e do clima. Posteriormente, seguindo a metodologia proposta por Crepani et al. (2001), a valoração do grau de vulnerabilidade baseado nos processos de morfogênese e pedogênese foi aplicada individualmente para os temas (Geologia, Geomorfologia, Solos, Clima e Vegetação/ Uso do solo) variando de 1,0 para ambientes estáveis a 3,0 para ambientes instáveis (Tabela 1), podendo ser subdividida em 21 classes ou unidades de paisagem (Figura 3).

Os mapas foram elaborados a partir da base cartográfica obtida através da digitalização, no software Autocad Map-2004, das Cartas Topográficas do INTERPA (Instituto de Terras do Estado da Paraíba) do ano 1985 em escala 1:10.000 editadas pela TerraFoto S.A. Atividades de Aerolevantamentos. Para elaboração dos mapas temáticos, a base cartográfica foi exportada no formato DXF e posteriormente importada para o programa SPRING 4.1.1.

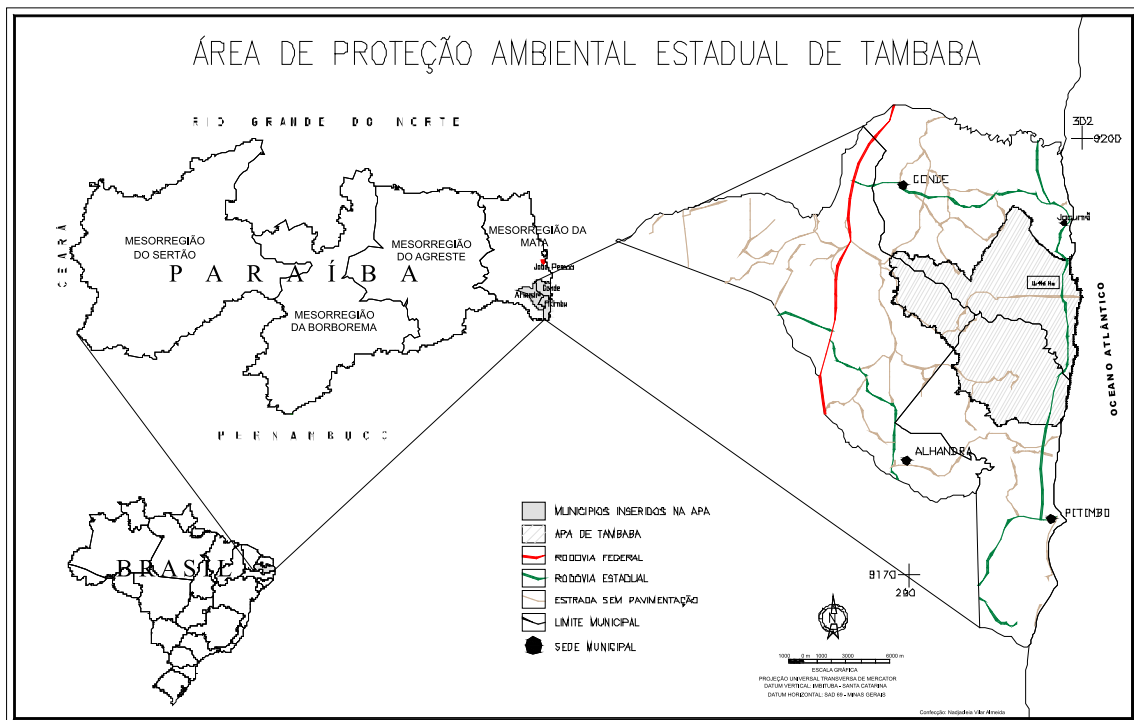


Figura 2. Localização da Área de Proteção Ambiental de Tambaba-PB.

Tabela 01 - Avaliação da estabilidade das categorias ecodinâmicas

CATEGORIA ECODINÂMICA	RELAÇÃO PEDOGÊNESE/MORFOGÊNESE	VALOR
Estáveis	Prevalece a Pedogênese	1,0 – 1,3
Moderada Estabilidade		1,4 - 1,7
Média Estabilidade	Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese	1,8 - 2,2
Moderada Instabilidade		2,3 – 2,6
Instável	Prevalece a Morfogênese	2,7 - 3,0

Fonte: Adaptado de Freitas et al. (2005)

UNIDADE DE PAISAGEM	MÉDIA			GRAU DE VULNERABILIDADE	GRAU DE SATURAÇÃO			
					VERM.	VERDE	AZUL	CORES
U1		3,0		VULNERÁVEL	255	0	0	
U2		2,9			255	51	0	
U3		2,8			255	102	0	
U4	V	2,7			255	153	0	
U5	U	2,6			255	204	0	
U6	L	2,5	E	MODERAMENTE VULNERÁVEL	255	255	0	
U7	N	2,4	S		204	255	0	
U8	E	2,3	T		153	255	0	
U9	R	2,2	A	MEDIANAMENTE ESTÁVEL/ VULNERÁVEL	102	255	0	
U10	A	2,1	B		51	255	0	
U11	B	2,0	I		0	255	0	
U12	I	1,9	L		0	255	51	
U13	L	1,8	I		0	255	102	
U14	I	1,7	D	MODERADAMENTE ESTÁVEL	0	255	153	
U15	D	1,6	A		0	255	204	
U16	A	1,5	D		0	255	255	
U17	D	1,4	E		0	204	255	
U18	E	1,3			0	153	255	
U19		1,2		ESTÁVEL	0	102	255	
U20		1,1			0	51	255	
U21		1,0			0	0	255	

Figura 3. Escala de vulnerabilidade para as 21 unidades de paisagem.

Fonte: Crepani et al. (2001, p.22)

Unidade Territorial Básica

Foram utilizadas como Unidades Territoriais Básicas compartimentos do relevo, identificados a partir da associação da análise morfológica com as classes de declividade. Segundo Becker e Egler (1996):

as unidades territoriais básicas são as células elementares de informação e análise para o zoneamento ecológico-econômico. Uma unidade territorial básica é uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais (Becker e Egler, 1996, p.12, grifo do autor).

Geologia

O mapa geológico foi obtido a partir da digitalização em tela de mapas pré-existentes, como o mapa de geologia e aspectos paleontológicos da folha Jacumã, sub-bacia de Alhandra, bacia Pernambuco Paraíba elaborado por Almeida (1989) e o Mapa Geológico da Zona Costeira do Estado da Paraíba elaborado por Neves (1993).

Geomorfologia

O Mapa geomorfológico foi elaborado a partir da definição de unidades do relevo existentes na APA e da digitalização em tela a partir das curvas de nível. Para determinação da vulnerabilidade geomorfológica foram analisadas as classes de declividade existentes na APA de Tambaba. Segundo Crepani et al. (2001, p.14):

as informações, relacionadas a forma de relevo da unidade de paisagem natural, permitem que se quantifique empiricamente a energia potencial disponível para o escoamento superficial ("runoff"), isto é, a transformação de energia potencial em energia cinética responsável pelo transporte de materiais que esculpe as formas de relevo. Dessa maneira, podemos entender que em unidades de paisagem natural que apresentam valores altos de (...) declividade, prevalecem os processos morfogenéticos, enquanto que em situações de baixos valores para as características morfométricas prevalecem os processos pedogenéticos.

A declividade foi calculada de modo automatizado no software *Spring* a partir de um Modelo Numérica do Terreno (MNT) elaborado com base em grade triangular. Foram definidas cinco classes de declividade e atribuídos valores de vulnerabilidade a cada classe, definindo-se então a vulnerabilidade para o tema Geomorfologia.

Pedologia

Para a caracterização morfodinâmica da APA de Tambaba nos aspectos relativos ao solo são enfocadas suas condições intrínsecas: estrutura do solo, tipo e quantidade das argilas, permeabilidade e profundidade do solo e a presença de camadas impermeáveis. Dentro do processo morfodinâmico os solos participam como produto direto do balanço entre a morfogênese e a pedogênese, indicando claramente se prevaleceram os processos erosivos da morfogênese ou, por outro lado, se prevaleceram os processos de pedogênese, gerando solos bem desenvolvidos (Crepani et al., 2001; Tricart, 1977).

O delineamento das classes de solo foi feito a partir dos estudos desenvolvidos pela ELC/UFPB (1978). A partir da digitalização realizada pela UFPB/SEMARH (2001), as classes foram adaptadas a este estudo tomando-se como parâmetro as características hipsométricas da área de estudo.

O mapa hipsométrico foi gerado no Software SPRING a partir do fatiamento da grade retangular de altimetria, a qual foi gerada a partir das curvas de nível com equidistância vertical de 5 em 5 metros.

Após identificadas as classes de solo existentes na APA de Tambaba seguindo a metodologia proposta por Crepani et al. (2001) foram atribuídos valores de vulnerabilidade para cada unidade ou associação de solos.

Clima

O mapa de pluviosidade média foi gerado a partir dos valores de precipitação de três postos pluviométricos localizados nos municípios de Alhandra, Conde e Pitimbu. No software *Spring* foram geradas isoietas de pluviosidade de forma a cobrir toda a área de estudo e definidas quatro classes de pluviosidade média. A partir das isoietas de pluviosidade média foram geradas isoietas de intensidade pluviométrica, dividindo-se cada isoietas de pluviosidade média pelo período chuvoso durante o ano (número de meses). Com as isoietas de intensidade pluviométrica foram definidas cinco classes de intensidade pluviométrica e atribuídos valores de vulnerabilidade.

Vegetação/uso do solo

Para confecção do mapa de vegetação/uso do solo, além dos trabalhos de verificação com o GPS – Sistema de Posicionamento Global em campo foi feita a análise da cobertura vegetal através da interpretação de imagens de satélite. Utilizou-se a imagem de satélite ETM-Landsat com resolução espacial de 30mx30m adquirida em 2001 e a ETM-Landsat 7 com resolução espacial de 30mx30m, cuja data de aquisição é de abril de 2005. A utilização das duas

imagens justifica-se pela quantidade excessiva de nuvens na imagem de 2005, sendo esta utilizada, juntamente com os trabalhos de campo, para complementar e atualizar a de 2001.

Para o tratamento digital da imagem e para editar os planos de informação, bem como montar e manipular o banco de dados espacial foi utilizado o software SPRING, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE.

No SPRING foi realizado o registro ou georreferenciamento da imagem, estabelecendo uma relação entre as coordenadas da imagem e as coordenadas geográficas, obtendo-se assim maior precisão na determinação das amostras de treinamento, que estavam demarcadas sobre a imagem TM/Landsat. Após a inserção da imagem no ambiente SPRING, foram testadas diferentes composições coloridas, que definiram melhor os componentes existentes na área. A composição colorida selecionada foi a 5R, 4G e 3B.

Em seguida foi realizada a segmentação da imagem pelo Método de Regiões. Este processo de segmentação rotula cada “pixel” como uma região distinta para uma posterior classificação. A classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos. Para a classificação digital da imagem, dividiram-se os usos em oito classes diferentes, identificados a partir interpretação da imagem: vegetação arbórea, vegetação arbustiva, vegetação herbácea, mangue, cultivo, solo exposto, área urbana e água. Para cada tipo de uso ou cobertura vegetal foram atribuídos valores de vulnerabilidade.

Vulnerabilidade do meio físico

Com os valores de vulnerabilidade para cada tema (geologia, geomorfologia, pedologia, uso do solo/vegetação e clima), as cartas de vulnerabilidade foram integradas em ambiente SIG, posteriormente recebendo um valor final, resultante da média aritmética dos valores individuais dos temas segundo uma equação matemática, que busca representar a posição desta unidade dentro da escala de vulnerabilidade natural à perda de solo.

Onde: V = Vulnerabilidade; G = vulnerabilidade para o tema Geologia; R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia; S = vulnerabilidade para o tema Solos; Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação/uso do solo; C = vulnerabilidade para o tema Clima. Então, um novo mapa foi gerado, denominado de mapa de vulnerabilidade do meio físico.

Cada classe de cada tema foi associada a valores que indicam o seu grau de vulnerabilidade. A atribuição dos valores para cada tema foi feita através de operações de

$$V = \frac{(G + R + S + Vg + C)}{5}$$

transformação (ponderações) aplicadas sobre os geo-campos temáticos. Tal integração, dos geo-campos temáticos com os valores de vulnerabilidade foi realizada via Álgebra de Mapas, através da linguagem de manipulação espacial denominada de Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico – LEGAL. Os resultados destas operações foram os geo-campos numéricos, numa grade regular onde um ponto representa o valor da vulnerabilidade dos seus respectivos geo-campos temáticos em uma dada localização (Medeiros, 1999 e Freitas, 2005).

A seguir, através de uma operação aritmética, com os operadores de SOMA e DIVISÃO, foi gerado um novo geo-campo numérico representando o valor médio de vulnerabilidade dos cinco geo-campos numéricos resultantes das operações de ponderação. Portanto, a programação em LEGAL foi dividida em três etapas: 1- Operação de ponderação para geração de grade com os valores de vulnerabilidade para cada classe; 2- Operação de média aritmética a fim de gerar uma outra grade que contenha os valores médios de vulnerabilidade final para área; e 3- Operação de fatiamento, para geração do mapa temático de vulnerabilidade do meio físico.

Vulnerabilidade do Meio Físico da APA de Tambaba

Aspectos Geológicos e Vulnerabilidade

A Crosta Superior é constituída por rochas que, de acordo com sua gênese, pertencem à três grandes grupos: rochas ígneas ou magmáticas, rochas metamórficas e rochas sedimentares. As rochas de origem magmática e metamórfica constituem 95% do volume total da crosta, mas ocupam apenas 25% de sua superfície, enquanto que as rochas sedimentares (e metassedimentares) ocupam apenas 5% do volume, mas cobrem 75% da superfície da crosta (Crepani et al., 2001).

A APA de Tambaba situa-se no compartimento geológico-geomorfológico dos Baixos Planaltos Costeiros, onde a litologia predominante é formada por rochas sedimentares, que vão do Cretáceo ao Holoceno, formada a partir da erosão do material desagregado do Maciço da Borborema, em fases repetidas de resistasia (Carvalho, 1982). A litologia da APA é representada por:

- Sedimentos Plio-Pleistocenic (final do Terciário e início do Quaternário), representado pelo Grupo Barreiras Indiviso;

- Sedimentos Quaternários holocênicos, englobando aluviões, sedimentos de praia, recifes, depósitos flúvio-marinhos e estuarinos;

- Sedimentos meso-cenozóicos do grupo Paraíba (Formação Beberibe, Gramame e Formação Maria Farinha) (Figura 4).

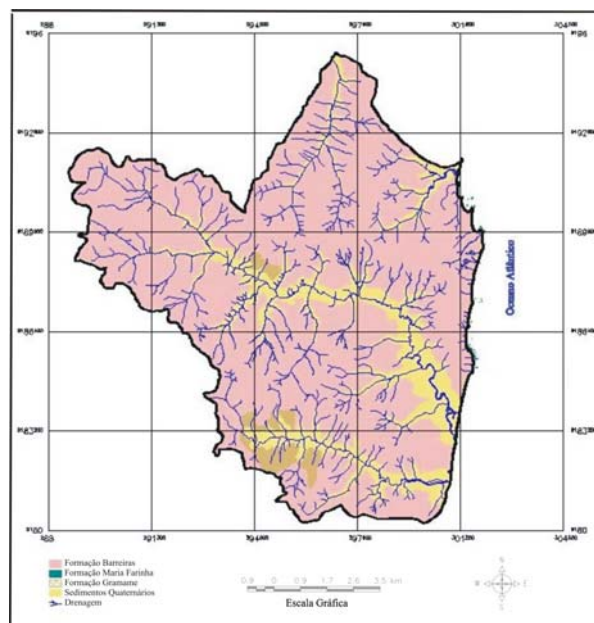


Figura 4. Geologia da APA de Tambaba

As formações Barreiras, Beberibe, Gramame e Maria Farinha integram a Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba, cuja seqüência estratigráfica vai do Cretáceo ao Pleistoceno e mergulha suavemente para leste, com inclinação da ordem de 28 m/Km e cuja espessura aumenta gradativamente na direção do Oceano Atlântico (Governo de Pernambuco, 2003).

O Grupo Barreiras Indiviso está compreendido entre o Terciário Superior e o Quaternário. Segundo Neves (1993) o termo Grupo Barreiras Indiviso define os sedimentos areno-argilosos, afossilíferos, que ocorrem praticamente por toda a faixa costeira, formando os tabuleiros com suaves inclinações em direção ao mar e a monotonia comumente quebrada por rios e riachos, que podem formar extensos paredões em seus vales.

Os sedimentos Quaternários holocênicos são divididos em dois grandes grupos: os depósitos marinhos formados pelos sedimentos de praia (areia quartzosas), recifes, depósitos flúvio-marinhos e estuarinos (sedimentos siltosos e argilosos); e os depósitos continentais formados pelos depósitos fluviais, lagunares e aluviões (areias finas a grosseiras, de cores variadas, incluindo cascalheiras, argilas e matéria orgânica em decomposição).

O Grupo Paraíba é representado pelo afloramento da Formação Gramame e Maria Farinha. A Formação

Gramame é uma seqüência relativamente pouco espessa de depósitos calcários detríticos bem estratificados, que se inicia com arenitos calcíferos, passando para o topo, gradativamente, a calcarenito, a calcários dolomíticos e a margosos com filmes de argila. A coloração destes sedimentos varia de creme a cinzento (NEVES, 1993). A Formação Maria Farinha – um calcário com elevado teor fossilífero disposto, concordantemente sobre a Formação Gramame. Tem espessura máxima de 35 m e “é constituída de calcários detríticos cinzentos e cremes, com intercalações de níveis argilosos cinzentos... [que] tornam-se mais arenosos à medida que se aproximam do topo da formação, onde são dolomíticos” (Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha – LGGM-PE 1992, p.18).

Para identificar o grau de vulnerabilidade geológica da área a informação básica utilizada foi o grau de coesão das rochas, pois em rochas pouco coesas podem prevalecer os processos erosivos, modificadores das formas de relevo (morfogênese), enquanto que nas rochas bastante coesas devem prevalecer os processos de intemperismo e formação de solos (pedogênese). A informação do grau de coesão ou da resistência ao intemperismo está diretamente ligada aos minerais que compõem as rochas e da resistência à desagregação entre os minerais. Como a área é formada por rochas sedimentares, foram analisadas apenas as características dos principais minerais que compõem estas rochas.

Com o intuito de estabelecer um ordenamento com relação à resistência das rochas sedimentares ao intemperismo e à erosão, Crepani et al. (2001) analisaram além da constituição química dos minerais que constituem os fragmentos detríticos e os precipitados químicos das rochas sedimentares, outras características como granulometria, seleção, maturidade, diagênese e litificação sugerindo uma seqüência decrescente de resistência, que vai do arenito quartzoso maduro e bem selecionado (ortoquartzito), aos sedimentos inconsolidados (aluviões, colúvios, e pedimentos), recebendo valores na escala de vulnerabilidade de 2,4 a 3,0 (Tabela 2). Visto que as rochas sedimentares existentes na área são pouco coesas verifica-se que com relação à vulnerabilidade geológica da APA todo o território está classificado como moderadamente instável a instável, prevalecendo os processos de morfogênese (Figura 5)

Tabela 2. Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas sedimentares mais comuns

Rochas	Formações geológicas	Vulnerabilidade
Arenito quartzoso ou Ortoquartzitos Conglomerados, Subgrauvacas Gruvacas, Arcózios Siltitos, Argillito	Formação Barreiras	2,6

Folhelho Calcários, Dolomito, Margas, Evaporitos	Formação Gramame e Maria Farinha	2,8
Sedimentos Inconsolidados: Aluviões, Colúvios, etc.	Aluviões e Terraços Marinhos	3,0

Fonte: adaptado de Crepani et al. (2001)

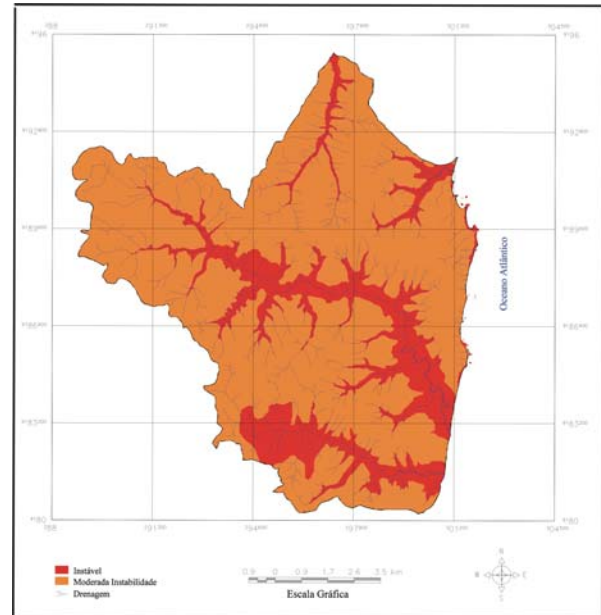


Figura 5. Vulnerabilidade para o tema geologia

Aspectos Geomorfológicos e Vulnerabilidade

A associação da análise morfológica com as classes de declividade possibilitou a identificação de segmentos do relevo. Foram identificadas as seguintes unidades do relevo:

Topos planos (TP) – correspondem às áreas de relevo de cimeira e ocupam as áreas com declividade inferior a 2%; encontram-se, em sua maior parte, nos divisores das bacias hidrográficas.

Vertentes (V) - ocupam a maior parte da área, possuindo segmentos que vão desde o topo até o início das áreas afetadas pelo hidromorfismo.

Planície Fluvial (PF) - Ocupa uma faixa margeando os rios, onde ocorrem os solos aluviais, com a presença de matas ciliares em alguns trechos.

Planície Marinha (PM) – Compreende uma faixa estreita e descontínua de acumulações recentes de origem marinha, flúvio-marinha, lacustre e eólica, disposta ao longo do litoral. A Figura 6 mostra os aspectos topomorfológicos da área de estudo.

Para atender às finalidades do trabalho, é necessário compreender, através dos estudos geomorfológicos, como está configurado o modelado do relevo e quais são

os padrões de dissecação que formam arranjos espaciais distintos, analisando-se as porções do território com predisposição à erosão (Acre, 2000). Sendo necessário, portanto, a análise dos padrões de declividade da APA de Tambaba.

A declividade controla a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto a capacidade de infiltração da água da chuva e o tempo que leva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem da bacia, determinando maior ou menor susceptibilidade a erosão (Vilela, 1975).

Segundo Trentin et al. (2004), os mapas de declividade são muito utilizados para fins de planejamento e gestão dos recursos naturais, estes caracterizam as declividades do relevo e apresentam as áreas críticas no que se refere à instabilidade do mesmo, possibilitando localizar e avaliar os terrenos de acordo com o grau de susceptibilidade à erosão, permitindo detectar qualitativamente e quantitativamente, através da seleção de áreas, informações viáveis para o planejamento ambiental.

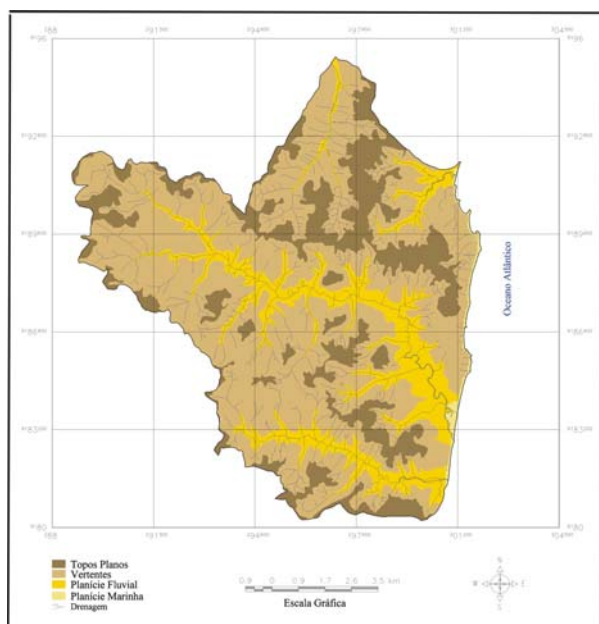


Figura 6. Compartimentação topomorfológica da APA de Tambaba.

Foram definidas cinco classes de declividade e atribuídos valores de vulnerabilidade a cada classe. De acordo com Crepani et al. (2001) os valores próximos de 1,0 da escala de vulnerabilidade estão associados a pequenos ângulos de inclinação das encostas, situação em que prevalecem os processos formadores de solo, da pedogênese e os valores mais próximos de 3,0 estão associados a situações de maior declividade, onde prevalecem os processos erosivos da morfogênese (**Tab. 03**).

Tabela 3. Classes de declividade com os respectivos valores de vulnerabilidade

CLASSES MORFOMÉTRICAS	INTERVALOS DE DECLIVIDADE (%)	ÁREA OCUPADA (Km ²)	VALORES DE VULNERABILIDADE
Muito Baixa	< 2	20,24	1,0
Baixa	2 – 6	19,48	1,7
Média	6 – 20	48,25	2,2
Alta	20 – 50	25,16	2,6
Muito Alta	> 50	1,33	3,0

Fonte: Crepani et al. (2001)

Verifica-se que as maiores declividades (6-20 e 20-50) registradas na APA de Tambaba foram encontradas nas áreas referentes às vertentes e as menores declividades (<2 e 2-6) nos topos planos e nas planícies fluviais e marinha. Os dados da Tabela 3 mostram que grande parte da área (94,57Km²) apresenta relevo plano a suave ondulado. Portanto as áreas com os maiores valores de vulnerabilidade são aquelas que apresentam os maiores valores de declividade (Figura 7).



Figura 7. Vulnerabilidade para o tema geomorfologia

Aspectos Pedológicos e Vulnerabilidade

A partir das observações de campo e das informações levantadas, foi possível evidenciar uma estreita relação entre os intervalos de altitude e a distribuição das classes de solo do inventário exploratório – reconhecimento de solos da Paraíba (Sudene, 1972), conforme discriminado abaixo:

a) Nível do mar a 10 metros: área de solos com relevo plano, ocupando as áreas holocênicas constituídas principalmente por sedimentos arenosos;

b) 10 a 25 metros: área de solos aluviais e de solos afetados pelo hidromorfismo, variando de bem drenados a muito mal drenados, com relevo plano, ocupando as áreas de aluviões holocênicos;

c) 25 a 70 metros: área de solos Argissolo Vermelho-Amarelo + Alissolos e Luvisolos Hipocrômicos, com horizonte B textural, moderadamente drenados, relevo plano, derivados de sedimentos argilo-arenosos do Grupo Barreiras.

d) Acima de 70 metros: Associação de Latossolos Vermelho Amarelo Ácrico, Distrófico e Eutrófico com Espodossolo e Nesossolo Quartzarênico.

Diante disto, a hipsometria foi então utilizada como indicativo dos limites das unidades do mapeamento pedológico. Foram identificadas, na APA de Tambaba, cinco classes de solo, descritas de acordo com a classificação feita no levantamento exploratório: reconhecimento de solos da Paraíba (1972) e no mapa pedológico da Paraíba (1995) e correlacionado com o sistema atual de classificação de solos do Brasil (Embrapa, 1999). A seguir é apresentada a descrição resumida dos tipos de solos encontrados na APA (Tabela 4) e sua espacialização é mostrada na Figura 8.

Tabela 4. Descrição e área ocupada pelas cinco classes de solos identificadas na APA de Tambaba.

LEGENDA E DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS	ÁREA	
	Km2	%
Nesossolo Quartzarênico (AMd) - o horizonte A é fracamente desenvolvido e pode atingir 30 ou 40 cm de profundidade, relevo plano ou com ondulações muito suaves. Localizam-se mais próximas ao mar ou estão sujeitas a ação constante dos ventos. Estas áreas constituem os terraços litorâneos e restingas que apresentam relevo plano ou com ondulações muito suaves. As altitudes das principais áreas de ocorrência destes solos variam do nível do mar até 8 metros aproximadamente.	0,84	0,73%
Organossolo (SM) - sedimentos não consolidados recentes, relevo plano, podendo apresentar pequenas depressões. Esta unidade compreende solos predominantemente halomórficos, indiscriminados, alagados, que se distribuem nas partes baixas da orla marítima sob influência das marés e com vegetação denominada mangues ou manguezais. As limitações ao uso agrícola são muito fortes pelos excessos d'água e sais, em virtude de se encontrarem sujeitos ao movimento das marés.	5,09	4,45%
Nesossolo Flúvico (Ae) - solos pouco desenvolvidos, textura franco-argiloso e argilo-siltoso, relevo plano ou com ondulações muito suaves + associação complexa com Gleysolo Tiomórfico, Parte dos Gleysolos Melânicos e Parte dos Gleysolos Háplicos (HGd) - são solos afetados pelo hidromorfismo, textura desde arenosa até argilosa, formados em terrenos baixos, com grande influência do lençol d'água durante todo o ano.	15,96	13,95%

Argissolo Vermelho Amarelo + Alissolos Hipocrômicos e Parte dos Luvisolos Hipocrômicos (PV) - são solos com horizonte B textural, argila de atividade baixa, ácidos, com saturação de bases baixa e perfis bem diferenciados. Foram desenvolvidos a partir de sedimentos argilo-arenosos do Grupo Barreiras, o relevo é plano, podendo apresentar ligeiras ondulações.

63,90 55,83%

Associações: Latossolos Vermelho Amarelo Ácrico, Distrófico e Eutrófico (LVADE) - Os perfis têm horizontes pouco diferenciados, com transição graduais ou difusas. O relevo é praticamente plano com declividades inferiores a 3%; Nesossolo Quartzarênico (Qd) - São derivados de sedimentos areno-quartzosos do grupo Barreiras e apresentam-se em relevo plano ou com ondulações muito suaves; e Espodossolo (PH) - São derivados de sedimentos arenosos do Grupo Barreiras, referidos ao Terciário e sobre sedimentos arenosos quartzosos marinhos da Baixada Litorânea, referidos ao Holoceno. Em ambos os casos o relevo é geralmente plano ou com ondulações muito suaves e depressões, as altitudes variam de 80 a 100m nos Baixos Platôs Costeiros. São solos de fertilidade natural excessivamente baixa, com drenagem imperfeita ou má..

28,67 25,05%

TOTAL 114,46 100,00

Fonte: Sudene, 1972

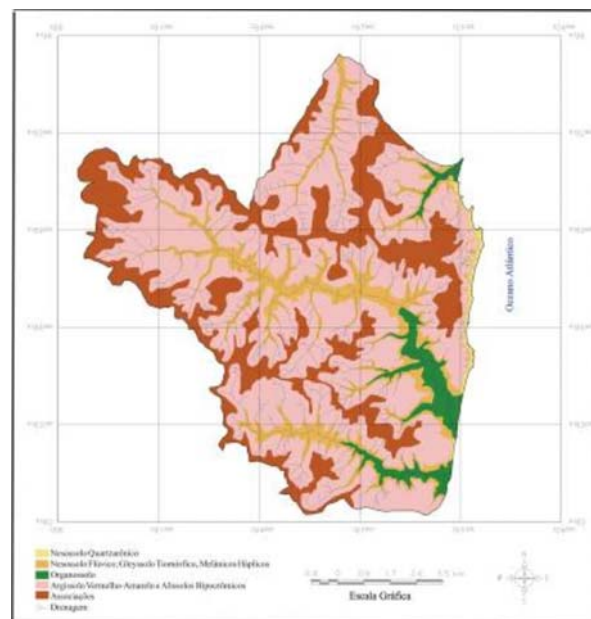


Figura 8. Mapa pedológico da APA de Tambaba

A principal característica considerada para estabelecer as classes de vulnerabilidade do tema solos é o grau de desenvolvimento ou *maturidade* do solo. Observando tais características Crepani et al. (2001) classificou os solos da classe Latossolos como estáveis atribuindo o valor de vulnerabilidade 1,0; aos solos pertencentes à classe de solos do tipo Argissolo e Alissolos é atribuído o valor de vulnerabilidade 2,0 e aos solos jovens e pouco desenvolvidos, onde o horizonte A está assentado diretamente sobre o horizonte C ou então assentado diretamente sobre a rocha mãe é atribuído o valor de vulnerabilidade 3,0 (Tabela 5).

Tabela 5. Valores de vulnerabilidade para as classes de solos encontrados na APA de Tambaba

CLASSES DE SOLOS	VALORES DE VULNERABILIDADE
Latossolos Vermelho Amarelo Ácrico, Distrófico e Eutrófico, Espodosolo e Nesossolo Quartzarênico	1,5
Argissolo Vermelho-Amarelo, Alissolos Hipocrômicos e Parte dos Luvisolos Hipocrômicos	2,0
Nesossolo Flúvico + Gleysolo Tiomórfico, Parte dos Gleysolos Melânicos e Parte dos Gleysolos Háplicos	2,5
Nesossolo Quartzarênico e Organossolo	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani et al. (2001)

Observando as características pedológicas da área verifica-se que 25,05% do território da APA esta ocupada pelos solos considerados moderadamente estáveis, onde prevalece a pedogênese, sendo esta a classe de solos composta pela associações de solos (Latossolos Vermelho Amarelo Ácrico, Distrófico e Eutrófico, Espodosolo e Nesossolo Quartzarênico). Os solos da classe Argissolos ocupam mais de 55% do território da APA, havendo nestas áreas um equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese, pois os valores atribuídos a esta classe de solos são em torno de 2,0. Os solos classificados como instáveis e de moderada instabilidade, onde prevalecem os processos de morfogênese recebem valores entre 2,3 e 3,0 e ocupam 19,13% do território, sendo os solos compostos pelas classes: Nesossolo Quartzarênico, Organossolo, Nesossolo Flúvico + Gleysolo Tiomórfico, Parte dos Gleysolos Melânicos e Parte dos Gleysolos Háplicos (Figura 9).

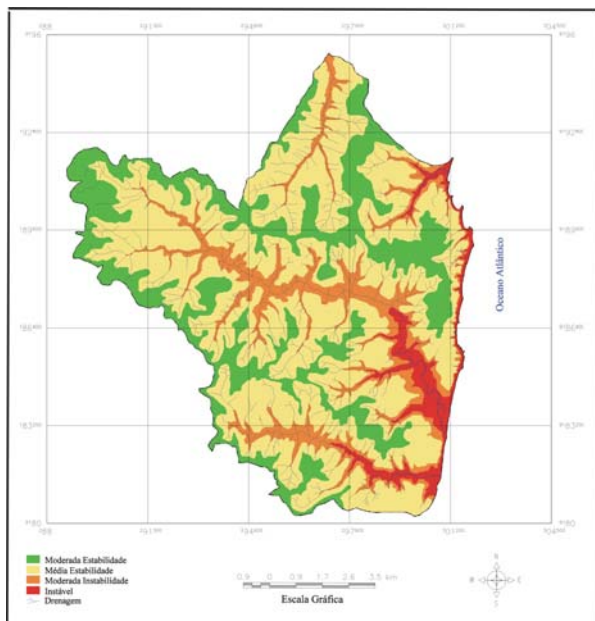


Figura 9. Vulnerabilidade referente ao tema pedologia.

Aspectos Climáticos e Vulnerabilidade

A caracterização climática de um determinado espaço geográfico, e neste particular da Área de Proteção Ambiental de Tambaba e imediações, foi realizada em atenção a um determinado objetivo, a caracterização dos efeitos dos fatores climáticos mais representativos para o estudo ecodinâmico da área. Concentrando-se as análises em dois elementos climáticos: temperatura e precipitação. De acordo com Crepani et al. (2001, p.94) “o clima controla o intemperismo diretamente, através da precipitação pluviométrica e da temperatura de uma região, e também indiretamente através dos tipos de vegetação que poderão cobrir a paisagem”.

Segundo a classificação de Köppen, a região da APA possui um clima quente e úmido com chuvas de outono e inverno (As^o), com um bioclima Mediterrâneo ou nordestino sub-seco (3dth). A nebulosidade fica acima de 6/10 do céu e a insolação chega a atingir 3.000h/ano, condicionando elevadas temperaturas, principalmente nos meses de setembro a novembro (27°C), sendo a temperatura média anual representada pela isoterma de 26°C (Tabela 6).

Tabela 6. Média das temperaturas no período de 1984 a 2004 (30 anos) para a região da APA de Tambaba

Meses	TEMPERATURA MÉDIA (°C)												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ags.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
	25,8	25,2	28,2	25,5	27,0	26,2	23,7	25,4	27,5	27,7	27,0	24,1	26,1

Fonte: LMRS-PB

De acordo com a série histórica de 30 anos (no período de 1984 a 2004) dos postos pluviométricos localizados nos municípios de Alhandra e Conde e de 10 anos para o município de Pitimbu (no período de 1994 a 2004), disponibilizada pelo Laboratório de Meteorologia e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba - LMRS/PB, a precipitação média anual para a APA de Tambaba ficou entre 1.470 e 1.680 mm, distribuídos durante todo o ano, sendo que o período chuvoso é de 6 a 7 meses (Tabela. 7); a umidade relativa situa-se entre os 80 e 85%. Ressalta-se que a indisponibilidade de dados referentes a 30 anos de coleta para o município de Pitimbu, pode ocasionar distorções no resultado da intensidade pluviométrica, no entanto, devido a proximidade dos valores da pluviosidade média com os demais municípios, a determinação da vulnerabilidade física para este tema não sofreu maiores distorções.

Verifica-se que nos meses de baixa pluviosidade (setembro, outubro e novembro) com no mínimo 32,4mm, são os meses que apresentam as maiores médias de temperatura chegando a 27,7°C.

Tabela 7. Precipitação média anual e duração do período chuvoso para a região da APA de Tambaba

MUNICÍPIOS	COORDENADAS DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL	DURAÇÃO DO PERÍODO CHUVOSO
Alhandra	7°25'32"/34°54'38"	1677,9	7
Conde	7°15'12"/34°55'18"	1606,7	7
Pitimbu	7°27'16"/34°50'13"	1472,0*	6

Fonte: LMRS/PB

* Período de 10 anos

Após a distribuição dos valores de precipitação na região da APA verificou-se que há áreas com precipitação de 1.472mm a 1.677,9mm, e com a distribuição sazonal destes valores, calculou-se a intensidade pluviométrica para cada valor obtido na distribuição espacial das isoietas. A intensidade pluviométrica pode ser considerada um indicador dos valores de energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética responsável pela erosividade da chuva, portanto quanto maiores os valores de intensidade pluviométrica maior é a erosividade da chuva. Sendo possível criar uma escala de erosividade da chuva com valores de vulnerabilidade que represente a influência do clima nos processos morfodinâmicos (Tabela 8).

As regiões que apresentem menores índices de Intensidade Pluviométricas – IP receberam valores próximos à estabilidade (1,0), os valores intermediários associam-se os valores de vulnerabilidade próximos a 2,0, e às regiões com maiores índices de intensidade pluviométrica atribuiu-se valores próximos de vulnerabilidade (3,0).

Tabela 8. Escala de erosividade da chuva e valores de vulnerabilidade à perda de solo

IP* (mm/mês)	VULNERABILIDADE	IP* (mm/mês)	VULNERABILIDADE	IP* (mm/mês)	VULNERABILIDADE
< 50	1,0	200 - 225	1,7	375 - 400	2,4
50 - 75	1,1	225 - 250	1,8	400 - 425	2,5
75 - 100	1,2	250 - 275	1,9	425 - 450	2,6
100 - 125	1,3	275 - 300	2,0	450 - 475	2,7
125 - 150	1,4	300 - 325	2,1	475 - 500	2,8
150 - 175	1,5	325 - 350	2,2	500 - 525	2,9
175 - 200	1,6	350 - 375	2,3	> 525	3,0

Fonte: Crepani et al. (2001)

*Intensidade Pluviométrica (IP)

Como visto na Tabela 7, a duração do período chuvoso na região é de 6 a 7 meses, obtendo-se, portanto, valores de intensidade pluviométrica entre 214 e 263 distribuídos em cinco classe. De acordo com os valores de vulnerabilidade

para Intensidade Pluviométrica dispostos na Tabela 8, a APA de Tambaba apresenta estabilidade de moderada a média com valores entre 1,7 e 1,9 (Figura 10).

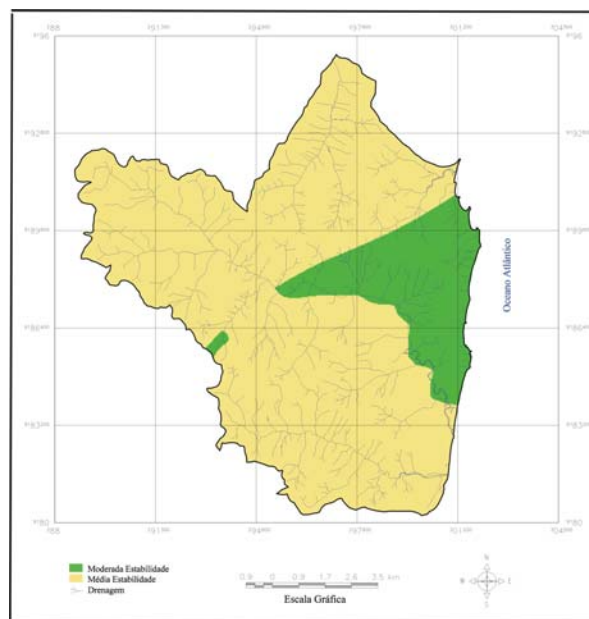


Figura 10. Vulnerabilidade para o tema clima

Vegetação/Use Atual do Solo e Vulnerabilidade

A cobertura vegetal exerce papel fundamental na proteção da superfície do solo contra os efeitos dos processos modificadores da forma do relevo. Contribuem significativamente na interceptação das gotas da chuva que atingem o solo e causam a erosão por salpicamento, reduzindo, portanto a energia cinética da chuva. O desmatamento rápido e concentrado tem sido uma grande ameaça para esta região, evidenciado pela construção de rodovias, a exploração imobiliária, a abertura de áreas para cultivo e a formação e ampliação de pastagens. Como exposto anteriormente na região da APA de Tambaba às chuvas se concentram em uma estação do ano, a chuvosa, agravando ainda mais os processos erosivos.

Os processos erosivos tendem a acelerar-se à medida que as terras são desmatadas, pois as chuvas incidirão diretamente sobre a superfície desnuda (ou desprotegida) do terreno. Com o desmatamento o solo é compactado, reduzindo a capacidade de infiltração e aumentando o escoamento superficial. Esse processo acarreta a erosão, fenômeno bastante observado na região. Em função das características de uso e ocupação da área, foram identificadas quatro classes de vegetação: Arbórea, Arbustiva, Herbácea e Vegetação de Mangue.

Para a classe Vegetação Arbórea enquadraram-se as áreas de florestas nativas remanescentes da Mata Atlântica

e a mata ciliar, que coincidindo geralmente com a planície fluvial e as áreas de maior declividade; considerou-se Vegetação Arbustiva as áreas cobertas por vegetação secundária de médio porte. Essa classe encontra-se geralmente nas áreas loteadas para especulação imobiliária; na Vegetação Herbácea enquadram-se os campos de pastagens, áreas cobertas por vegetação de gramíneas nativas ou plantadas; na classe vegetação de Mangue estão as áreas de vegetação com influência marinha.

Além das classes de vegetação foram identificadas mais quatro classes de uso: Cultura, Solo Exposto, Área Urbana e Água. A classe Cultura refere-se às áreas de cultivos agrícolas (perene e anual); o Solo Exposto está relacionado às áreas também destinadas à agricultura, porém com base na data de passagem da imagem de satélite utilizada como base para elaboração do mapa de vegetação/uso atual do solo, pode-se inferir que o solo estava sendo preparado para o plantio ou que a área passara recentemente por uma colheita. Nesta classe também estão inclusas as áreas de ocorrência de feições erosivas; a classe Área Urbana refere-se aos aglomerados urbanos; e a classe Água aos reservatórios d'água da área que podem ser destinados à agropecuária.

A classe de maior ocorrência no território da APA é a vegetação arbustiva chegando a 47,42 Km², representando 41,43% da área total da APA. Essa vegetação ocupa as áreas que anteriormente eram de ocorrência da Mata Atlântica, que foi retirada para expansão urbana e para a utilização da madeira para diversos fins comerciais. Os arbustos ocupam hoje os vazios urbanos, que estão destinados a loteamentos, localizados sobre os Tabuleiros Costeiros. A vegetação arbórea ocupa apenas 6,65Km² o equivalente a 5,81% da área e a vegetação herbácea 5,34Km², 4,67% da área. Nos estuários dos rios Bucatu, Graú e Mucatu foram identificados 2,43 Km² de manguezal, sendo que em alguns trechos essa vegetação encontra-se muito descaracterizada (Tabela 9 e Figura 11).

Dentre as classes de uso a de maior extensão é a cultura ocupando 25,47Km² da área (22,26%), apesar deste tipo de uso aparecer em praticamente todo o território da APA ele é mais evidenciado na bacia hidrográfica do rio Graú com as grandes propriedades destinadas a plantação de bambu, cana-de-açúcar, abacaxi, entre outros tipos de culturas. Em seguida aparecem as áreas urbanas com 14,20Km², formadas por pequenas aglomerações distribuídas principalmente ao longo do litoral e em processo de expansão. As áreas de solo exposto ocupam 12,27Km² e necessitam de uma atenção especial, pois esta é a classe de maior fragilidade e onde estão localizadas as feições erosivas de maior magnitude (Voçorocas, Ravinas).

Tabela 9. Área ocupada pelas classes de vegetação/ uso do solo identificadas na APA de Tambaba e seus respectivos valores de vulnerabilidade

VEGETAÇÃO/ USO DO SOLO	VALORES DE VULNERABILIDADE	ÁREA	
		Km2	%
Vegetação Arbórea	1,0	6,65	5,81%
Água	1,0	0,67	0,59%
Vegetação Arbustiva	1,5	47,42	41,43%
Vegetação Herbácea	2,0	5,34	4,67%
Mangue	2,5	2,43	2,13%
Cultura	2,8	25,47	22,26%
Área Urbana	2,9	14,20	12,41%
Solo Exposto	3,0	12,27	10,72%
Total		114,46	100,00%

Com a elaboração do mapa de Vegetação/uso do Solo (Figura 11) e atribuição de valores de vulnerabilidade para cada classe, constatou-se que a APA de Tambaba encontra-se oscilando entre a situação de média vulnerabilidade e de instabilidade, caracterizando um estado de desequilíbrio ambiental, pois a vegetação primária foi retirada, acentuando-se os processos de morfogênese, facilitando a erosão nas vertentes e perda de material para o curso dos rios. Os resultados das análises demonstram que para obter-se o equilíbrio ambiental da área são necessárias medidas urgentes de recuperação dos ambientes naturais (Figura 12).

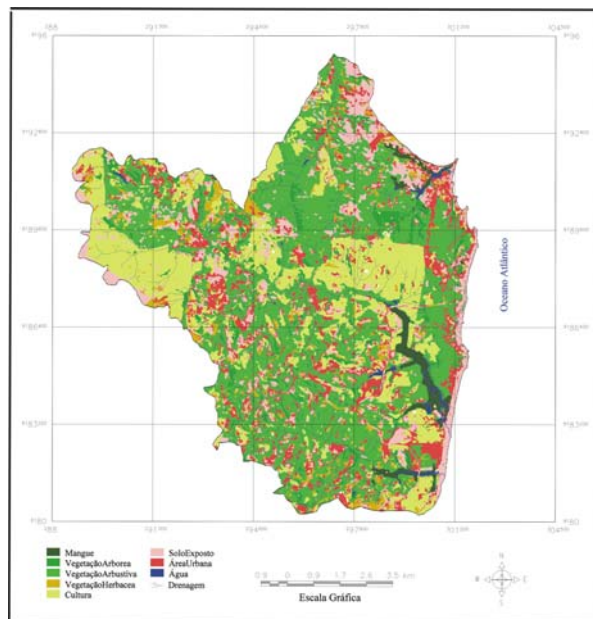


Figura 11. Vegetação/uso do solo da APA de Tambaba

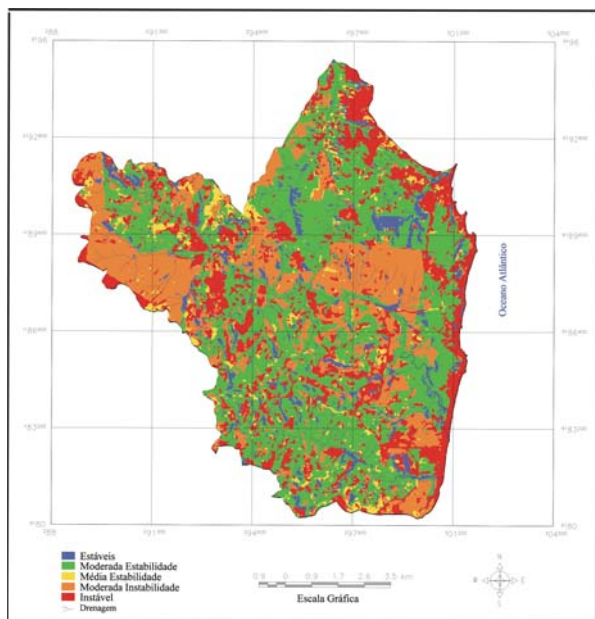


Figura 12. Vulnerabilidade para o tema vegetação/uso do solo

Vulnerabilidade Física da APA de Tambaba

A vulnerabilidade física da APA foi determinada para cada Unidade Territorial Básica – UTB. Foram consideradas como UTB's as unidades do relevo identificadas anteriormente. Com os valores de vulnerabilidade para cada tema (geologia, geomorfologia, pedologia, clima e vegetação/uso do solo) dispostos em uma grade regular, eles foram integrados via programação LEGAL gerando uma nova grade regular com diversas combinações entre os temas analisados, que após o fatiamento das classes gerou o mapa de vulnerabilidade física da APA de Tambaba, classificando cada UTB de acordo com suas características físicas nas cinco classes morfofodinâmicas.

A partir do mapa de vulnerabilidade pode-se observar que apenas uma insignificante (0,01%) parcela da área de estudo apresenta altos graus de vulnerabilidade física, estando associada aos meios fortemente instáveis com vigorosa dissecação do relevo, localizada na UTB das Vertentes no Geossistema das Encostas Escarpadas, com declividade entre 20 e 50% ou superior a 50%, meios estes encontrados principalmente nas áreas costeiras onde há ocorrência de voçorocas.

À UTB da Planície Marinha e Fluvial está associada uma parcela de 5,71Km² da área com moderado grau de instabilidade, que aparece associada ao Geossistema das Encostas Escarpadas e ao Geossistema Aluvial. No extremo oposto, os meios estáveis com cobertura vegetal densa e predomínio de processos de pedogênese estão concentrados (0,26Km²) nas áreas com declividade inferior

a 2% referente a UTB dos Topos Planos. Em seguida aparecem os meios de moderada estabilidade, que ocupam 8,56% da área, predominando, sobretudo nas UTB's dos Topos Planos com 6,06Km². Desta forma, predominam fortemente nesta área de estudo os meios intermediários com balanço entre as interferências morfofogenéticas e pedogénéticas, que ocupam 92,73Km² (76,47%) da área, predominando em todas as UTB's, com exceção da UTB da Planície Marinha, mas com maior ênfase na UTB das Vertentes com 61,83Km² (Tabela 10 e Figura 13).

Tabela 10 - Vulnerabilidade física da APA de Tambaba

Categoria Morfofodinâmica	Unidades Territoriais Básicas – UTB'S (Área em Km ²)					(%)
	Topos Plano	Vertentes	Planície Fluvial	Planície Marinha	APA	
Estáveis	0,26	0,01	0,00	0,00	0,27	0,28%
Mod. Estabilidade	6,06	3,59	0,01	0,14	9,80	13,22%
Média Estabilidade	16,65	61,83	14,00	0,25	92,73	76,47%
Mod. Instabilidade	0,30	5,62	5,24	0,48	11,64	10,02%
Instável	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01%
TOTAL					114,46	100,00%

Figura 13. Vulnerabilidade física da APA de Tambaba

Conclusões

Com a confecção dos mapas temáticos de geologia, geomorfologia (declividade), pedologia, hidrografia e vegetação/uso atual do solo, foi possível analisar as particularidades de cada tema e identificar a vulnerabilidade individual, sendo tal procedimento essencial para uma posterior análise integrada dos temas.

Na área de estudo a cobertura vegetal é predominantemente secundária com poucas áreas com remanescentes da vegetação original, no entanto essa cobertura vegetal (secundária e original) exerce forte influência no controle dos processos morfofogenéticos devendo-se, portanto ser averiguada a adaptação das atividades desenvolvidas à sua vocação de uso frente à sensibilidade apresentada pela paisagem. Verificou-se que embora tenham sido identificadas áreas com ocorrência de solos mais favoráveis às atividades agro-produtivas, as técnicas de manejo devem considerar a sensibilidade diferencial existente na paisagem, levando em conta que há situações em que o uso direto dos recursos deve ser evitado ou considerado apenas para atividades econômicas alternativas.

Na APA de Tambaba, os processos erosivos são bastante atuantes, o que pode ser observado pela extensão e quantidade de voçorocas ativas e de erosões laminares observadas *in loco*. Durante o período de estudo, e durante as diferentes visitas realizadas à região constatou-se que a maioria das áreas são utilizadas para cultivo e especulação

imobiliária, apresentando solo exposto, com grande número de trilhas, permitindo uma atuação mais eficiente do escoamento superficial e conseqüentemente a formação de sulcos que podem evoluir até atingir o estágio de voçorocas. Propõe-se a adoção de uma política de reflorestamento com espécies nativas na faixa de preservação permanente.

As técnicas e ferramentas de SIG utilizadas, aliadas ao uso de estudos ecodinâmicos corresponderam aos propósitos de tal estudo, sendo a criação do banco de dados de consulta espacial em ambiente *Spring* um importante subsídio para as ações de planejamento territorial. As técnicas de geoprocessamento foram essenciais para a geração do mapa-síntese de vulnerabilidade física e do mapa final com as zonas de uso, uma vez que a geração destes só foi possível pela sobreposição dos mapas temáticos, armazenados no sistema de geoprocessamento Spring 4.1.1. As funções de manipulação, análise e geração de cartas deste software, que foram utilizadas neste trabalho, mostraram-se eficientes para o tratamento, cruzamento, sobreposição, re-classificação e a apresentação final dos mapas temáticos.

A análise complexa e integrada do meio ambiente e de suas relações interdependentes com a sociedade tem nos geossistemas uma ferramenta bastante útil que possibilita estudos envolvendo a integração de variáveis ambientais, importantes ao planejamento e gestão ambiental. Tal integração entre as metodologias serviu perfeitamente aos resultados finais pretendidos.

Ressalta-se a extrema necessidade de um controle efetivo das atividades desenvolvidas no território da APA, visto que a média estabilidade e moderada instabilidade do meio físico apresentada em grande parte de seu território, condicionam uma situação preocupante. Espera-se que este trabalho possa contribuir para a realização do Zoneamento Ecológico Econômico da área em estudo e de outras Unidades de Conservação.

Referências

- ALMEIDA, J.A.C. 1989. Geologia e aspectos paleontológicos da folha Jacumã, sub-bacia de Alhandra, bacia Pernambuco-Paraíba - relatório de graduação. Recife: UFPE.
- ALMEIDA, J.R. & TERTULIANO M.F. 1999. Diagnose dos sistemas ambientais: métodos e indicadores. In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (Org.). Avaliação e perícia ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- BECKER, B.K. & EGLER, C.A.G. (responsáveis técnicos). 1996. Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA; Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - SAE/PR.
- BERTRAND, G. 1972. Paisagem e geografia física global – esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra 13. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia,
- CARVALHO, M.G.R.F. 1982. Estado da Paraíba: classificação geomorfológica. João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V. & BARBOSA, C.C.F. 2001. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. São José dos Campos: INPE, jun. 113p. (INPE-8454-RPQ/722).
- DREW, D. 1998. Processos interativos homem - meio ambiente. Trad. João Alves dos Santos. 4. edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- EHRLICH, P.R. 1993. O mecanismo da natureza: o mundo vivo à nossa volta, e como funciona. Trad.: Waltensir Dutra. Rio de Janeiro: Campus.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA, Produção de informação, 412p.
- FREITAS, M.W.D.; CARVALHO, V.C.; CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S. & ESPIG, S.A. 2005. Aplicações de geoprocessamento no estudo dos geossistemas e Zoneamento Ecológico-Econômico de Serra das Almas (CE/PI). Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, p. 2153-2160.
- GOVERNO DE PERNAMBUCO. 2003. Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco Recife: Companhia Pernambucana do Meio Ambiente-CPRH, 214p.
- MAPA PEDOLÓGICO DO ESTADO DA PARAÍBA. 1995. Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. João Pessoa, Governo do Estado da Paraíba: SCIENTEC-Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Supervisão: José Bezerra dos Santos, Geógrafo.
- MEDEIROS, J.S. 1999. Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território. Tese de doutorado. São Paulo: Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

- MONTEIRO, C.A.F. 2000. Geossistemas: a História de uma Procura. São Paulo: Contexto.
- MORAES, A.C.R. 1999. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil; elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Huicitec; Edusp.
- NEVES, S.M. 1993. Análise geo-ambiental do litoral sul da Paraíba: Pitimbu-Caaporã. Dissertação de Mestrado. Recife: Universidade Federal de Pernambuco.
- ROCHA, J.S.M. 1997. Manual de Projetos Ambientais. Santa Maria: Imprensa Universitária.
- ROSS, J.L.S. 1990. Geomorfologia: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, Coleção Repensando a Geografia.
- SCARDOELLI, L.Y.; OSNATEL, L.H.; CASTRO, L.R.; CIDES, P.R. & PERIN, P.C. 2003. SIG – Sistema de Informação Geográfica. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção.
- SOTCHAVA, V.B. 1977. O Estudo de Geossistemas. São Paulo: Métodos em Questão, 16, IGEOG-USP.
- SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. 1972. Inventário exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba e Interpretação para o uso agrícola dos solos do estado da Paraíba . Rio de Janeiro, 683 p. (Boletim Técnico, 15 da Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo do Ministério da Agricultura - Série Pedologia, 8 da Divisão de Agrologia do Departamento de Recursos Naturais da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste). CDU 631.4 (813.3).
- TRENTIN, G. WACHHOLZ, F.; STRASSBURGER, L. & PEREIRA FILHO, W. 2004. A influência da declividade no uso da terra na bacia hidrográfica do rio Tigre, Severiano de Almeida/RS. [Rio de Janeiro]: [s. n.], In: <http://www.lead.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_038.htm> Acessado em: Janeiro de 2005.
- TRICART, J. 1977. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, (Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- _____. 1982. Paisagem e Ecologia. São José do Rio Preto: IBILCE, UNESP, 55p.
- VILLELA, S.M. & MATTOS, A. 1975. Hidrologia aplicada. 1ª edição, São Paulo: Editora McGraw Hill do Brasil.