

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ELABORAÇÃO DE MAPAS BÁSICOS PARA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO ABIAÍ-PAPOCAS

Ivanhoé Soares Bezerra¹; Tarciso Cabral da Silva²; Ícaro de França Albuquerque³ & Andréa Karla Gouveia Cavalcante⁴

RESUMO – A vulnerabilidade é definida como sendo um conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto dos perigos. Como a Bacia do rio Abiaí-Papocas é considerada a principal reserva hídrica nos próximos anos para a região metropolitana de João Pessoa, na região litorânea sul do estado da Paraíba, e esta vem sofrendo pressões antrópicas, se faz necessário a avaliação do nível de vulnerabilidade geoambiental da Bacia Abiaí-Papocas, como elemento para o subsídio de ações a serem desenvolvidas no local. Para calcular este grau de vulnerabilidade se fez necessário a criação de mapas temáticos que serviram como base para o cálculo do grau de vulnerabilidade. A elaboração destes mapas em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) é tida como o objetivo deste trabalho, e são eles: geologia, pedologia, geomorfologia, uso e ocupação do solo e climatologia.

ABSTRACT– The vulnerability is defined as a set of processes and conditions resulting from physical, social, economic factors that increase the susceptibility of a community to the impact of hazards. As the Abiaí-Papocas watershed is considered the main water reserve in the coming years for the metropolitan area of João Pessoa, in the south coastal region of the Paraíba state, and this has been suffering from human pressures, it is necessary to calculate the level of vulnerability environmental to Abiaí-Papocas watershed. The aim is to get subsidies elements for the actions to be undertaken at the site. To calculate this degree of vulnerability was necessary to create thematic maps that were the basis for calculating the degree of vulnerability. The elaboration of these maps in GIS (Geographic Information System) is the main objective of this work, and they are: geology, pedology, geomorphology, land use and climate.

Palavras-Chave – Bacia Hidrográfica, SIG, Vulnerabilidade Ambiental

1) Engenheiro Ambiental - Mestrando em Engenharia Urbana e Ambiental - Universidade Federal da Paraíba –UFPB - Av. Júlia Freire, 1200, Sala 809, Expedicionários, João Pessoa, PB. Fone: 83 3224-7168, E-mail: ivanhoe.bezerra@gmail.com

2) Professor Titular - Universidade Federal da Paraíba – UFPB fone 83 32167684 e-mail: tarcisocabral@yahoo.com.br

3) Aluno de graduação em Eng. Ambiental Bolsista Iniciação Científica – UFPB fone 83 32167684 e-mail: icarodafranca@hotmail.com

4) Mestranda em Engenharia Urbana e Ambiental - UFPB fone 83 32167684 e-mail: andreakarla18@hotmail.com

1 - INTRODUÇÃO

O crescimento populacional expressivo e o surgimento de aglomerados urbanos, notadamente vêm agravando o problema de escassez hídrica, a oferta, disponibilidade e qualidade são fatores determinantes para sobrevivência humana. Mesmo países com grande disponibilidade hídrica já começam a enfrentar problemas relacionados à falta deste recurso natural em algumas regiões.

O Brasil não se isola deste contexto, mesmo tendo a maior reserva hídrica do mundo. Na região nordeste devido as suas características climáticas tem esse problema agravado, principalmente nos estados da Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará. No caso da Paraíba a situação é ainda mais grave haja vista que nenhum rio afluí ao seu território, com exceção de um pequeno curso d'água com nascentes em Pernambuco, na bacia do rio Abiaí-Papocas.

Este ponto reforça a necessidade de melhor conservação dos escassos recursos hídricos existentes. Esta passa pela obrigatoriedade da realização de estudos mais aprofundados de caráter geoambiental das bacias destinadas ao fornecimento de água ao consumo humano, como é o caso da Bacia do Abiaí-Papocas, no litoral Sul do Estado da Paraíba.

A Bacia do rio Abiaí-Papocas foi definida como a principal reserva hídrica nos próximos anos para a região metropolitana de João Pessoa, esta que já ultrapassa um milhão de habitantes, o que corresponde a cerca de um terço da população do estado da Paraíba. Pode-se considerar que a bacia vem sofrendo pressões antrópicas devido a fatores como a duplicação da rodovia que liga Paraíba a Pernambuco, a valorização urbanística advinda da expansão turística, a expansão agrícola, afora a industrialização crescente no seu espaço geográfico.

Devido a sua importância se faz necessário, neste momento, a avaliação do nível de vulnerabilidade geoambiental da Bacia Abiaí-Papocas, como elemento que venha subsidiar ações a serem desenvolvidas nesta região. Para cumprir com este objetivo, foi necessária a criação de mapas temáticos que serviram como base para o cálculo do grau de vulnerabilidade. A elaboração destes mapas temáticos em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) é tida como o objetivo deste trabalho, e são eles: geologia, pedologia, geomorfologia, uso e ocupação do solo e climatologia.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

A vulnerabilidade em estudos ambientais é definida com sendo um conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, o qual aumenta a suscetibilidade de uma comunidade (elemento em risco) ao impacto dos perigos (Tominaga, et al. 2009).

A análise da vulnerabilidade se pauta no conceito de Unidade de Paisagem Natural, que conforme Crepani *et al.* (2001) tratam-se de unidades territoriais básicas, que agrupam um determinado espaço ambiental com suas características físicas, os eventos e interações que nesse ocorrem. Sendo essencial em seu estudo o conhecimento da gênese, constituição física, forma e estágio de evolução e cobertura vegetal. O resultado das diversas interações então é representado em forma de imagens.

Ao longo dos anos diversas metodologias foram sendo desenvolvidas para calcular o grau de vulnerabilidade de uma determinada região. No Brasil, Crepani *et al.* (2001) propôs uma metodologia da avaliação da vulnerabilidade à perda de solo que considera os fatores ambientais e antrópicos, sendo essa pautada nos conceitos da Ecodinâmica associada à utilização de imagens de satélite, permitindo assim uma visão sinótica, repetitiva e holística da paisagem.

A metodologia de Crepani *et al.* (2001) se encontra bastante difundida: Gomes (2005) utilizou essa metodologia para avaliar a vulnerabilidade em região semi-árida de Parnamirim, estado de Pernambuco; Ribeiro & Campos (2007) utilizaram na Região do Alto Rio Pardo, em Pardinho, São Paulo; Santos e Sobreira (2008) estudaram a vulnerabilidade natural na região do alto Rio das Velhas, estado de Minas Gerais; Pedrosa (2008) estudou a região da bacia do Rio Gramame, no estado da Paraíba; Morrete *et al.* (2010) aplicaram-na a Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado, em Morretes, no estado do Paraná; e Mota & Valladares (2011) estudaram a degradação da Bacia do Acaraú, no estado do Ceará.

Nesse panorama nota-se que a metodologia proposta por Crepani *et al.* (2001) vem sendo utilizada desde regiões semiáridas, a regiões com climas mais amenos, com grande diversidade de características físicas como também antrópicas.

De acordo esta metodologia, para caracterizar e calcular o nível de vulnerabilidade de uma região deve-se ter em mãos, informações temáticas como geologia, geomorfologia, solos, vegetação e clima da área de estudo. Estas informações devem ser apresentadas através de mapas temáticos e através destes é elaborada a carta de vulnerabilidade natural à perda de solo. Por fim, calcula-se a vulnerabilidade através de um modelo empírico (Equação 1) que se aplica individualmente a cada unidade territorial básica, considerando as informações já apresentadas anteriormente: geologia (G), geomorfologia (R), solos (S), vegetação (Vg) e clima (C). A média aritmética irá associar o grau de vulnerabilidade dentro da escala de vulnerabilidade natural a perda de solo.

$$V = (G + R + S + Vg + C)/5 \quad (01)$$

A escala de vulnerabilidade natural à perda de solo (Figura 1) varia conforme a categoria morfodinâmica, onde os valores mais próximos a 1,0 correlacionam-se com maior estabilidade, valores em torno de 2,0, estabilidade intermediária e valores próximos a 3,0 são os mais instáveis e logo vulneráveis.

UNIDADE DE PAISAGEM		MÉDIA		GRAU DE VULNERAB.	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		MODERADAM. VULNERÁVEL	255	204	0	
U6	L	2,5	E		255	255	0	
U7	N	2,4	S		204	255	0	
U8	E	2,3	T		153	255	0	
U9	R	2,2	A	MEDIANAM. 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	MODERADAM. ESTÁVEL	0	255	102	
U14	I	1,7	D		0	255	153	
U15	D	1,6	A		0	255	204	
U16	A	1,5	D		0	255	255	
U17	D	1,4	E	ESTÁVEL	0	204	255	
U18	E	1,3			0	153	255	
U19		1,2			0	102	255	
U20		1,1			0	51	255	
U21		1,0			0	0	255	

Figura 1 - Escala de Vulnerabilidade Natural à Perda de Solo.
Fonte: Crepani et al (2001)

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são de grande utilidade em estudos de vulnerabilidade ambiental. Segundo Câmara *et al* (2005), um SIG pode ser conceituado como um sistema que realiza o tratamento computacional de dados geográficos. Dentro de um SIG podem ser integrados diversos dados geográficos como dados censitários, imagens de satélite, modelo numérico de terreno, etc., possibilitando o cruzamento entre estes planos de informação e a recuperação dos dados fornecidos. Dentro de um ambiente SIG é possível gerar os mapas temáticos necessários à vulnerabilidade ambiental à perda de solo, como: solos, vegetação, geologia, geomorfologia e clima assim como sobrepor e recuperar estas informações com base no cruzamento entre estes mapas.

3 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é a Bacia do Rio Abiaí-Papocas, a qual tem uma área de 462km² e se localiza entre os paralelos 7°32'S e 7°18'S e os meridianos 36°08'O e 34°48'O, na interface entre a

zona da mata paraibana e pernambucana, compreendendo parte dos municípios de Pedras de Fogo, Alhandra, Pitimbu e Caaporã no Estado da Paraíba, e os municípios de Itambé e Goiana no estado de Pernambuco (Figura 2).

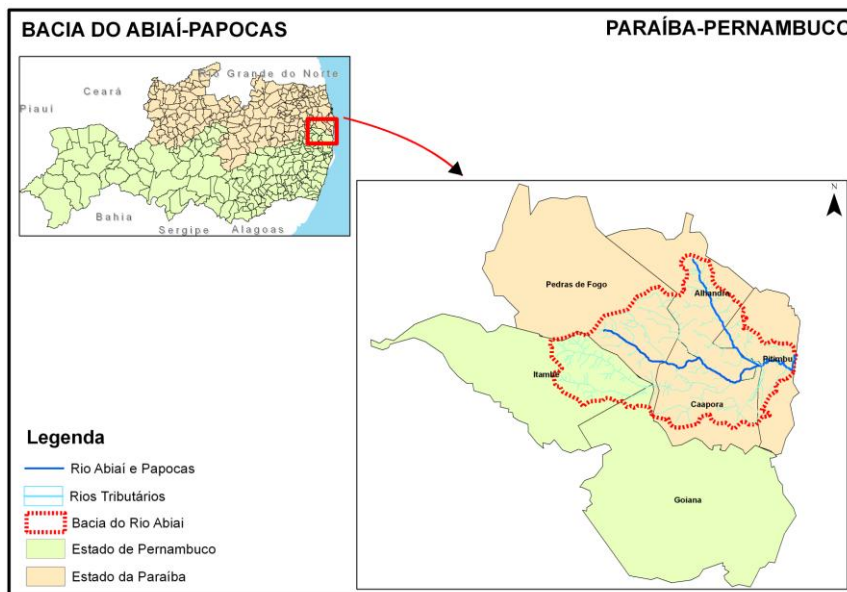


Figura 2 - Localização da bacia do Abiaí-Papocas.

A Bacia do Abiaí-Papocas é considerada o principal manancial para reforço ao abastecimento da Região metropolitana de João Pessoa, com viabilidade de captação para suprimento das necessidades até o ano de 2030 (PARAÍBA, 2000).

No entanto apesar da definição de sua viabilidade, não foram realizados novos estudos com fins de se identificar suas características ambientais e possíveis vulnerabilidades a qual essa se encontra sujeita. A análise de vulnerabilidade geoambiental da Bacia do Abiaí-Papocas propõe ser o instrumento de planejamento dos gestores públicos, oferecendo subsídios que permitam que esse identifique o quanto vulnerável à bacia se encontra a perda de solo. Mafra apud Mota & Valladares (2011) considera que deve ser incorporado ao planejamento do uso do solo, o estudo da erosão, incluindo os fatores relacionados à atuação dos processos erosivos e à detecção das áreas mais susceptíveis (atual e potencial), com o objetivo de regular as ações sobre as mesmas, buscando uma incidência mínima de uso para evitar os prejuízos sobre as atividades humanas e sobre o meio ambiente. No caso da Bacia do Abiaí-Papocas, mas especificamente, planejar a ocupação do solo de forma a evitar a perda da qualidade da água.

3 - METODOLOGIA

A análise da vulnerabilidade natural à perda de solo proposto por Crepani *et al.* (2001) tem como subsídios cinco temáticas básicas, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e climatologia.

Esses temas estão disponíveis em diversas bases, contudo, em escalas, sistema de projeção e épocas diferentes de elaboração, o que obriga a uma homogeneização das informações de forma a permitir à álgebra de mapas necessária a definição da vulnerabilidade.

A Bacia do Rio Abiaí-Papocas se configura como uma bacia hidrográfica pertencente a dois estados, o da Paraíba e de Pernambuco, o que obrigou a integração das informações disponíveis de forma a se obter uma base cartográfica única, até então inexistente.

3.1 - Homogeneização e tratamento dos dados

Os dados básicos para elaboração das diversas temáticas se encontravam em meio digital em formato CAD – *Computer Aided Design* e em meio analógico. Essas bases foram construídas utilizando técnicas diversas de mapeamento, sistemas de projeção diversos e escalas que variavam de 1:25.000 a 1:100.000.

Todos os dados foram convertidos para formato *Shapefile* e reprojetados para o Sistema de Projeção SIRGAS 2000, sendo definido como escala do mapeamento a 1:100.000. Todos os mapas foram elaborados usando o software ArcGis 10.1.

3.2 - Elaboração do tema Geologia da Bacia do Abiaí-Papocas

O mapa geológico da Bacia do Abiaí-Papocas fora elaborado a partir de dados disponíveis para o estado da Paraíba, na base de dados da Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Ciência e Tecnologia - SERHMACT, e para o estado de Pernambuco, na base de dados, disponibilizadas pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

3.3 - Elaboração do tema Geomorfologia da Bacia do Abiaí-Papocas

O Mapa Geomorfológico da Bacia do Abiaí-Papocas fora elaborado a partir das curvas de nível extraídas das Cartas Topográficas da SUDENE, correspondente às folhas: SB.25-Y-C-II-4-NE, SB.25-Y-C-II-4-SE, SB.25-Y-C-III-3-NE, SB.25-Y-C-III-3-NO, SB.25-Y-C-III-3-SE, SB.25-Y-C-III-3-SO, SB.25-Y-C-IV-1-NO e SB.25-Y-C-IV-1-NE, todas em escala 1:25.000. Para o tal se utilizou de software de CAD – *Computer Aided Design*, sendo digitalizadas as curvas de nível das cartas escaneadas em resolução de 300dpi.

Crepani *et al.* (2001) consideram que o tema geomorfológico deve se pautar nos índices morfométricos do terreno, sendo eles, dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade.

Para a obtenção da dissecação do relevo pela drenagem, definiu-se como unidades territoriais básicas as sub-bacias do Rio Abiaí-Papocas, utilizando a densidade de drenagem, ou seja, razão entre a área das sub-bacias e o comprimento dos canais. Para a definição da amplitude altimétrica e declividade tomou-se como base as curvas digitalizadas e utilizou-se o software comercial TopoEVN para seu cálculo.

Tomando os índices morfométricos como referência se elaborou a carta geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Abiaí-Papocas.

3.4 - Elaboração do tema Pedológico da Bacia do Abiaí-Papocas

O Mapa Pedológico da Bacia do Abiaí-Papocas foi elaborado a partir dos levantamentos de solo realizados pela SERHMACT para o estado da Paraíba e os realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA para o estado de Pernambuco.

3.5 - Elaboração do tema Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Abiaí-Papocas

O Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Abiaí-Papocas foi elaborado a partir de Imagem de Satélite Landsat 5, referente ao ano de 2006, disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As imagens foram tratadas no software SPRING 5.1, sendo realizada a segmentação da imagem e posterior classificação sendo definidos os usos do solo na bacia. O mapa apresentado se trata de estudo preliminar, tendo em vista que ainda se faz necessário a coleta de dados em campo para refinamento do resultado.

3.6 - Elaboração do tema Climatológico da Bacia do Abiaí-Papocas

O Mapa Climatológico da Bacia do Abiaí-Papocas foi elaborado com base nos dados disponíveis no Atlas Climatológico do Estado da Paraíba (VAREJÃO-SILVA, 1984). Para a definição da precipitação média mensal utilizou-se o Mapa de Isoietas Anuais, sendo então calculando a precipitação média mensal, tomando como referência que a região apresenta seis meses chuvosos.

4 - MAPAS DE SUBSÍDIO A ANÁLISE DA VULNERABILIDADE

4.1 - Mapa Geológico da Bacia do Abiaí-Papocas

Analisando a geologia da Bacia do Rio Abiaí-Papocas verifica-se a predominância de terrenos sedimentares pertencentes ao Grupo Barreiras do Terciário, Formação Beberibe do Terciário, Formação Gramame do Terciário e Depósitos Aluvionares do Período Quaternário. Ocorrem também de modo não tão significativo Granitoides Indiscriminados, Complexo Vertente e Complexo Salgadinho relacionados ao Pré-Cambriano rebordo do Planalto do Borborema (Figura 3).

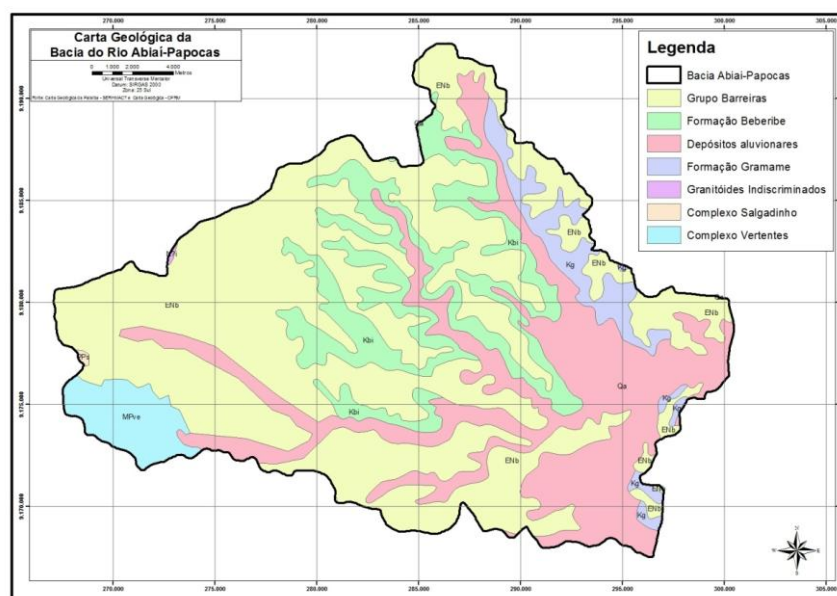


Figura 3 - Mapa Geológico da Bacia do Abiaí-Papocas

4.2 - Mapa Geomorfológico da Bacia do Abiaí-Papocas

Na carta geomorfológica (Figura 4) se observa os compartimentos morfogenéticos onde se destacam as formas cujos processos de dissecação são evidenciados pelo relevo plano e suave ondulado, ainda se observando grandes evidências do processo de dissecação nos setores onde o relevo é mais pronunciado se caracterizando por um relevo forte ondulado e vertentes pronunciadas.

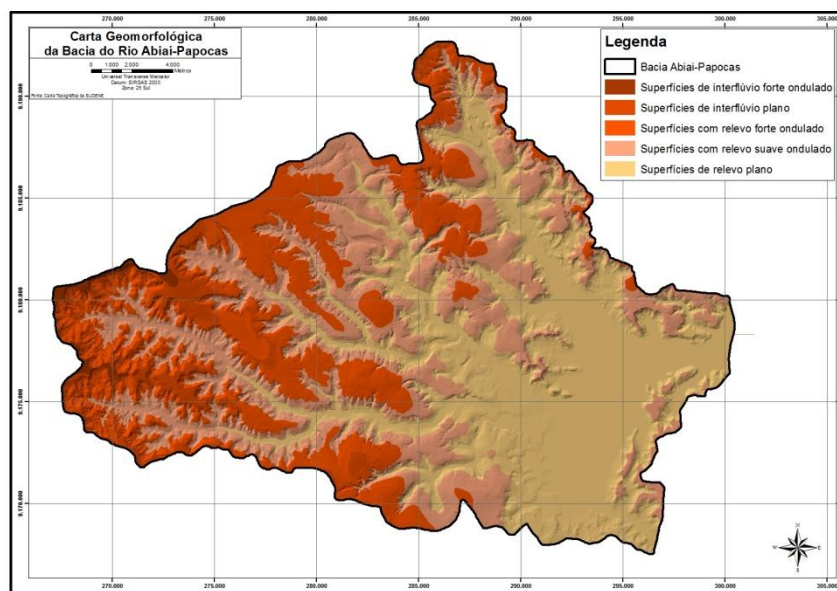


Figura 4 - Mapa Geomorfológico da Bacia do Abiaí-Papocas

4.3 - Mapa Pedológico da Bacia do Abiaí-Papocas

Analisando a distribuição dos solos na Bacia do Abiaí-Papocas verifica-se a predominância de solos do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, Espodosolos e Latossolos, e ocorrendo com menor expressividade Gleissolos, Organossolos e Neossolos Flúvicos. (Figura 5).

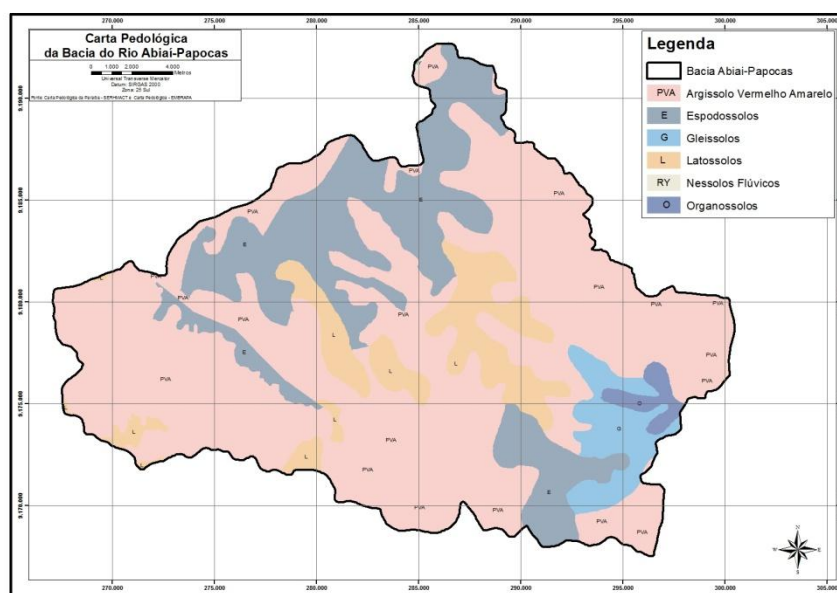


Figura 5 - Mapa Pedológico da Bacia do Abiaí-Papocas

4.4 - Mapa de Vegetação e Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Abiaí-Papocas

Na Bacia do Abiaí-Papocas observou-se na escala de mapeamento definida, oito formas de uso e ocupação do solo, conforme se verifica na Figura 6. Pode-se constatar que o uso primordial da bacia é a Exploração Agropecuária (Cana-de-Açúcar, Bambu, Pecuária Bovina e Cultura de Subsistência), podendo ainda se identificar áreas urbanas (principalmente a sede do município de Alhandra, Caaporã e Itambé, e localidade como Mata Redonda), cobertura vegetal do tipo Mata Atlântica e Mangue, e em pequena escala uso industrial e de mineração.

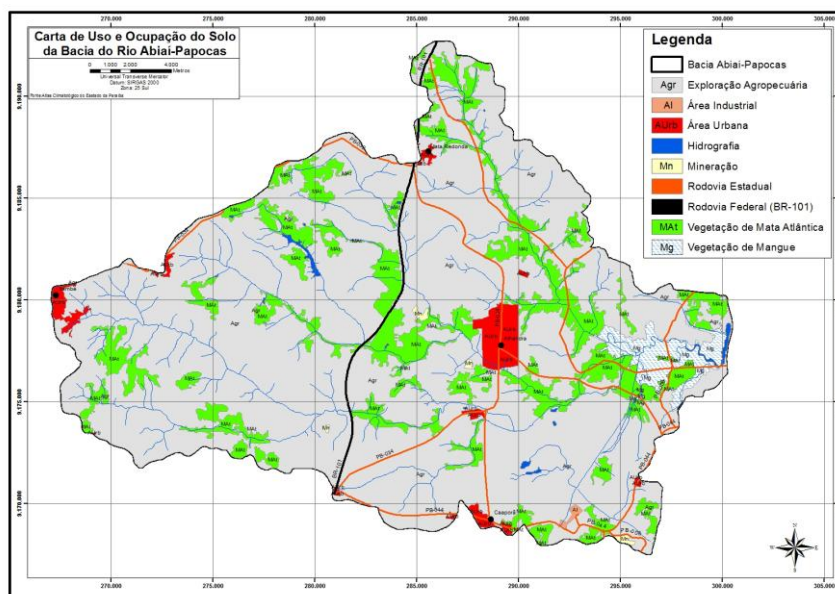


Figura 6 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Abiaí-Papocas

4.5 - Mapa Climatológico da Bacia do Abiaí-Papocas

Observa-se que a Bacia do Abiaí-Papocas (Figura 7), segundo Varejão-Silva (1984) compreende duas classificações climáticas de Köppen, a Asi, clima tropical úmido, apresentando verão seco sendo a variação da temperatura média mensal do ar ao longo do ano praticamente desprezível e a Aw'i, clima tropical úmido com estação seca transladada do inverno para o outono e características térmica iguais a da Asi. No que se refere às faixas de intensidade pluviométrica mensal são observadas três faixas de intensidade pluviométrica de 200mm/mês no alto curso, 233 mm/mês no médio curso e 267 mm/mês no baixo curso.

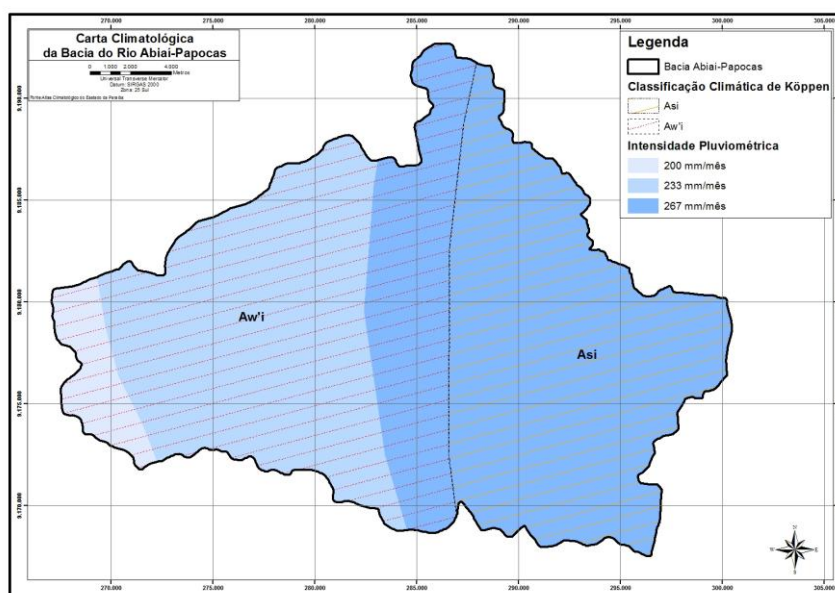


Figura 7 - Mapa Climatológico da Bacia do Abiaí-Papocas

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do tratamento das diversas bases cartográficas existentes foi possível a geração das temáticas básicas que subsidiarão o estudo da vulnerabilidade geoambiental da bacia hidrográfica do Abiaí-Papocas. Todas elas se encontram em um mesmo sistema cartográfico o que facilitará o processo de álgebras de mapas necessário ao cálculo da vulnerabilidade.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂMARA, G; CASANOVA M.; DAVIS, C; VINHAS, L.; RIBEIRO, G. (Editores), *Bancos de Dados Geográficos*. São José dos Campos, MundoGEO, 2005.

CREPANI, E; MEDEIROS, J. S; HERNANDES FILHO, P; 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: MCT/INPE, 2001. 124 pg.

GOMES, A. R. “*Avaliação da vulnerabilidade à perda de solo em região semi-árida utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento – área piloto de Parnamirim (PE)*.” Dissertação de Mestrado. São José dos Campos: INPE. 2005.

MOTA, L. H. S. O. VALLADARES, G. S. “*Vulnerabilidade à degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará*.” Revista Ciência Agronômica. V 42, Nº 1. 2011. Pg. 39-50.

PARAÍBA. “*Sistema Adutor Abiaí-Papocas: Relatório Técnico Preliminar – Relatório Final*.” João Pessoa: Scientec, 2000. 127 pg.

RIBEIRO, F. L.; CAMPOS, S. “*Vulnerabilidade à erosão do solo da Região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP.*” Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V 11, Nº 6. 2007. Pg 628–636.

SANTOS, C. A.; SOBREIRA, F. G.. “*Análise da fragilidade e vulnerabilidade natural dos terrenos aos processos erosivos como base para o ordenamento territorial: o caso das Bacias do córrego Carioca, córrego do Bação e Ribeirão Carioca na região do alto rio das Velhas-MG.*” Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 9, Nº 1. 2008.

TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. “*Desastres naturais: conhecer para prevenir.*” São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 pg.

SILVA-VAREJÃO, M.A, et al. “*Atlas Climatológico da Paraíba*”. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. Núcleo de Meteorologia Aplicada, 1984.