



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

ASPECTOS FÍSICOS E O USO DO SOLO NA
MICROBACIA DO RIO DA RIBEIRA, MUNICÍPIO DE
SANTA RITA - PB

JOÃO PESSOA – PB

SETEMBRO DE 2013

CAIO LIMA DOS SANTOS

**ASPECTOS FÍSICOS E O USO DO SOLO NA
MICROBACIA DO RIO DA RIBEIRA, MUNICÍPIO DE
SANTA RITA - PB**

Monografia apresentada à coordenação do curso de geografia da Universidade Federal da Paraíba, para a obtenção do grau de bacharel no curso de geografia.

Orientador: Prof. Dr. Magno Erasto de Araújo

JOÃO PESSOA – PB

SETEMBRO DE 2013

Catálogo na publicação
Universidade Federal da Paraíba
Biblioteca Setorial do CCEN

S237a Santos, Caio Lima dos.

Aspectos físicos e o uso do solo na microbacia do Rio da Ribeira,
município de Santa Rita - PB / Caio Lima dos Santos. – João Pessoa, 2013.

54p. : il. –

Monografia (Bacharelado em Geografia) Universidade Federal da
Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Magno Erasto de Araújo.

Agradecimentos

- ✓ Agradeço primeiramente a Deus, autor da vida e fonte de toda a força que permite continuar caminhando, mesmo em meio a tantas lutas.
- ✓ A minha família, em especial a minha mãe Rozinalda Silva de Lima, que tanto se dedicou a mim e a meus irmãos, permitindo que eu pudesse alcançar algum horizonte.
- ✓ A Liliane Marques, minha noiva, parceira de todas as horas, que durante a construção desse trabalho teve tamanha paciência e compreensão pelas minhas ausências.
- ✓ Ao meu grande amigo Saulo Vital, pela contribuição na construção dos mapas desse trabalho e na minha formação profissional.
- ✓ Aos meus amigos Aécio Germano, José Jurandir Farias e Célio Bezerra, um pai e dois irmãos que a geografia me deu.
- ✓ A meu orientador, pela paciência e atenção.
- ✓ A todos os professores do curso de geografia da Universidade Federal da Paraíba, em especial ao professor Bartolomeu Israel, por ser referência profissional para mim.
- ✓ A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a minha formação profissional.
- ✓ A todos, muito obrigado.

RESUMO

A forma como o homem tem se apropriado dos recursos naturais, tem se revelado na origem de diversos problemas de ordem ambiental, que vem se refletindo diretamente diminuição dos recursos naturais e na qualidade de vida das pessoas. Os processos erosivos e a perda de solos constituem parte desses processos degenerativos da paisagem natural. A microbacia do Rio da Ribeira, localizada na cidade de Santa Rita, Paraíba, constitui um exemplo atual desses processos que estão diretamente associados à forma de uso do solo. As ações decorrentes, sobretudo, da plantação extensiva de cana-de-açúcar tem se revelado através do desenvolvimento de processos geomorfológicos que marcam a paisagem com feições erosivas como pequenos filetes, sulcos, ravinas e voçorocas, além de uma grande quantidade de leques aluviais que se projetam sobre as baixadas, muitas vezes, sufocando pequenos córregos e nascentes. Afora esses aspectos, deve ser destacada a grande quantidade de agrotóxicos utilizados nessa cultura, que infiltram nos solos, depois ressurgem na superfície através das ressurgências poluindo as águas fluviais. As alterações geomorfológicas existentes na área estão intimamente relacionadas ao intenso uso do solo pela atividade canavieira que se realiza desde o período colonial do Brasil e posteriormente através de dois pequenos núcleos urbanos desenvolvidos na margem esquerda no alto e baixo curso desse rio. Para classificar o relevo e os processos a ele associados, utilizou-se técnicas de sensoriamento remoto e atividades de campo, obtendo-se como produto final os mapas de relevo e de uso e ocupação do solo.

Palavras – Chave: Micro-bacia, Erosão em vertentes, Micro-bacia do Rio da Ribeira.

ABSTRACT

The way the man has appropriated natural resources, has been revealed the source of many problems in the environment, which has been reflected directly decreasing natural resources and quality of life. The erosion and loss of soil are part of these degenerative processes of the natural landscape. The Rio Ribeira's watershed, located in Santa Rita, Paraíba, is a current example of such processes that are directly associated with the form of the land use. Actions arising mainly from the extensive planting of sugar cane has been revealed through the development of geomorphological processes that mark the landscape with erosional features as small fillets, grooves, and gully, plus a large quantity of alluvial fans that protrude over the lowlands, often choking small streams and springs. Aside from these aspects should be highlighted the large amount of pesticides used on this crop, which infiltrate the soil, then reappear on the surface through upwelling polluting the river water. The geomorphological changes in the area are closely related to the intensive use of land for sugar cane cultivation to be held since the colonial period in Brazil and subsequently through two small urban centers developed in the left margin at the top and lower course of this river. To classify the relief and the processes associated with it, we used remote sensing techniques and field activities, obtaining as a final product the relief maps and the use and occupation of land.

Key words: Watershed, erosion on slopes, Rio Ribeira's watershed

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.2. Síntese histórica do processo de ocupação.....	14
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1. Objetivo geral	19
1.3.2. Objetivos específicos	19
2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
2.1. Quadro físico	22
2.1.1 Características Geológicas	22
2.1.2 Unidades Geomorfológicas.....	24
2.1.3 Solos.....	26
2.1.4 Clima.....	26
2.1.5 Vegetação.....	28
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	30
3.1. Geomorfologias no contexto da análise ambiental.....	30
3.2. Erosão.....	33
3.3. Capacidade de Uso da Terra.....	36
3.4. Mapeamento geomorfológico.....	37
4. MATERIAIS E MÉTODO	40
4.1. Delimitação da área de estudo	40
4.2. Mapa de uso e ocupação do solo	41
4.3. Trabalhos de campo.....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1. Uso e Ocupação do Solo.....	42
5.2. As unidades geomorfológicas e os processos associados.....	46
5.2.1. Tabuleiros Costeiros	46

5.2.2. Vertentes	47
5.2.3. Planície Fluvio-marinha	50
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
REFERENCIAS	55

Lista de Figuras

Figura 1	Localização da Área de Estudo	20
Figura 2	Localização dos Núcleos Urbanos na Microbacia do Rio da Ribeira	21
Figura 3	Mapa de Uso e Ocupação do Solo.....	45
Figura 4	Unidades Geomorfológicas da Microbacia do Rio da Ribeira.....	52

Lista de Fotos

Foto 1	Ruínas do Engenho Gargaú.....	16
Foto 2	Visão externa da Capela de Santana.....	16
Foto 3	Visão interna da Capela de Santana.....	17
Foto 4	Processo erosivo (erosão linear).....	48
Foto 5	Formação de uma ravina observada na porção somital da vertente localizado entre o Povoado do Aterro e o Distrito de livramento.....	48
Foto 6	Colocação de sacos de areia no intuito de conter a erosão na vertente.....	48
Foto 7	Voçoroca formada na área urbana do Distrito de Livramento.....	49
Foto 8	Exposição de raízes das árvores evidenciando o processo erosivo.....	50

Lista de Gráficos

Gráfico 1	Médias Pluviométricas para a cidade de João Pessoa, entre o período de 1961-1990.....	27
Gráfico 2	Médias de Temperatura para a cidade de João Pessoa, no período de 1961 a 1990.....	28
Gráfico 3	Classificação do Uso do Solo.....	42

1INTRODUÇÃO

O relevo terrestre é resultado da relação estabelecida entre os processos tectônicos e as ações climáticas, onde o primeiro atua na sua formação e o segundo é responsável pelo seu modelado. Dessa forma, obtemos uma diversidade de formas de relevo e processos geomorfológicos atuantes em toda a superfície terrestre, estando esses intimamente ligados as características naturais de cada lugar.

As diversas atividades humanas são desenvolvidas de modo direto ou indireto sobre a superfície terrestre, ou seja, sobre uma ou mais unidades geomorfológicas. No entanto, observa-se que na maioria das vezes o desenvolvimento dessas atividades não considera as características e os processos naturais que ocorrem nos sistemas terrestres, não havendo, portanto, uma relação harmônica entre homem e meio. Diante disso, pode-se afirmar que ocupação e o uso do solo de maneira indevida pelas ações humanas ao longo da história têm deixado profundas cicatrizes no meio ambiente e alterado drasticamente a dinâmica da natureza.

A geomorfologia tem grande importância no reconhecimento do papel da ação do homem nos processos geomorfológicos e na evolução das formas de relevo, ou seja, o homem agindo como um agente geomorfológico (Guerra, *et al*, 2012). Segundo Hart (1986 apud Guerra, 2012), na medida em que o homem usa uma porção da superfície terrestre, ele tem que conhecer as formas de relevo, solos, rochas, recursos hídricos, etc.

Os diversos danos ambientais causados pelas ações humanas, que neste trabalho são representados pelos processos erosivos e suas consequências, vão além da problemática ambiental e tornam-se também um problema de ordem social, pois o processo de erosão e a consequente perda de solo, a contaminação e o assoreamento dos corpos hídricos, por exemplo, afetam diretamente o desenvolvimento social como um todo, uma vez que diminuem a disponibilidade de recursos naturais, extremamente necessários para o desenvolvimento das diversas atividades humanas.

O solo constitui a base da atividade agrícola, de onde provem o alimento consumido pelas pessoas, além de fornecer matéria-prima para a indústria. Os corpos hídricos atuam diretamente na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e geossistemas terrestres, pois a água se constitui como fator básico para a manutenção da vida no planeta, e extremamente necessária para a realização de diversas atividades humanas.

Diante da problemática que envolve o desenvolvimento humano no aspecto social com a real necessidade de preservação do meio ambiente e de seus recursos, faz-se necessário cada vez mais compreender a sua dinâmica e como se dá a sua evolução e transformações no tempo e no espaço, para que assim se obtenha um satisfatório desenvolvimento humano, juntamente com a preservação da natureza.

Com base nessa compreensão e observando a paisagem ao longo do estuário do Rio Paraíba, foi possível perceber que muitos espaços de grande beleza cênica e de fortes atributos naturais estavam sendo fortemente alterados, encontrando-se em forte alteração de sua dinâmica natural.

Passando por essa área, numa estrada de terra que liga a BR 101 ao Distrito de Forte Velho, Município de Santa Rita – PB observa-se a ocorrência de vários processos erosivos ao longo da estrada, que se apresenta rodeada por plantações de cana-de-açúcar em grande parte de sua extensão. Nota-se que essa atividade agrícola se estabelece no lugar onde segundo textos encontrados em trabalhos acadêmicos e livros que abordam temas referentes a essa a esse espaço (Araujo, 1993/2012; Furrier, 2007; Moreira e Targino, 1997, Guedes, 2002), mostravam que nessa área predominava a presença de vegetação de Mata Atlântica e de vegetação de Mangue.

Surgiu então à curiosidade de compreender quais os fatores que estavam diretamente associados ao surgimento desses processos erosivos. Observou-se então que a relação entre as características geomorfológicas e a forma como se dava o uso do solo na área poderia estar diretamente ligada às causas desse problema ambiental, pois, a ocupação canavieira sobre a área é realizada sem considerar a dinâmica natural do relevo.

Tomando como base metodológica o método análogo dedutivo, os princípios geossistêmicos e as metodologias adotadas em trabalhos clássicos, tais como Ab'saber (1969) e Ross (1994), foi possível investigar como se realizavam os processos erosivos e as suas possíveis causas.

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica, realizando a leitura de textos de diversos autores, compondo o referencial teórico e metodológico que orientou essa pesquisa. Em um segundo momento, foi feito o levantamento cartográfico sobre a área de estudo, dispondo-se de cartas topográficas em escala 1:25.000, que serviram de base para o reconhecimento das suas características altimétricas. Em seguida, com base em imagens do

satélite *Rapideye*, foi elaborado um mapa de uso e ocupação do solo, que posteriormente foi confrontado com as informações colhidas em trabalhos de campo.

Desse modo, foi possível criar um cenário da atual situação ambiental que se apresenta a área de estudo, estabelecendo os processos erosivos e a consequente contaminação dos corpos hídricos como os principais danos aí encontrados.

1.2 Síntese histórica do processo de ocupação

O processo de ocupação da Microbacia do Rio da Ribeira está atrelado ao contexto histórico, social e econômico da zona costeira paraibana e da Região Nordeste. A formação inicial desse espaço se deu em função dos interesses econômicos do colonizador português ainda no século XVI, quando o Brasil se constituía como uma colônia de Portugal.

A produção do açúcar a partir da cana representava nessa época uma atividade econômica muito lucrativa para os portugueses, pois a sua produção no mundo até então era pouco difundida e restrita as zonas tropicais úmidas do planeta. O valor comercial desse produto era tanto que ficou conhecido na época como ouro branco.

A zona litorânea da Região Nordeste, primeiro reduto colonial português no Brasil, apresentava condições naturais favoráveis para a produção dessa cultura agrícola, por dispor de grandes áreas de várzea no litoral, constituída principalmente de solo argiloso, aqui conhecido como Massapê, além do clima tropical úmido característico da área.

Nesse contexto, o litoral paraibano tem na produção canavieira o fator econômico fundamental para a sua formação espacial. Houve então uma profunda transformação das características naturais originais dessa região, fato marcado pelo intenso processo de desmatamento da vegetação nativa e ocupação das planícies fluviais e fluviomarinhas por plantações de cana-de-açúcar.

Essa relação predatória da produção agrícola com os sistemas ambientais que caracterizam a área teve seu apogeu em meados da década de 1970, quando por meio do Proálcool, um programa de incentivo a produção de etanol, criado pelo governo militar brasileiro, houve um grande aumento da área de produção de cana.

Segundo Moreira e Targino (1997), 90% da superfície cultivada no Estado da Paraíba no ano de 1970 era ocupada pela produção de cana-de-açúcar, e até esse ano, o plantio dessa cultura agrícola era restrito as áreas de condições naturais mais favoráveis, tais como as

várzeas mais largas do litoral. Os tabuleiros costeiros constituíam um limite natural a expansão dessa atividade econômica em função, sobretudo, da baixa fertilidade dos seus solos. (Moreira e Targino, 1997). Ainda segundo esses autores, até a década de 1970, as áreas de estuário e o trecho de domínio dos tabuleiros costeiros eram ocupados por vegetação de mangue e pela vegetação de mata e de cerrados dos tabuleiros.

A partir dos incentivos financeiros advindo da Proálcool, observou-se um forte crescimento da área de plantio da cana na Paraíba. Como afirmam Moreira e Targino (1997), entre 1970 e 1980, a área colhida de cana no estado cresceu 10,5%, o que representou um acréscimo de 58.000 hectares de área plantada. A área colhida passou de 120 mil hectares para 178 mil hectares nesse período, fato permitido pelo incremento tecnológico adotado na produção agrícola, com a utilização de substâncias químicas, como corretivos para o solo, fungicidas, pesticidas e vários outros tipos de agrotóxicos.

O plantio de cana-de-açúcar que se restringia às áreas mais favoráveis naturalmente, agora se expande por outras áreas até então impróprias para seu cultivo. Essa situação acelerou o processo de desmatamento de áreas florestadas, sem levar em consideração as características naturais e os processos geomorfológicos atuantes nesses locais.

O contexto descrito acima estabelece uma situação a nível regional. Porém, por estar a área de estudo inserida nessa situação regional, esse contexto se concretiza também a nível local, realizando-se em todos os aspectos, sejam eles de ordem econômica, social e ambiental.

Monumentos históricos presentes na área de estudo simbolizam a história da ocupação desse lugar. Entre eles destacam-se as ruínas do Engenho Gargaú (foto 1) e a capela de Santana (fotos 2 e 3), construídos em 1614, localizados no antigo Distrito de Gargaú, atual povoado do Aterro. Atualmente só existem ruínas do antigo engenho em meio ao canavial, estando a Capela de Santana ainda erguida, porém bastante deteriorada, necessitando ser recuperada.



Foto 1 – Ruínas do antigo Engenho Gargaú. No local encontram-se somente algumas paredes do antigo engenho e esse pequeno Túnel, cuja origem e função não são bem esclarecidas. Fonte: Acervo do autor. (Data: 12/07/2013).



Foto 2 – Visão externa da Capela Santana. Percebe-se ao fundo resquícios de Mata Atlântica e plantações de Cana-de-açúcar ao lado da Capela. Fonte: Acervo do autor. (Data: 12/07/2013).



Foto 3 – Visão interior da Capela Santana. Percebe-se o estado de abandono em que se encontra esse monumento histórico. Fonte: Acervo do autor. (Data: 12/07/2013).

Esses monumentos são elementos que compõe a paisagem da área, representando a sua história. O Engenho Gargaú presente na área desde o século XVII, é o testemunho da atividade canavieira na área, sendo apenas um representante de vários outros exemplos de engenhos e monumentos históricos presentes nas áreas ao redor e em todo o estado da Paraíba.

Outro importante monumento histórico presente na área são as ruínas da primeira fábrica de cimento da América Latina, instalada na Ilha do Tiriri, fundada em 1892. A fabricação do cimento nessa ilha se deu em função da boa qualidade do calcário encontrado nesse local, sendo fruto possivelmente de um afloramento da Formação Gramame. Ressalva-se, porém, que nesse trabalho convencionou-se classificar esse afloramento como pertencente à Formação Gramame. No entanto, por apresentar-se bastante arenoso, esse calcário poderá ser classificado como parte do topo da Formação Beberibe, sendo necessário realizar pesquisas pedológicas mais avançadas no intuito de lhe aferir uma exata classificação.

Está, portanto, a área de estudo intimamente ligada a história de ocupação de ocupação territorial do estado da Paraíba, representando uma importante parte de seu desenvolvimento

histórico e social. A partir dessa relação homem e meio, obtemos como resultado a ocupação territorial da Microbacia do Rio da Ribeira em função das atividades econômicas que a formou, merecendo aqui maior destaque a atividade canavieira.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Identificar aspectos que evidencie a degradação ambiental da microbacia do rio da Ribeira.

1.3.2 Objetivos específicos

- gerar um mapa das unidades geomorfológicas da área de estudo, a partir de dados de campo, declividade do terreno e unidades geomorfológicas;
- elaborar um mapa de uso e ocupação do solo;
- verificar de que maneira o uso e ocupação do solo tem contribuído para o agravamento do processo erosivo;

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende uma pequena porção da zona rural do Município de Santa Rita – PB, inserida na área do baixo curso do rio Paraíba do Norte, no contexto do seu estuário. Na porção estuarina esse rio recebe a contribuição das águas de sete tributários (rios Paroeira, Tiriri, da Guia, Mandacaru, Sanhauá, Tambiá e Ribeira), sendo delimitada a microbacia do rio da Ribeira como o objeto de estudo desse trabalho.

A microbacia do Rio da Ribeira compõe a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Norte, e apresenta área total de 52 km², segundo as coordenadas geográficas 7° 0' 3" a 7° 5' 5" S e 34° 59' 49" a 34° 51' 40" W, que representam uma poligonal de forma aproximadamente retangular a qual a área esta inserida (Figura 1)

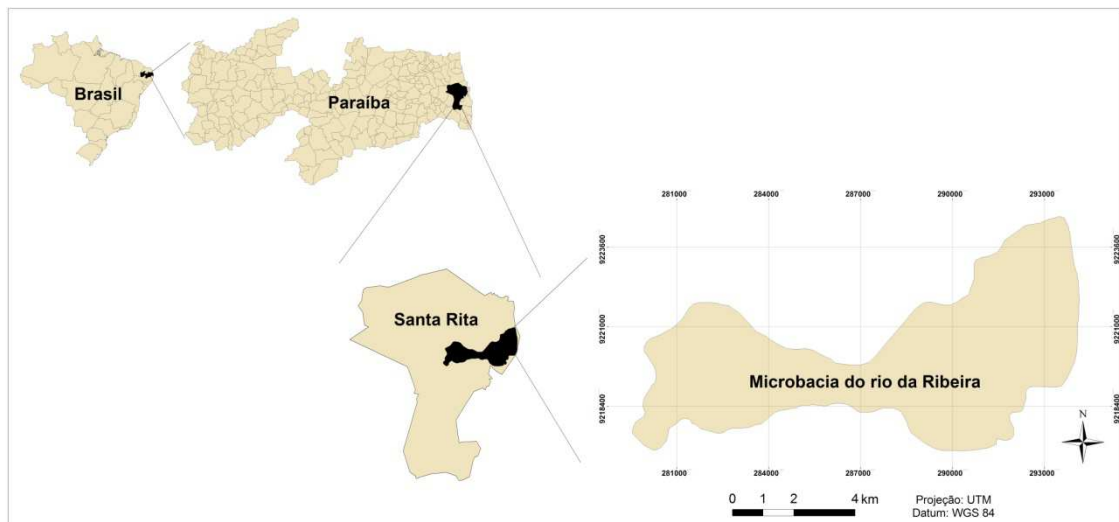


Figura 1 - Localização da área de estudo.
Autor: Caio Lima dos Santos/2013.

A área compreende os Distritos de Livramento e Ribeira, bem como o pequeno povoado do Aterro, constituindo pequenos núcleos populacionais dentro da Zona Rural do Município de Santa Rita – PB (Figura 2).

Estando na margem esquerda a jusante do Rio Paraíba em seu baixo curso, o Rio da Ribeira tem sua nascente principal a Oeste da microbacia, dentro de uma pequena reserva de Mata Atlântica, conhecida como Mata da Aldeia.

A formação desse espaço se deu especialmente em função das práticas monocultoras da cana-de-açúcar, tendo a grande parte de sua área territorial constituída por essa atividade agrícola. Sua ocupação se deu desde os remotos tempos da colonização brasileira, e sua

configuração espacial está intimamente ligada aos interesses econômicos e territoriais introduzidos pelos portugueses no início do século XVI, ou seja, todos os elementos e sistemas naturais que constituem esse espaço estavam voltados a atender as necessidades e interesses da metrópole portuguesa. É importante destacar também que algumas outras atividades de menor relevância espacial se desenvolvem ao longo das vertentes e das planícies fluviomarinho dentro da microbacia do Rio da Ribeira. Entre elas podemos destacar as pequenas plantações de feijão e mandioca, bem como, a criação de camarão em cativeiro dentro da área estuarina.

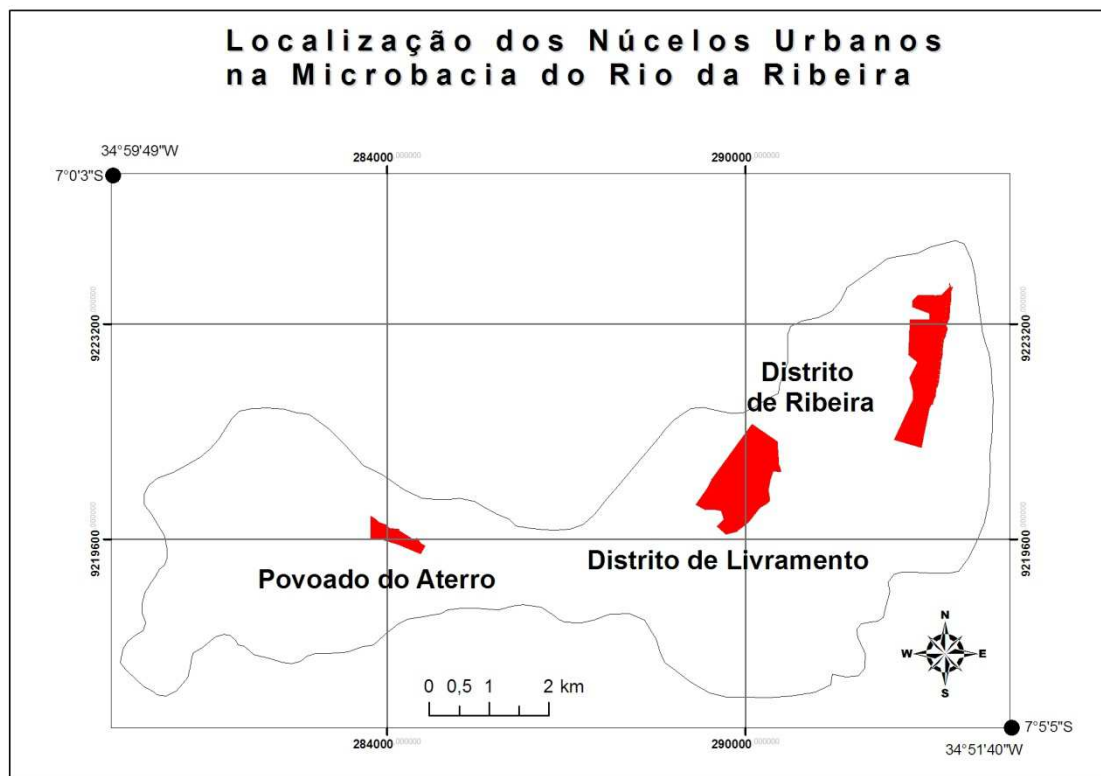


Figura 2 – Núcleos urbanos da microbacia do rio da Ribeira.

Autor: Caio Lima dos Santos/2013

Os pequenos núcleos urbanos têm sua funcionalidade entorno dessas atividades econômicas anteriormente citadas. Outra pequena parcela dessa população se desloca diariamente para núcleos urbanos maiores como João Pessoa, Cabedelo e a cidade de Santa Rita para exercerem suas atividades sociais.

O acesso a área se faz através do transporte fluvial, partindo da Praia do Jacaré e do *ferry boat* no Município de Cabedelo, ou por uma estrada de terra bastante precária que se inicia as margens da BR 101 no sentido João Pessoa - PB / Natal - RN logo após o cruzamento de uma ponte sobre o Rio Paraíba.

2.1 Quadro físico

2.1.1 Características Geológicas

A área de estudo está inserida na bacia sedimentar marginal Paraíba, que é subdividida em três unidades menores, constituindo as sub-bacias Alhandra, Miriri e Olinda. (Araujo, 1993; Mabesoone e Alheiros 1998 e 1991; Lima Filho, 1998; Furrier, 2007) A microbacia do Rio da Ribeira, objeto de estudo dessa pesquisa, está localizada dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, que por sua vez, está assentada sobre a sub-bacia Alhandra.

Diferente das demais bacias marginais brasileira, a bacia marginal sedimentar Paraíba apresenta coluna estratigráfica incompleta, pois esta foi a última porção do continente Sul-Americano a se desprender do continente africano no processo de reativação da plataforma Sul-Americana (Araujo, 2012).

Ressalta-se que nesse trabalho não há a intenção de descrever os processos tectônicos de formação da bacia Paraíba, mas sim, realizar uma breve abordagem sobre alguns estudos realizados sobre ela para se chegar a sua denominação atual.

Para tanto, destacamos os trabalhos realizados por Mabesoone e Alheiros (1998 e 1991). Esses autores nomeavam a referida bacia de Bacia sedimentar Pernambuco/Paraíba, dividida nas sub-bacias: Cabo, Olinda, Alhandra, Canguaretama e Natal. Araujo (2012) destaca que as características geocronológicas, estruturais e estratigráficas das extremidades Norte e Sul dessa bacia se diferenciavam, e por isso ela foi reduzida as sub-bacias Alhandra, Miriri, e Olinda.

Lima Filho (1998) e Lima Filho et al. (2005) passam a denominar Bacia Pernambuco o trecho que compreende o Lineamento Pernambuco, e de Bacia Paraíba, o trecho entre o Lineamento Pernambuco até o município de Touros no Rio Grande do Norte. Essa classificação se deu a partir da observação da diferença de comportamento estrutural apresentada na porção sul da Bacia Sedimentar. Barbosa (2004) passa a denominar Bacia Paraíba, o trecho que se estende desde o Lineamento Pernambuco até a falha de Mamaguape, constituindo assim a sua delimitação atual.

A sub-bacia Alhandra é constituída de três camadas litoestratigráficas: a Formação Beberibe/Itamaracá, a Formação Gramame e a Formação Maria Farinha, todos recobertos pelos sedimentos da Formação Barreiras, que não faz parte da constituição geológica da referida sub-bacia.

A Formação Beberibe/Itamaracá constitui a camada basal do Grupo Paraíba, constituída predominantemente por arenitos de granulação média, podendo por vezes, ser conglomerática (Araujo, 2012). Segundo Asmus (1975) a idade de formação dessa camada litoestratigráfica não é bem definida, corresponde a um período aproximado de 93 e 70 milhões de anos atrás, estando relacionada ao processo de abertura do Oceano Atlântico, durante a separação do continente Africano da América do Sul.

Em outro momento da formação da sub-bacia Alhandra, sobrepondo-se a formação anterior, depositou-se os sedimentos da Formação Gramame, sendo constituída predominantemente por calcários. Sua área de ocorrência se estende por toda a bacia, aflorando na superfície em ambientes planos e rebaixados, constituindo os vales e planícies fluviais dos principais e afluentes que compõe a rede hidrográfica da área. A fase final de deposição da Formação Gramame ocorreu no momento de regressão marinha, predominando a deposição de sedimentação continental.

A Formação Maria Farinha é camada estratigráfica do Grupo Paraíba mais superficial, ficando restrita a sua ocorrência às sub-bacias Alhandra e Olinda. No Estado da Paraíba, essa formação aflora somente no Litoral Sul, mais precisamente no Município do Conde, entre as praias do Amor e de Tambaba.

Sobrepondo todas as camadas litoestratigráficas anteriores, ocorre a Formação Barreiras. O material sedimentar que a compõe é resultado do processo de intemperismo realizado sobre o embasamento cristalino do Planalto da Borborema. A deposição desse sedimento se deu através de sistemas fluviais desenvolvidos sobre leques aluviais. (Alheiros, 1988)

A Formação Barreiras constitui a principal unidade litoestratigráfica presente na área de estudo, representando cerca de 80% da cobertura sedimentar Fanerozóica que a compõe. Essa formação é constituída de sedimentos areno-argilosos mal consolidados de origem continental, dispondo-se em camadas areno-siltosos, arenosos, conglomeráticos e

ferruginosos, recobrando tanto rochas do embasamento cristalino, quanto as demais formações litoestratigráficas que compõe o Grupo Paraíba.

Com relação à idade da Formação Barreiras, Furrier (2007) discorre sobre esse tema como uma questão que apresenta ainda muitas controvérsias, diante das dificuldades de sua datação por conta da quase total ausência de material fossilífero na sua composição. Araujo (2012) confirma essa idéia, e acrescenta a grande extensão territorial de ocorrência dessa formação como outro fator limitador para lhe conferir uma exata datação. Com tudo, tomando por base a literatura atual, torna-se coerente atribuir como idade a Formação Barreiras o período entre o Mioceno e Quaternário Inferior. (Araujo, 2012)

As áreas de ocorrência da Formação Barreiras estão associadas aos Tabuleiros Costeiros e ao longo de suas vertentes. Nas planícies Fluviais e Fluviomarinho essa formação ocorre normalmente consorciada aos afloramentos de calcários da Formação Gramame.

2.1.2 Unidades Geomorfológicas

A microbacia do Rio da Ribeira apresenta em linhas gerais duas unidades de relevo: os Baixos Planaltos Costeiros e a Planície e Fluviomarinho.

Os Baixos Planaltos Costeiros estão inseridos na macrocompartimentação dos Tabuleiros Litorâneos, sendo sustentados pelos sedimentos arenoargilosos mal consolidados da Formação Barreiras, constituindo unidades geomorfológicas suavemente aplainadas e inclinadas para leste.

Pode-se definir basicamente três unidades geomorfológicas que compõe a paisagem da área: Colinas ou Tabuleiros Litorâneos, Vertentes e Planície Fluviomarinho.

Os Tabuleiros apresentam-se em forma tabular, correspondendo às áreas mais elevadas, com altitude máxima em seu topo de 90 metros, e suaves declives para leste resultante dos processos erosivos continentais. Em geral, essa unidade geomorfológica caracteriza-se por apresentar relevo suavemente dissecado de topo plano.

O topo dos Tabuleiros apresenta baixo gradiente erosivo e predomínio dos processos da pedogênese, decorrente de sua suave inclinação, facilitando assim a infiltração da água de chuvas no solo.

As vertentes constituem uma zona de agradação ou zona de acumulação atual de sedimentos arenoargilosos, mal consolidado oriundo do topo dos tabuleiros. Essa unidade geomorfológica encontra-se mais susceptível aos processos erosivos, resultado da associação do material sedimentar que a compõe com sua inclinação, resultando numa maior fragilidade frente aos processos denudacionais. Na interface estabelecida entre as vertentes e as planícies fluvio marinhas formam-se os leques aluviais, constituindo superfícies deposicionais inclinadas, formada por material coluvionares de enxurrada e aluviões, ocorrido ao longo de toda a extensão da microbacia.

As Planícies fluvio marinhas ocorrem como resultado da deposição de sedimentos fluviais. Apresentam leve inclinação em direção ao curso d'água, formando planícies e estando susceptível a inundações sazonais. São constituídas geralmente por material sedimentar arenoargiloso e argiloarenoso mal consolidados. Nessa unidade geomorfológica ocorre um constante processo movimento de colúvios, que são originados pelas ações intempéricas continentais, e depois são relocados pela ação fluvial.

As formas de terraço fluvial apresentam relevo plano, pouco ondulado, sendo constituído por sedimento arenoso e argiloso de origem fluvial. Essa unidade do relevo foi definida por estar em níveis altimétricos acima das áreas de influência marinha e de inundações sazonais, bem como por apresentar morfologia relativamente plana, em discordância com as características gerais apresentadas próximo a sua ocorrência, classificada a partir de técnicas de sensoriamento remoto. (Ver mapa das geomorfológicas, p. 51). Ressaltasse porém, que para efeito de definição dos processos associados as unidades do relevo, que será descrita no item 5 deste trabalho, essa unidade foi definida como forma de colúvio, associada aos processos que ocorrem nas vertentes, por não haver informações de campo suficiente para lhe aferir uma melhor caracterização.

Como resultado de sua configuração geomorfológica, é possível encontrar na área de estudo a formação de divesos olhos d' água ou ressurgências, resultando no surgimento de diversos canais que compõe a rede de drenagem da microbacia. Essas fontes resultam da infiltração de águas pluviais no topo dos tabuleiros que ressurgem nas áreas rebaixadas do relevo. Esse processo é responsável por aferir a área uma excelente capacidade hídrica, que poderia ser aproveitada com maior eficácia e de modo sustentável no desenvolvimento das atividades humanas.

2.1.3 Solos

A caracterização dos solos da área de estudos foi realizada a partir de observações de campo e com base no Mapa Exploratório-Reconhecimento dos solos do município de Santa Rita-PB, (1972) e comparando com os resultados obtidos no Mapa Pedológico do Estado da Paraíba, (2002). As informações pedológicas contidas nesses trabalhos foram levantadas em escala regional, sem considerar informações mais específicas e detalhadas de cada lugar.

Partindo de uma análise descritiva e correlacionada com as informações geradas nos mapeamentos do município de Santa Rita e do Estado da Paraíba, podemos definir de modo geral, a presença de três tipos de solo na área da microbacia do Rio da Ribeira: Gleissolos (Solo indiscriminados de Mangue), Aluvial Eutrófico e os Argissolos, (antigos Podzólico Vermelho Amarelo) na classificação do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS).

Os gleissolos são predominantemente halomórficos, alagados e distribuem-se nas áreas mais baixas da planície fluvio-marinho sob influência das marés. Esse tipo de solo apresenta textura indiscriminada e altos teores de sais solúveis, o que propicia a formação do ecossistema manguezal, quando estes sais floculam, as micropartículas de argila precipitam, criando um solo paludoso e salinizado.

O solo Aluvial Eutrófico se desenvolve em sedimentação recente, com classes texturais distintas, com horizonte A assentado diretamente sobre o horizonte C, composto dos estratos das deposições sedimentares, associado à ação fluvial (LEPSCH, 2002). Localiza-se, em geral, nas vertentes e nas áreas mais rebaixadas da microbacia, sob forte pressão antrópica pelas atividades econômicas que aí se desenvolvem.

Os Argissolos encontram-se predominantemente sobre os Tabuleiros Costeiros, composto basicamente pelo material arenoargiloso constituinte da Formação Barreiras. Esses solos normalmente se encontram bastante intemperizados, apresentando marcante diferenciação de horizontes, com um B de acúmulo de argila (LEPSCH, 2010).

2.1.4 Clima

A área de estudo apresenta clima tropical úmido, caracterizado por apresentar uma estação chuvosa e uma estação seca, com altas taxas de umidade relativa do ar nos meses mais chuvosos, correspondendo ao clima As', segundo a classificação de Köppen. As médias pluviométricas se estabelecem entre 1800 a 2000 mm anuais, com chuvas concentradas com

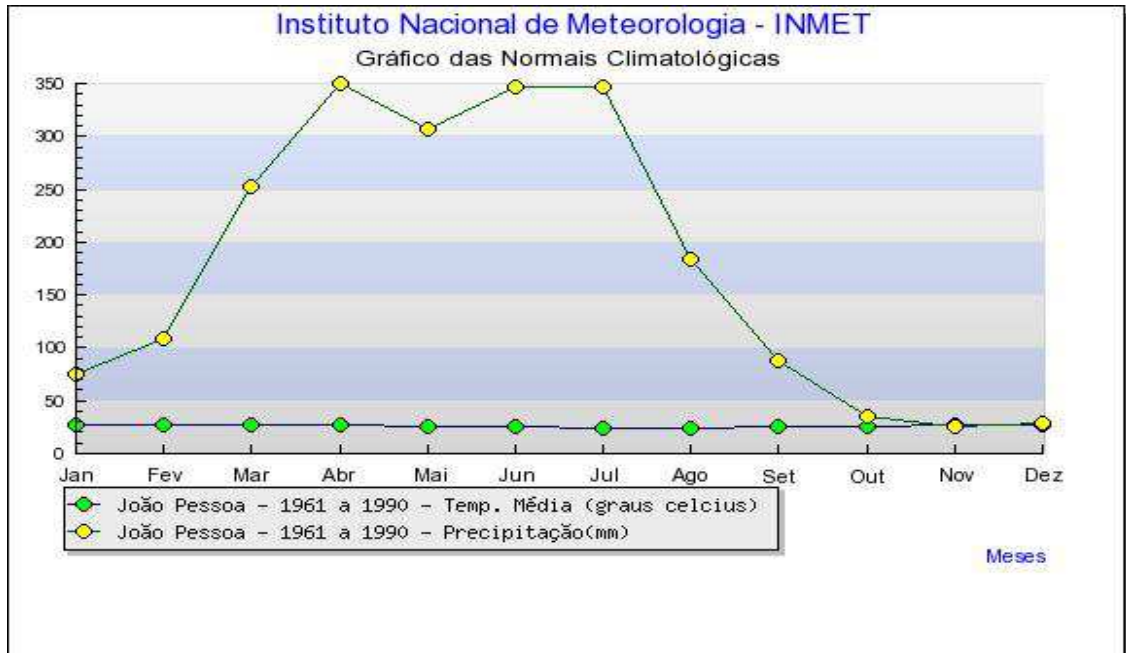
maior rigor entre os meses de Abril, Maio, Junho, e Julho, conforme pode ser observado no gráfico 1. Ele apresenta os meses de Setembro, Novembro dezembro, Janeiro e Fevereiro como o período de menor índice de precipitação pluviométrica.

As temperaturas se caracterizam por apresentarem baixa amplitude térmica anual, influenciada pela proximidade do mar, evidenciando o efeito da maritimidade sobre o clima da área. As médias de temperaturas ficam entorno de 29 a 30°C entre os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, caracterizando o período mais quente; e de 27 a 28°C entre os meses de Junho, Julho e Agosto, caracterizando o período mais frio, conforme o gráfico 2.

Em função da inexistência de estações climatológicas na área de estudo, foram utilizadas as informações de temperatura e pluviosidade adquiridas da estação meteorológica do INMET João Pessoa.

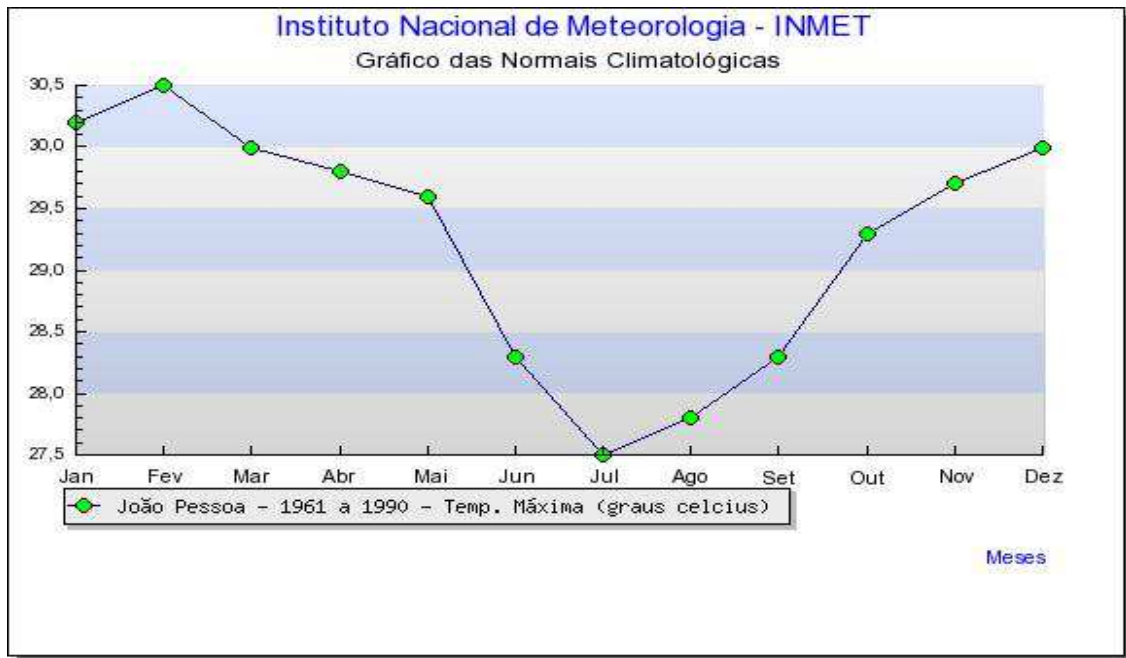
Os gráficos 1 e 2 apresentam de forma numérica as características de pluviosidade e temperatura da área.

Gráfico 1: Médias Pluviométricas para a cidade de João Pessoa, entre o período de 1961-1990



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Gráfico 2: Médias de Temperatura para a cidade de João Pessoa, no período de 1961 a 1990.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

2.1.5 Vegetação

Como resultado da relação clima e solo, encontra-se na microbacia do rio Ribeira, uma característica vegetal natural típica de Mata Atlântica, latifoliada e perene, de baixíssima densidade ao longo da margem do rio da Ribeira e em uma pequena reserva de mata, denominada de Mata da Aldeia que está localizada nos arredores de sua nascente. Dentro da área da planície fluviomarinho, encontra-se a vegetação de Mangue, evidenciando a influência marinha dentro da área de estudo. Essa vegetação encontra-se cada vez mais sufocada pela expansão da área plantada de cana-de-açúcar, visto que essa já se expandiu por uma grande extensão territorial da microbacia.

A vegetação de Mata Atlântica se desenvolve por grande parte da linha de costa no Brasil, ocorrendo associada às características de clima quente úmido. Naturalmente, caracteriza-se por apresentar cobertura vegetal densa, arbórea/subarbórea, com árvores de troncos largos, de médio e alto porte, formando uma floresta densa e fechada. Na área de estudo essa vegetação encontra-se restritas a alguns resquícios de mata e uma pequena reserva, localizada a oeste da Micro-Bacia, bastante sufocadas pelo avanço das atividades agrícolas (Ver mapa de Uso do Solo, p. 44).

A vegetação de Mangue ocorre associada às áreas de influencia das marés, caracterizando-se pelo predomínio de troncos finos e raízes aéreas e respiratórias. Guedes

(2002) classifica três tipos de mangue na área do estuário do rio Paraíba do Norte: o *Rizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Avicenia tomentosa* (mangue siriúba), *Conocarpus erectus* L. (mangue de Botão) e a *Laguncularia racemosa* (mangue Branco).

É importante ressaltar que as ocorrências vegetais na área de estudo encontram-se alteradas e impactadas principalmente pela atividade canavieira. A devastação dessa vegetação remonta o período colonial brasileiro, ocorrendo, porém com mais evidência no momento posterior a criação do programa Proálcool, que representou forte estímulo dado pelo Governo Militar brasileiro a produção de etanol.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Geomorfologias no contexto da análise ambiental

A discussão entorno da geomorfologia e sua importância no contexto da análise ambiental tem ganhado enorme importância nos últimos anos diante da revolução tecnológica observada no último século, pois o aprimoramento das técnicas de trabalho possibilitaram as sociedades humanas uma nova forma de se relacionar com a Natureza. É importante ressaltar que essa evolução tecnológica é representada pela forma como o homem tem se apropriado dos recursos naturais e como tem se relacionado com o meio ambiente.

A produção industrial tem se desenvolvido paralela as transformações tecnológicas ocorridas no campo a partir do fornecimento de matéria-prima para as indústrias de transformação e de beneficiamento. Da mesma forma, a produção agrícola tem se desenvolvido a partir da apropriação de bens materiais e tecnológicos de origem industriais em uma relação de interdependência. Isso se torna evidente com a presença de máquinas e substâncias químicas, por exemplo, que são amplamente utilizados na produção agrícola.

As áreas urbanas geralmente são intensamente ocupadas principalmente por edificações, construídas tanto para o uso habitacional, quanto para o uso industrial, comercial e para os diversos tipos de serviços urbanos. Essas ocupações quando se realizam de modo indevido, sem considerar as características do meio físico ali presente, podem gerar danos tanto para o ambiente natural quanto para a população humana que dela faz uso.

Para se alcançar aquilo que podemos chamar de desenvolvimento sustentável social, é imprescindível obtermos a compreensão de como se integram os diversos elementos e componentes da natureza, com a evolução histórica da sociedade. Esse é um fator preponderante para se chegar a uma forma racional de lidar com o meio ambiente.

Dessa forma, torna-se extremamente necessário buscar adequar metodologias e ferramentas para trabalhar o planejamento de unidades ambientais que visem alcançar de maneira coerente e duradoura a proteção, preservação e conservação das diversidades de paisagem e unidades de paisagem, sobre a superfície terrestre. (Guerra e Maçal,2012).

Para Guerra e Marçal (2012), a paisagem é a natureza integrada e deve ser compreendida como síntese dos aspectos físicos e sociais, sendo importante seu

conhecimento, no sentido de se utilizar de metodologias que colaborem com o manejo adequado e sustentável dos recursos naturais, relevantes para a sociedade como um todo.

Os elementos físicos terrestres estão integrados, interagindo em constante troca de energia e matéria. Compreender essa dinâmica, e como ela evolui no tempo e no espaço, é uma importante ferramenta para poder estabelecer um satisfatório desenvolvimento das diversas atividades humanas, sejam elas de ordem econômica ou cultural. Levando-se esses aspectos em consideração, será possível diminuir, ou até extinguir os prejuízos ambientais e humanos causados pela práticas criminosas de manejo dos recursos naturais.

A ciência geomorfológica procura compreender as formas de relevo, em diferentes escalas espaciais e temporais, explicando não só a sua gênese, mas também como evoluem no tempo e no espaço (Araujo, Almeida e Guerra, 2007). Essa evolução se dá de modo natural, a partir da interação dos agentes do intemperismo associados às características litológicas de cada lugar. Porém, não se pode desprezar as ações sociais, uma vez que fazendo uso do solo para desenvolver suas atividades, o homem se torna um importante agente de transformação do relevo.

A agropecuária é uma importante atividade humana, sendo imprescindível para a perpetuação da vida do homem no planeta. No entanto, todo o desenvolvimento tecnológico utilizado nessa atividade apresentado nos últimos séculos, principalmente após a revolução verde, tem se revelado em intenso e indiscriminado uso do solo, resultando em problemas como a erosão e a intensa perda de grandes espessuras e fertilidade dos solos, representando não só um problema de ordem ambiental, mas também de ordem econômica.

Guerra e Marçal (2012) afirmam que o uso intensivo do solo sem a adoção de práticas conservacionistas tem gerado sérios problemas de erosão. Segundo os referidos autores, os processos erosivos podem se iniciar através da erosão em lençol, pela lavagem do topo dos solos, resultando em perda de sua fertilidade, além de assorear e poluir os diversos corpos de água, decorrente do uso intenso de agrotóxicos.

Dessa forma, o estudo geomorfológico deve considerar às alterações impostas pela agropecuária ao relevo, pois esta, necessita, quase sempre de grandes extensões de terra, para a sua prática, além de provocar um intenso processo de desmatamento, impactando todos os elementos físicos que compõe uma determinada área.

A retirada da vegetação expõe o solo, acelerando os processos erosivos numa dinâmica diferente ao processo natural, aumenta a velocidade do escoamento superficial das águas pluviais. O processo se inicia através do escoamento superficial difuso (erosão em lençol), passando pela concentração dos fluxos (erosão em ravinas), que pode assim evoluir para um escoamento mais concentrado, chegando a formar voçorocas, que são incisões mais profundas no solo, chegando na maioria das vezes a atingir o lençol freático (Guerra e Marçal, 2012). Para os referidos autores, a prática da agropecuária pode ser a responsável direta por transformações no relevo de uma área, causando alterações no transporte de sedimentos, que gera mudanças na qualidade e quantidade da água dos rios e dos diversos corpos de água ai presente, que compromete cada vez mais a qualidade de vida da população que depende desses recursos.

Pode-se afirmar que as praticadas de manejo que desconsideram características naturais, tais com o solo, geomorfologia, vegetação, clima e relevo, tem se refletido não só sobre o relevo de uma determinada região, mas, sobretudo, tem se manifestado naquilo que se refere à qualidade de vida da população ai residente, pois as alterações causadas aos elementos naturais afetam diretamente a economia desses lugares e na maioria das vezes são os causadores dos prejuízos a saúde das pessoas.

O grande desafio que se apresenta aos gestores públicos e planejadores do mundo contemporâneo é conseguir associar de modo “harmônico e satisfatório” em um mesmo espaço, as necessidades básicas exigidas para o desenvolvimento dos geossistemas terrestres, ao mesmo tempo em que se processa o desenvolvimento econômico e social. É preciso compreender que os hábitos de vida humana sofreram enorme transformação principalmente no período pós-revolução industrial, exigindo cada vez mais a disponibilidade de recursos naturais.

Portanto, é impossível haver desenvolvimento humano e social, sem a utilização dos diversos elementos físicos e biológicos que compõe os ecossistemas terrestres, fato verificado na utilização das diversas fontes de energia (eólica, fóssil, hidrelétrica, solar e nuclear); na exploração do solo pela agricultura, pecuária, edificações, etc.; no extrativismo vegetal, e nas demais atividades antrópicas. Todos esses elementos reforçam ainda mais a necessidade de se estabelecer entre eles uma relação harmoniosa, ou menos onerosa, para que haja a perpetuação da vida humana no planeta.

3.2 Erosão

O processo natural de erosão é um dos fenômenos responsáveis pelo modelado da superfície terrestre. A ação dos agentes do intemperismo associado às diferenças litológicas resulta em diferentes paisagens que marcam a estrutura superficial da Terra.

A ocupação e o uso do solo de maneira indevida pelas civilizações humanas ao longo da história têm deixado profundas cicatrizes no meio ambiente e alterado drasticamente a dinâmica da natureza.

Lepsch (2002) define erosão como sendo a remoção das partículas do solo das partes mais elevadas do relevo pela ação das águas da chuva e pela ação do vento, decorrendo no transporte e deposição dessas partículas nas partes mais baixas do relevo, ou para o fundo dos lagos, rios e oceanos. O referido autor afirma que no Brasil, a erosão hídrica é mais importante que a erosão causada pelo vento, sendo possível dividi-la em duas fases: desagregação e transporte. A desagregação é causada tanto pelos impactos das gotas de chuva como pelas águas que escorrem na superfície (Lepsch, 2002).

Guerra et al., (2010) afirmam que o processo erosivo é resultado da ação das chuvas, abrangendo quase toda a superfície terrestre, em especial onde os índices pluviométricos são elevados, como nas áreas com clima tropical, sendo o desmatamento um dos fatores que mais contribui para acelerar esse processo.

Segundo Goudie (1990) apud Vitte e Guerra (2007), a erosão dos solos é o principal e mais sério impacto causado pela ação humana sobre o meio ambiente. Isso decorre do uso irracional da terra nas áreas urbanas e rurais.

Lepsch (2002) apresenta ainda a classificação da erosão hídrica em três momentos: a *erosão Laminar*, causada pela remoção gradual de uma fina camada superficial de espessura relativamente uniforme, cobrindo praticamente todo o relevo; *erosão em sulcos*, como sendo o desgaste em faixas estreitas dirigidas ao longo dos maiores declives do terreno; e a *erosão em voçorocas*, resultado do deslocamento de massas de solo, formando grandes debarrancamentos ou cavidades no solo.

Os riscos de erosão dependem tanto das condições naturais quanto dos modelos de uso da Terra (Araujo et al., 2007). Nesse sentido, Lepsch (2010) apresenta quatro fatores, que

segundo ele, influenciam na classificação em maior ou menor grau de susceptibilidade de um terreno, frente à erosão hídrica. São eles:

a) Clima

Os fatores mais importantes do clima com respeito à erosão são a distribuição, quantidade e intensidade das chuvas (Lepsch, 2002). Em regiões chuvosas como a Zona da Mata Paraibana, mesorregião onde se localiza a microbacia do Rio da Ribeira, onde são registrados índices pluviométricos acima de 2000 mm anuais, esse fator torna-se ainda mais importante. Por exemplo, se o período mais chuvoso coincidir com o período de plantio nos solos que estão sendo cultivados, o tornará ainda mais frágil por resultado do processo de aração. O resultado observado será um intenso processo de erosão.

b) Natureza do solo

Cada tipo de solo apresenta um diferenciado grau de susceptibilidade frente à ação erosiva. Isso depende especialmente de suas características físicas, como a textura, a permeabilidade e a profundidade.

Os solos Aluviais Eutróficos (Neossolo Flúvico), são desenvolvidos sobre sedimentos recentes, geralmente de origem fluvial, constituído de camadas alteradas e, frequentemente, de classes texturais distintas (Lepsch, 2002). Esses solos são de extrema importância para a agricultura diante de seu alto poder de produtividade agrícola.

Na nova classificação dos solos do ano de 2005, o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS), desmembrou os antigos solos PODZÓLICOS VERMELHO – AMARELO em ARGISSOLOS, ALISSOLOS, NITOSSOLOS e LUVISSOLOS.

Segundo o SiBCS, os Argissolos são definidos por um horizonte B textural imediatamente abaixo de um Horizonte A ou E. São subdivididos em cinco subordens: Argissolos Bruno-Acinzentados, Acinzentados, Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelo (Lepsch 2010). Nos tabuleiros litorâneos do Nordeste brasileiro predominam os Argissolos Amarelos, ao passo que nas áreas com vegetação de mata atlântica predominam os Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelo. Lepsch (2010) afirma que esse tipo de solo em sua maioria presta-se a agricultura, não estando em áreas montanhosas, com fortes declividades, pois nessas condições estariam muito sujeitos a erosão. Ainda segundo o autor, essa susceptibilidade é ainda maior quando o horizonte A é arenoso, com aumento abrupto de

argila em profundidade. Solos com maior teor de areia fina e silte possuem maior susceptibilidade aos processos erosivos do que os solos mais argilosos. (ARAUJO et al., 2007)

Os Gleissolos são comuns nas baixadas úmidas, saturadas com água, tornando-se descolorido, com padrões acinzentados característico (Lepsh, 2010). O SiBCS apresenta quatro subordens: os Tiomórficos, Sálícos, Melânicos e Háplicos. Os primeiros caracterizam-se por apresentar horizonte com boa quantidade de sais de enxofre, quase sempre por influência de águas marinhas e incluem muitos dos solos com vegetação de mangue. A maioria desses solos situa-se em várzeas que permanecem encharcadas de água na maior parte do ano, com lençol freático elevados (Lepsh, 2010)

c) Declividade do Terreno

O maior ou menor grau de inclinação do terreno vai influenciar diretamente nos processos erosivos resultantes. Nos terrenos planos, ou apenas levemente inclinados, a água escoar com pequena velocidade e, além de possuir menos energia, tem mais tempo para infiltrar-se (Lepsh, 2002). Predomina nesses locais o processo de infiltração. Já nos terrenos muito inclinados, o poder erosivo da água supera o processo de infiltração.

d) Manejo do Solo

A forma como se realiza o manejo e o modo de uso do solo, são fatores importantes que condicionam o seu maior ou menor grau de vulnerabilidade frente aos processos erosivos.

As folhas das árvores atuam como um amortecedor da força do impacto das gotas da chuva. A presença da vegetação permite ainda uma melhor infiltração da água da chuva no solo, pois a redução de sua velocidade de impacto irá reduzir também a velocidade de escoamento superficial.

A retirada da vegetação expõe o solo, acelerando os processos erosivos numa dinâmica diferente ao processo natural, aumenta a velocidade do escoamento superficial das águas pluviais. O processo se inicia, quase sempre, através do escoamento superficial difuso (erosão em lençol), passando pela concentração dos fluxos (erosão em ravinas), que pode evoluir para um escoamento mais concentrado, chegando a formar voçorocas, que são incisões mais profundas no solo, chegando na maioria das vezes a atingir o lençol freático. (Guerra e Marçal, 2012). Para os referidos autores, a prática da agropecuária pode ser a

responsável direta por transformações no relevo de uma área, causando alterações no transporte de sedimentos, que gera mudanças na qualidade e quantidade da água dos rios e dos diversos corpos de água ai presente, que compromete cada vez mais a qualidade de vida da população que depende desses recursos.

Lepsch (2002) afirma que o recobrimento do terreno por uma densa camada de vegetação ou por resíduos de cultivos anteriores, absorve o impacto das gotas da chuva e permite uma maior infiltração da água, por que a vegetação causa obstáculo ao escoamento superficial. Ainda segundo o autor, solos com o predomínio de uso por atividades agrícolas anuais, como o milho, algodão e soja, são mais susceptíveis a erosão que os solos cultivados com plantas perenes ou semiperenes, como o café, cana-de-açúcar, laranja, seringueira e cacauieiro. Isso porque a retirada de vegetação e o subsequente processo de aração da terra para um novo plantio expõem o solo com maior evidência a ação dos processos erosivos.

As gotas da chuva em contato com o solo desprotegido, não só causam a sua erosão, mas também atuam diretamente na sua compactação reduzindo assim a sua capacidade de infiltração.

Reafirma-se, portanto a grande importância da vegetação como um fator preponderante no que se refere à conservação e preservação dos solos, pois a sua ausência torna-se fator atenuante para o aceleração do processo erosivo. A vegetação natural de uma determinada região constitui um importante elemento da dinâmica natural do relevo.

3.3 Capacidade de Uso da Terra

Os diversos tipos de solos, sejam eles cultiváveis ou não, apresentam diversos graus de erodibilidade, variando em função principalmente de sua textura, composição química, declividade e regime climático atuante. Esses fatores combinados ao modo que se realiza a ação antrópica sobre o solo, irão revelar até que ponto o seu uso se dará de modo sustentável.

Santos (2004) aponta o reconhecimento da capacidade de uso da terra como um excelente instrumento para o planejamento das ações ambientais. Esse conhecimento fornece duas respostas básicas: o potencial de uso da área e a ocorrência de inadequações de uso. O método apresentado pela autora para a obtenção das informações necessárias para essa atividade consiste na sobreposição e integração de temas relativos ao meio físico, tais como:

clima, relevo, solo e topografia. Esses fatores devem estar associados ao tipo de uso do solo, resultando na geração de um mapa, onde todos esses fenômenos e os processos associados poderão ser representados.

Para Guerra (2007), as estratégias de conservação dos solos consistem em prevenir a ação do impacto das gotas de chuva. Isso se reflete no aumento da capacidade de infiltração das chuvas, o que resulta em melhor estabilidade dos agregados e aumenta a rugosidade da superfície do solo.

Lepsch (2002) aponta o combate à erosão como objetivo da conservação dos solos. Segundo ele, isso só será possível se houver uma ação consciente por parte daqueles que fazem uso do solo, em suas diversas atividades.

É preciso reconhecer os potenciais e as fragilidades do solo e dos diversos elementos e fenômenos a ele associados, sabendo-se que cada região do planeta apresenta uma característica física própria. A realização de um planejamento ambiental, seja ele de ordem urbana ou rural que não considera tais ponderações, estará correndo um serio risco de obter insucesso.

Não há, portanto, a possibilidade de se determinar de modo generalista e genérico a capacidade de uso de um determinado tipo de solo. Para tanto, fica evidente a necessidade de pesquisas detalhadas sobre as condições físicas que os caracteriza individualmente.

3.4 Mapeamento geomorfológico

O mapeamento geomorfológico se apresenta como um excelente instrumento para se realizar o planejamento e classificação de unidades ambientais e para a definição das unidades de relevo, além de servirem de excelente base para várias outras classes de mapas. Ele constitui um importante instrumento para a espacialização dos elementos geomorfológicos, possibilitando a representação da gênese das formas de relevo, bem como as suas relações com as estruturas e os processos atuantes.

No entanto, algumas dificuldades são detectadas na sua elaboração. Argento (2007) destaca que os mapeamentos geomorfológicos ainda não seguem um padrão predefinido, tanto no que se refere ao nível de escalas adotadas, quanto na adoção de bases taxonômicas a

elas aferidas. Nesse ponto recai, essencialmente, a dificuldade de um critério padronizado para a elaboração de mapeamentos temáticos, em base geomorfológica. (Argento, 2007)

Medidas que visem adotar métodos e escalas padronizados para a elaboração de mapas geomorfológicos, podem contribuir para que haja uma melhor padronização na classificação dos elementos e feições geomorfológicas que caracterizam as unidades de paisagem. Nesse sentido, Argento (2007), propõe a utilização de três níveis de escalas na elaboração desses mapas: as macroescalas em nível regional, podendo atingir 1:100.000; as mesoescalas de detalhamento, em âmbito municipal, podendo cobrir até 1:30.000; e as microescalas, onde são priorizados as especificidades locais, a partir de 1:25.000, podendo chegar até um nível unitário de detalhamento.

A geomorfologia serve de base para a compreensão das estruturas espaciais, não só em relação à natureza física dos fenômenos, como à natureza socioeconômica dos mesmos. (Argento, 2007). Nesse sentido, torna-se importante buscar uma maior riqueza de detalhamento geomorfológico não só no que diz respeito às formas do relevo, mas também no que se refere aos processos associados, sejam eles de origem natural ou antrópica.

Quanto à metodologia adotada para se realizar o mapeamento geomorfológico, merece destaque a classificação taxonômica proposta por Ross (1992), que fundamentou sua teoria metodológica na concepção de Walter Penck (1953), que define as formas do relevo terrestres atuais como sendo produto do antagonismo entre as forças dos processos endógenos e exógenos.

Desse modo, Ross (1992) classifica seis *táxons* ou unidades do relevo, sendo o primeiro *táxon* as unidades morfoestruturais, o segundo *táxon* as unidades morfoesculturais, o terceiro *táxon* as unidades morfológicas, o quarto *táxon* os tipos de forma relevo, o quinto *táxon* os tipos de vertentes, e o sexto *táxon* as formas de processos atuais.

Para Argento (2007) a metodologia do mapeamento geomorfológico tem como base o ordenamento dos fenômenos mapeados, segundo uma taxonomia que deve estar aferida a uma determinada escala cartográfica, não podendo desconsiderar o clima como fator preponderante no contexto classificatório das grandes regiões geomorfológicas. Segundo esse autor, o mapeamento das unidades geomorfológicas deve ser realizado em escala de até 1:50.000. O autor apresenta uma legenda para mapeamento geomorfológico, tendo o primeiro nível em função das formas resultantes: (depósitos sedimentares, bacias sedimentares e

cadeias cristalinas; o segundo nível em função das formas resultantes e dos processos geradores: (modelado de acumulação, modelado de aplainamento, modelado de dissolução e modelado de dissecação); o terceiro nível em função de informações complementares.

Diante do excelente fornecimento de tecnologia que nos é apresentado nesse início de século XXI, a tarefa de realizar mapeamentos geomorfológicos recebe um grande apoio material, encontrando-se disponível um grande acervo de imagens, de *softwares* e equipamentos que contribuem enormemente para a realização dessa tarefa. No entanto, é importante destacar que para se realizar um bom mapeamento geomorfológico, não se pode estar somente alicerçado a um grande aparato tecnológico moderno. É importante contar com uma boa base conceitual em geomorfologia, escolher com prudência a escala a ser adotada, realizar uma interpretação eficiente das feições geomorfológicas, contando com o fornecimento de informações que os trabalhos de campo podem fornecer, contribuindo ainda mais para a validação dos dados.

Contudo, torna-se de extrema relevância ressaltar que todo mapeamento geomorfológico só terá validade se são considerados aspectos como a gênese, a evolução e morfodinâmica das feições geomorfológicas que caracterizam um determinado lugar, considerando que os processos atuantes no relevo não são estáticos, mas, estão em constante movimento e ação.

4 MATERIAIS E MÉTODO

4.1 Delimitação da área de estudo

A delimitação da área de estudo foi realizada a partir de informações altimétricas do terreno contidas em cartas topográficas denominadas João Pessoa e Mata da Aldeia, pertencente ao mapeamento sistemático brasileiro na escala de 1:25.000 e com base no MDE/SRTM com resolução espacial de 30 metros.

A partir do MDE foram obtidos dados de fluxo acumulado e direção de fluxo através de um Sistema de Informações Geográficas. Com base nestas informações foram extraídas todas as drenagens com limiar > 100, o que possibilitou a distinção de drenagens com maior rigor de detalhe. O nível da densidade de drenagens obtido a partir deste processo possibilitou a delimitação de diversas microbacias distribuídas ao longo da região do estuário do rio Paraíba do Norte, dentre elas a microbacia do rio da Ribeira.

As microbacias obtidas automaticamente foram confrontadas com as curvas de nível existentes na carta topográfica de 1:25.000 para validação da confiabilidade do processo, onde foi constatada grande proximidade entre as informações, de modo que a carta auxiliou substancialmente na identificação dos divisores topográficos e conseqüentemente no fechamento da delimitação da microbacia em questão.

4.2 Mapa de uso e ocupação do solo

Para a confecção do mapa de uso e ocupação do solo foram utilizadas imagens do satélite *RapidEye*. Essas imagens possuem resolução espacial de 5 metros, permitindo mapeamentos em escalas de detalhe, possui 3 bandas no visível e duas no infravermelho próximo, além de possuir alta eficiência em termos de resolução temporal.

O nível de resolução presente nas imagens deste satélite permitiu a distinção de diferentes classes de uso do solo. Essas classes de uso do solo foram definidas com base no manual técnico de uso da Terra do IBGE (2006), cuja metodologia utilizada será descrita no sub-capítulo referente ao uso do solo.

As classes mapeadas foram validadas através das informações obtidas nos trabalhos de campo. Basicamente, foram coletadas coordenadas de localização de diferentes pontos distribuídos ao longo da microbacia, sendo definidas conjuntamente informações referentes ao

uso do solo e processos geomorfológicos ocorrentes naquela localidade. Posteriormente, os dados foram inseridos no Sistema de Informações Geográficas e trabalhados.

4.3 Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo tiveram como finalidade central o reconhecimento dos processos geomorfológicos onde foram identificadas as feições de erosão e deposição no interior da microbacia, visando caracterizar não somente a morfodinâmica, mas também o uso e ocupação do solo e sua influência sobre os processos.

O primeiro trabalho de campo realizado em 05/06/2013, teve como intuito o reconhecimento geral da área, visando caracterizar os impactos ambientais presentes na localidade e sua relevância em termos geomorfológicos.

A segunda visita realizada em 12/07/2013 teve como objetivo cobrir a maior parte possível de pontos estratégicos no tocante a ocorrência de processos morfodinâmicos e identificação do tipo de uso do solo dessas regiões, visando estabelecer as relações entre ambas às variáveis.

Porém, algumas dificuldades limitaram a realização de trabalhos de campo com maior levantamento de dados possíveis. Essas dificuldades representam a falta de logística para conseguir chegar a alguns locais, diante a precariedade das poucas estradas ainda sem a construção de asfalto, além de estarem bastante erodidas, inviabilizando o acesso de veículos. Soma-se a esse aspecto o fato de estar grande parte da área de estudo dentro de propriedades particulares, dificultando assim o acesso até elas.

Contudo, as informações obtidas através de técnicas de sensoriamento remoto foram utilizadas para se obter informações aproximadas dessas áreas até então inacessíveis.

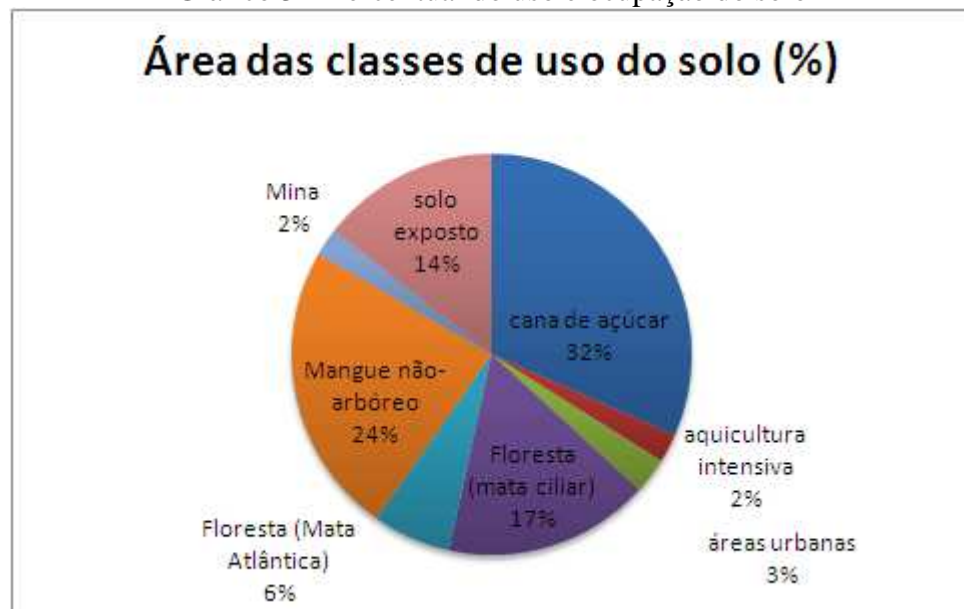
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Uso e Ocupação do Solo

A classificação do uso do solo da área de estudos foi realizada com base na classificação adotada pelo Manual técnico de uso da Terra do IBGE (2006). Foram definidos dois níveis de classificação, sendo o nível I a distinção de áreas antrópicas agrícolas e não-agrícolas, área de vegetação natural e água. O nível II caracteriza os ambientes naturais e as atividades humanas que se desenvolvem em cada classe do nível I (figura 3).

Dessa forma, as áreas antrópicas não-agrícolas (nível I), são representadas na área da microbacia pela ocupação dos pequenos núcleos populacionais do Aterro, Livramento e Ribeira, bem como pelas áreas onde afloram o calcário da Formação Gramame, pois estes representam antigos locais de exploração dessa rocha (nível II). Esse nível de ocupação representa apenas 2% da área total da Micro-Bacia (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Percentual do uso e ocupação do solo



As áreas antrópicas agrícolas (nível I) representam as atividades agrícolas desenvolvidas na microbacia. Esse nível ocupação corresponde à principal forma de uso do solo da área, pois ela se estende por 46% do seu território, sendo representada com mais evidência pela cultura temporária da cana-de-açúcar, considerando que até as áreas de solo

exposto (14%), configuram-se como áreas cultivadas, por serem áreas destinadas á esse cultivo (nível II).

O predomínio do uso do solo por essa atividade agrícola se estabelece pela ocupação de uma extensa área cultivada, correspondendo em números a 32% de área total. Ela se desenvolve sobre todas as unidades ambientais e geomorfológicas que formam a microbacia, sem a utilização de qualquer técnica de manejo do solo ou de preservação do ambiente físico natural, no intuito de mitigar seus efeitos sobre esses locais.

Essa forma de uso do solo desconsidera as características naturais do ambiente físico e está em discordância com a dinâmica natural que o caracteriza, alterando profundamente esse processo.

As áreas de vegetação natural (nível I) representam a vegetação de Manguezal (24%), Mata Atlântica (6%) e Mata Ciliar (17%) (nível II). A ocorrência desses níveis de vegetação encontra-se bastante reduzidas na área da microbacia, visto que essas constituem as características físicas naturais originárias desse espaço.

Em alguns locais, como nas proximidades das ruínas do antigo Engenho Gargaú, localizado a sudeste na microbacia, observa-se uma forte proximidade espacial entre a vegetação de Mata Ciliar com a vegetação de Mangue e as plantações de Cana. Vele ressaltar que no Estado da Paraíba, a colheita dessa cultura agrícola é precedida de queimadas das plantações, para que seja facilitado o seu corte pelos trabalhadores rurais. É perceptível na paisagem presença de alguns troncos de arvores queimados em meio ao canavial, fato que marca a transgressão dos limites das queimadas, alcançando até as poucas áreas de vegetação nativa ainda presentes no local.

A presença de Mata Ciliar ao longo das margens do Rio da Ribeira pode ser classificada como irrisória. Ela representa apenas 17% da área total da microbacia, estando presente apenas em um pequeno trecho próximo ao povoado do Aterro, na sua margem esquerda a jusante. A sua margem direita encontra-se completamente ocupado por plantações de cana-de-açúcar, sendo perceptível ai em alguns trechos a presença de vegetação de Mangue.

O nível de classificação Água (nível I) representa a presença de corpos aquosos dentro da área da Micro-Bacia, identificados como aquicultura intensiva (criação de camarão em

cativeiro), corpos d'água costeiros e continentais, e rios tributários (nível II). A atividade carcinicultura representa 2% do uso do solo da área.

Nessa classificação encontram-se dispostos em um mesmo nível elementos humanos (tanques artificiais de criação de camarão – carcinicultura) e elementos naturais (rio e tributários) apenas por apresentarem a disposição da água em sua estrutura, não exercendo, portanto funções semelhantes. O ambiente fluvial representa parte do sistema natural que compõe o espaço físico da área. Já as piscinas de criação de camarão representam uma ação humana sobre o meio físico.

Esses tanques de criação de camarão se estabelecem dentro da planície fluviomarinha, por sua necessidade de se desenvolver em águas salgada, sendo essa uma necessidade básica para a sobrevivência desses crustáceos. Por consequência, essa atividade gera um forte impacto aos maguezais, por reduzir muito a disponibilidade de alimentos no estuário, visto que os mangues constituem o berço da vida marinha. Isso, porque a construção desses tanques armazenam a água salgada, aumentando a quantidade de sal no ambiente, sendo esse um importante fator causador do desequilíbrio no sistema, pois o manguezal necessita de um ambiente equilibrado.

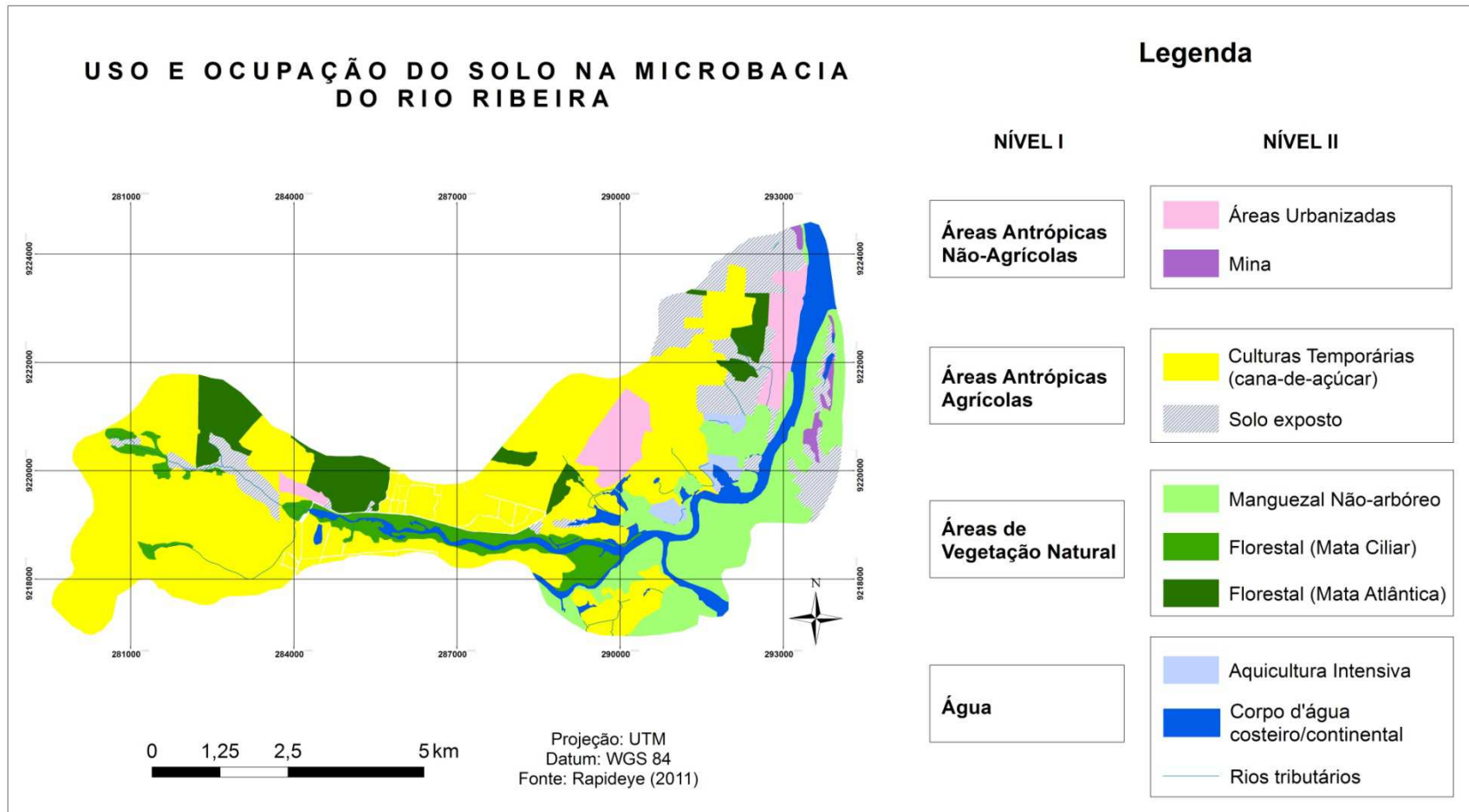


Figura 3 – mapa de uso e ocupação do solo na microbacia do rio da Ribeira.
Autor: Caio Lima dos Santos/2013

5.2 As unidades geomorfológicas e os processos associados

5.2.1 Tabuleiros Costeiros

Os Tabuleiros costeiros representam a unidade geomorfológica de maior altitude da área de estudo, com relevo suavemente inclinado, representado pelo baixo grau de entalhe que lhe é característico. Sua forma tabular lhe confere em condições naturais o predomínio da infiltração da água no solo em ralação ao escoamento superficial. O material arenoso que compõe o topo dos tabuleiros funciona como uma esponja porosa, permitindo que a água da chuva infiltre, carreando os sedimentos finos e nutrientes para o subsolo.

Esses sedimentos finos (silte e argila) se depositam no horizonte B do solo, e irão formar uma camada ferruginosa, que quando endurecidas são denominadas de “Duripã” e quando estão umedecidas são denominadas de “Fragipã”.

Como dito no capítulo segundo, essa unidade do relevo é composta por sedimentos mal consolidados da Formação Barreiras, o que lhe confere um maior grau de vulnerabilidade aos processos erosivos.

O cultivo da cana-de-açúcar nessa unidade do relevo é o fator que está diretamente associado aos processos erosivos que aí ocorre. Isso por que sem a vegetação, o solo se torna ainda mais vulnerável à ação da água da chuva, que atua diretamente sobre ele, carreando certa quantidade sedimentos para as áreas mais rebaixadas do relevo. Contudo, não é perceptível o predomínio de erosão linear nessa unidade do relevo, sendo mais evidente a formação de erosão laminar.

Vale ressaltar que o uso de agrotóxico utilizado na atividade canvieira mistura-se com o material sedimentar, que quando depositado na planície fluviomarinho, além de assorear o rio, contamina suas águas impactando os ecossistemas que nele se desenvolve.

Sob domínio da ação humana, ocorre nessa unidade geomorfológica a alteração da dinâmica natural dos processos geomorfológicos, pois essa situação acentua o processo da lixiviação do topo dos tabuleiros, transportando para as áreas mais rebaixadas do relevo, contribuindo para o processo de assoreamento do rio da Ribeira.

Afirma-se, portanto, que perante as suas características pedológicas e geomorfológicas, o uso do solo nos tabuleiros costeiros na microbacia do rio da Ribeira, tal

qual ocorre atualmente, torna-se veementemente insustentável, causando sérios problemas ao meio físico e seus elementos naturais constituintes.

5.2.2 Vertentes

As vertentes são formadas por material arenoargilosos, mal consolidado oriundo do topo dos tabuleiros. Em geral, apresentam suaves inclinações em direção ao leito do rio da Ribeira, resultantes da ação fluvial e dos processos climáticos. Essa unidade geomorfológica encontra-se mais susceptível aos processos erosivos, resultado da associação do material sedimentar que a compõe com sua inclinação, resultando numa maior fragilidade frente aos processos erosivos.

Essa situação é potencializada pela falta da vegetação original que compunha essa unidade geomorfológica. Estando o solo exposto ou em preparação para o plantio por processo de aração, o poder de erosão da água da chuva aumenta ao ponto de provocar incisões no solo, tais como filetes, sulcos, ravinas e voçorocas. Destaca-se assim o surgimento de inúmeros processos erosivos desse tipo tanto nas áreas de uso do solo pela atividade agrícola, como em áreas urbanizadas.

Nas áreas agrícolas, essa situação reflete a forma como se realiza o plantio, sem considerar as curvas de nível, ou seja, o grau de inclinação das vertentes, nem a composição sedimentar dos solos, que como já foi dito, tornam-se insustentáveis frente às características climáticas e litológicas. Esse caso é percebido com mais evidência na área plantada localizada entre o povoado do Aterro e o Distrito de Livramento, visto está inserida exatamente sobre as vertentes de agradação. É perceptível em toda a sua extensão a ação erosiva sobre as vertentes e o transporte de grande quantidade de sedimentos arenosos, além da exposição do solo decorrente da erosão sofrida, conforme pode se observar na (Foto 4).

Na porção somital da vertente, foram identificados a formação de pequenas cabeceiras de drenagem e a canalização dos fluxos, chegando em alguns casos a formar tributários (Foto 5).

Essa situação evidencia o acentuado processo de erosão nas vertentes que compunham a microbacia. Na (Foto 6) pode-se observar essa situação, sendo representada pelo colocação sacos cheios de terra para conter o processo erosivo.



Foto 4 – pode ser visto em primeiro plano material arenoso erodido da porção superior da encosta. Percebe-se o predomínio da ocupação canavieira e a total ausência de vegetação nativa, causando um acentuado processo de erosão linear. Fonte: avervo do autor. Data 05/06/2013.



Foto 5 – ravina observada na porção somital da vertente, formando uma pequena rede de drenagem. Essa feição erosiva apresenta aproximadamente 2 metros de largura, estendendo-se por toda a vertente. Fonte: avervo do autor. Data 05/06/2013.



Foto 6 - Colocação de sacos de areia no intuito de conter a erosão na vertente. Essa situação é percebida ao longo de toda a estrada que liga a BR 101 ao Distrito de Forte Velho, Santa Rita – PB. Fonte: avervo do autor. Data 05/06/2013.

Nas áreas urbanas, mais precisamente, no Distrito de Livramento, a concentração de esgotos numa galeria pluvial, resultou na formação de uma voçoroca, constituindo o mais acentuado processo erosivo dentro da área de estudo (Foto 7). Essa feição erosiva apresenta dimensões aproximadas entorno de 10 metros de largura 30 metros de profundidade, estendendo-se por mais de 200 metros de comprimento. É perceptível a presença de vegetação

se desenvolvendo na parte mais profunda da voçoroca, bem como a presença de troncos de árvores caídas provenientes das áreas superiores já erodidas.

Nesse mesmo Núcleo populacional, desníveis de calçadas em relação ao nível topográfico da rua, além da exposição das raízes das árvores na superfície do solo, evidenciam a perda acentuada de solo nas vertentes e o conseqüente agravamento do processo de erosão (Foto 8).



Foto 7 – Voçoroca formada na área urbana do Distrito de Livramento. Ela se estabelece bem próximo a varias residências, e por estar em estagio de evolução, representa sério risco para a população que reside em seus arredores. Fonte: avervo do autor. Data 05/06/2013.



Foto 8 – Exposição das raízes das árvores na superfície evidenciando a perda de solo na vertente. Essa situação é perceptível nas áreas mais inclinadas, lançando os sedimentos na planície fluvio-marinho, formando pequenos leques aluviais. Fonte: avervo do autor. Data 05/06/2013.

Com base nas informações obtidas no mapa que apresenta as informações básicas sobre a geomorfologia da área de estudo, fica evidente que é sobre as vertentes que ocorrem os processos erosivos mais acentuados, visto ser também uma área de intenso uso do solo, principalmente por atividades agrícolas, tornando-se, portanto uma área insustentável para o uso agrícola. Em relação a ocupação urbana, é necessário que o poder público crie ações efetivas no intuito de minimizar os danos causados pelos processos erosivos nas áreas urbanas, decorrentes da ocupação de modo indevido, sem planejamento.

5.2.3 Planície Fluvio-marinha

A Planície Fluvio-marinho, constitui uma área de relevo suavemente plano, formada pela deposição de sedimentos continentais sob influencia da ação das Marés.

As alterações realizadas nas outras feições geomorfológicas anteriormente citadas irão se refletir diretamente nesse ambiente, pois a grande carga de sedimentos depositados ai vai gerar o problema do assoreamento do Rio da Ribeira, alterando toda a dinâmica natural dos processos ambientais que ocorrem nesse ambiente.

Os sedimentos quaternários que se originam no topo dos tabuleiros e nas vertentes projetam-se sobre a superfície dessa feição geomorfológica formando diversos leques aluviais. O colúvio que ai se deposita é formado principalmente material arenoso, constituindo assim uma zona de acumulação sedimentar.

Afora esse problema, pode-se citar a contaminação do solo e das águas do Rio, tendo em vista que o material sedimentar que ai chega, vem repleto de agrotóxicos utilizado nas plantações de cana em altitudes mais elevadas do relevo, que contaminam o solo, resultando em impacto ambiental no Ecossistema Manguezal, considerado como um berço da vida marinha.

A localização dos tanques de criação de camarão nessa unidade geomorfológica apresenta-se como outro fator importante para compreender os impactos que ocorrem nesse ambiente. Essa atividade se utiliza das condições favoráveis ai encontrada, como a salinidade da água do estuário para instalarem seus tanques criação.

Tem-se, portanto, o assoreamento dos corpos hídricos e a contaminação de suas águas pela atividade canavieira e pela carcinicultura como os principais impactos ambientais presentes nas planícies fluvio-marinho da área de estudo, sendo necessário haver um melhor planejamento das atividades ai realizadas, no intuito de mitigar seus efeitos e os consequentes impactos realizados sobre os recursos naturais.

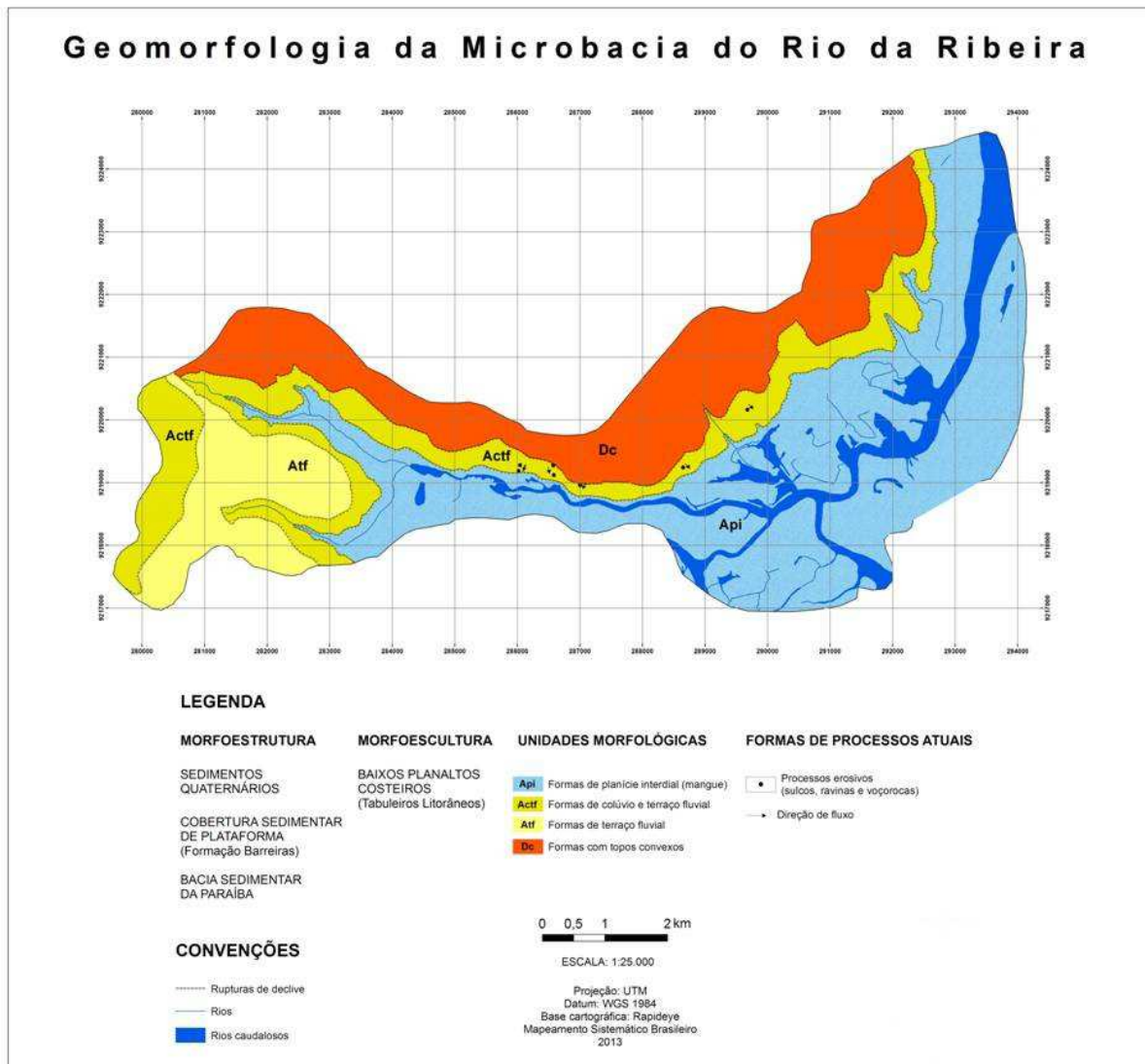


Figura 4 – Unidades geomorfológicas da microbacia do rio da Ribeira.
Autor: Caio Lima dos Santos/2013

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender como as atividades humana se relacionam com os diversos elementos que compõe o sistema terrestre é uma importante ferramenta, para se obter de fato, aquilo que atualmente é denominado de desenvolvimento sustentável. Isso se alcança a partir do respeito às características naturais e aos limites preestabelecidos por sua dinâmica.

O estudo dos aspectos físicos a partir do uso do solo na microbacia do rio da Ribeira revela a importância de se estabelecer uma relação harmônica entre as atividades humanas e as características naturais que compõe o meio físico. Sem levar isso em consideração, o resultado se torna extremamente danoso para ambas as partes.

Os dados obtidos na pesquisa mostram que associação da atividade canavieira tal qual se desenvolve na área de estudo com os processos geomorfológicos que a caracteriza, representa um grave problema ao meio ambiente, sendo a erosão nas vertentes o principal representante desse processo, pois, o plantio da cana-de-açúcar é realizado sem considerar as características de solo, dos processos geomorfológicos, nem das formas do relevo que caracterizam a área.

Os métodos utilizados nesse trabalho corresponderam as suas expectativas iniciais, pois as informações colhidas através de técnicas de sensoriamento remoto foram confrontadas e confirmadas em pesquisa de campo. O sucesso metodológico permitiu se alcançar de modo satisfatório o cumprimento dos objetivos propostos inicialmente.

O cruzamento de informações do mapa de uso do solo com o mapa da geomorfologia da microbacia do rio da Ribeira permite afirmar que é nas vertentes onde ocorrem os processos erosivos mais acentuados da área de estudo, gerando uma quantidade significativa de sedimentos transportados nessa feição geomorfológica.

Como resultado do intenso processo erosivo ocorre o consequente assoreamento do rio da Ribeira, respondendo ao aumento significativo da quantidade de sedimentos lançados em seu leito, além da contaminação do solo e dos corpos hídricos por agrotóxico utilizados nas plantações, causando assim um forte desequilíbrio aos sistemas naturais que ai ocorrerbm.

Portanto, a forma de manejo agrícola e uso do solo adotado na área de estudo são classificados como insustentáveis, diante das características e dos processos naturais que

marcam as unidades geomorfológicas que compõe a microbacia do rio da Ribeira. Todavia, não se percebe do poder público uma ação efetiva no intuito de preservar esses ambientes, nem de utilizá-los de modo sustentável.

REFERENCIAS

ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M, F.; MONTEIRO, F. A. J.; OLIVEIRA FILHO, J. S. **Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no Nordeste Oriental**, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988. Belém, *Anais...* Belém: SBG, 1988. V. 2, p. 753-760.

ARAUJO, G. H. S., ALMEIDA, J. R., GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007

ARAUJO, M. E., **Estudo Geomorfológico do extremo Sul do Litoral da Paraíba**. 1993. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 1993.

ARAUJO, M. E., **Água e Rocha na Definição do sítio de Nossa senhora das Neves, atual Cidade de João Pessoa – Paraíba**. 2012. 297f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, 2012.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T., e CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BRASIL. Ministério de Planejamento e Orçamento. IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. EMBRAPA. **Mapa exploratório-reconhecimento do solo de Santa Rita**. Escala: 1:100.000, 1972.

BRASIL. Ministério da Agricultura. EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)**.

BOTELHO, R. G. M. e SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C. e GUERRA, A. J. T. (Org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

FURRIER, M. **Caracterização geomorfológica e do meio físico da folha João Pessoa – 1:100.000**. 2007. 213f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GUEDES, L. S. **Monitoramento Geoambiental do Estuário do Rio Paraíba do Norte – PB por meio da Cartografia Temática digital e de produtos de Sensoriamento Remoto**. 2002. 90f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2002.

GUERRA, A. J. T. e MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T., e CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUERRA, A. J. T. O Início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S., BOTELHO, R. G. M. (Org.) **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LIMA FILHO, M. F. Análise estratigráfica e estrutural da bacia Pernambuco. 1998. 180f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MABESOONE, J. M.; ALHEIROS, M. M. Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte – base estrutural. *Estudos geológicos UFPE*, série B, Recife, v. 10, p. 33-44, 1991.

MABESOONE, J. M.; ALHEIROS, M. M. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. *Revista Brasileira de Geociências*. V. 18, n. 4, p. 476-482, 1998.

MOREIRA, M. TARGINO, I. **Capítulos de Geografia agrária da Paraíba**. João Pessoa: EDUFPB, 1997. 332 p.

PENCK, W. “**Morphological Analysis of Land Forms**”, Macmillan and co., London, 1953.

ROSS, J. L. S. O registro dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do departamento de Geografia da FFLCH/USP**, 8, 1994, p. 63-74.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003

Secretaria de Planejamento. **Plano Diretor Participativo do Município de Santa Rita – PB, 2006**.