



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GEOGRAFIA (BACHARELADO)

MOISÉS ARAÚJO CARDOSO

MAPEAMENTO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E
ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO NA BACIA DO RESERVATÓRIO DE
MARÉS - PB

João Pessoa - PB
Abril de 2013

MOISÉS ARAÚJO CARDOSO

MAPEAMENTO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E
ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO NA BACIA DO RESERVATÓRIO DE
MARÉS - PB

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba, para obtenção do grau de bacharel no curso de Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Richarde Marques da Silva

João Pessoa - PB
Abril de 2013

**MAPEAMENTO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E
ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO NA BACIA DO RESERVATÓRIO DE
MARÉS - PB**

Data: ____/____/____

Nota: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Richarde marques da silva
Orientador
Universidade Federal da Paraíba
Departamento de Geociências

M.Sc. Francisco Borges de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba
Departamento de Geociências

M.Sc. Franklin Linhares
Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA-PB

João Pessoa - PB

Abril de 2013

EPÍGRAFE

O sentido de ser universitário
Muitos estudantes entendem
Que uma faculdade
Só serve para estudar,
Se preocupando apenas
Em se qualificar.
A universidade, como o próprio nome diz,
Funciona como um universo.
E este é formado por vários cursos, disciplinas,
Professores, estudantes e conceitos.
Onde educadores e universitários são aprendizes.
E esse período que estamos
Vivendo devemos buscar o máximo
A construção do nosso conhecimento.
Na universidade convivem pessoas
De várias opiniões, onde podem
Trocar idéias para terem um consentimento.
E esses momentos servem para
A gente se expressar melhor
E ao mesmo tempo se ajudar.
Nos educamos,
interagindo com
O outro e com o meio, mas a educação
Maior é aquela que vem de
Dentro de cada um de nós,
Esta é a nossa maior qualificação.
Não tem sentido se
Formar só pelo profissional.

Patrícia Dayanne

Alto Santo, CE.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por tudo proporcionado em minha vida;

Agradeço aos meus professores, que conscientemente me apresentaram novos caminhos, em especial ao professor Richarde Marques da Silva, pela sua paciência e determinação na minha orientação acadêmica e amizade, agora de longa data. Sou grato pela incondicional confiança e pelas oportunidades dadas no meu aprimoramento intelectual e moral;

Agradeço também ao meu grande amigo Samir Gonçalves (Japa), pela amizade e grande ajuda na minha pesquisa de monografia e em outras pesquisas desenvolvidas nos últimos meses; E a todos que participaram de meu cotidiano durante esses anos de graduação na UFPB, independente da frequência e intensidade do convívio.

Agradeço aos meus gloriosos pais, que os amos de coração, os mesmo que colocaram sua fé em minha capacidade, como tutores, souberam e ainda sabem fazer valer aquilo que muitos chamam de autoridade, mas que tenho como a mais fina educação fundada em suas vivências e os agradeço por serem fidedignos ao que, para mim, se espera dos pais: amor e atenção;

Agradeço aos meus grandes irmãos Mateus, Suélia, Suzana, com suas características e personalidades, se fará inesquecíveis para mim e que, garantidamente, serão presenças constantes;

Agradeço também aos colegas que se tornaram amigos, aos amigos hoje colegas e aos amigos de sempre, pessoas sem as quais o descanso seria um tanto solitário, e

Por fim agradeço ao estado da Paraíba por ter me acolhido de uma maneira tão receptiva.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 Objetivos..... | 14 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 15 |
| 2.1 A Bacia Hidrográfica como unidade de estudo e planejamento | 16 |
| 2.2 Crescimento Populacional em cidades médias..... | 17 |
| 3. ÁREA DE ESTUDO | 20 |
| 3.1 Localização..... | 20 |
| 3.2 Aspectos do clima..... | 22 |
| 3.3 Vegetação | 24 |
| 3.4 Solos..... | 27 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 4.1 Procedimentos em laboratório..... | 29 |
| 4.2 Levantamentos em campo..... | 29 |
| 4.3 Delimitação e Digitalização de Produtos Cartográficos..... | 30 |
| 4.4 Georreferenciamento e Vetorização | 31 |
| 4.5 Mapeamentos do Uso e Ocupação do Solo..... | 32 |
| 4.6 A Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) | 32 |
| 4.6.1 Fator R | 34 |
| 4.6.2 Fator K..... | 35 |
| 4.6.3 Fatores C e P | 36 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 37 |
| 6.1 Evolução Populacional e o Uso e Ocupação da Bacia..... | 37 |
| 6.2 Análises Geoambiental de Bayeux | 39 |
| 6.2 Erosividade | 44 |
| 6.3 Declividades da bacia..... | 45 |
| 6.4 Estimativa das Perdas de Solo..... | 46 |
| 7. CONCLUSÃO | 49 |
| REFERÊNCIAS..... | 50 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1- Localização da Bacia Marés no município de Bayeux e no Estado da Paraíba..... | 20 |
| Figura 2- Reservatório da Bacia Marés..... | 21 |
| Figura 3- Estação de Tratamento do Reservatório de Marés..... | 21 |
| Figura 4- Espacialização da rede hidrográfica da Bacia do Reservatório Marés. | 22 |
| Figura 5- Perfil longitudinal do Reservatório Marés..... | 23 |
| Figura 6 -Vegetação da Bacia de Marés..... | 22 |
| Figura 7 - Mata Ciliar no curso Rio da Bacia de Marés..... | 23 |
| Figura 8 - Argissolo Vermelho-amarelo..... | 25 |
| Figura 9 - Taxa de urbanização em Bayeux entre 1970-2000. Contagem da População de 1996. | 37 |
| Figura 10 - Recorte da carta topográfica da Bacia Marés em 1974. | 40 |
| Figura 11 - Mapeamento do uso e ocupação dos solos da Bacia Marés de 1974. | 41 |
| Figura 12 - Recorte de imagem do <i>Google Earth</i> (2012) da Bacia de Marés... | 42 |
| Figura 13 - Mapeamentos do uso e ocupação do solo da Bacia de Marés de 2012. | 43 |
| Figura 14- Mapa de erosividade da chuvas para a Bacia do Reservatório Marés. | 44 |
| Figura 15 - Mapa de declividades da bacia do Reservatório Marés..... | 46 |
| Figura 16 - Mapa da estimativa de perda de solo para a Bacia do Reservatório Marés. | 47 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela1- Área de preservação permanente ao longo do rio e reservatório Marés na bacia no ano (1074 a 2008)..... | 25 |
| Tabela 2- Classes Tipos de Solos Predominantes na Bacia de Marés | 27 |
| Tabela 3- Valores do fator K para a Bacia do Reservatório Marés | 35 |
| Tabela 4- Valores do fator CP relacionados às categorias de uso da terra | 36 |
| Tabela 5 -Evolução da população rural e urbana em Bayeux entre 1960/1996 | 38 |
| Tabela 6 - Uso do solo na Bacia do Reservatório Marés | 40 |

RESUMO

Ao longo do tempo muitos processos erosivos têm ocasionado grandes degradações de solos em todo o mundo além de colocar em risco a população, destruindo casas e equipamentos públicos causando prejuízos sociais, econômicos e ambientais. Os ambientes naturais e antrópicos exercem uma grande influência no uso e ocupação do solo, estas podendo instigar a sua “alteração” e formação geomorfológica, atingindo diretamente a qualidade e produtividade do mesmo. Este trabalho se objetivou em verificar a influência comparativa do uso e ocupação do solo na Bacia de Marés no município, Santa Rita e Bayeux, que fazem parte da Região Metropolitana denominada de Grande João Pessoa no Estado da Paraíba. PB. O objetivo geral foi analisar a influência dos impactos e crescimento urbano na bacia entre os intervalos de tempo (1974 e 2012) nos últimos anos na Bacia do Reservatório Marés. Para constatar esta influência, realizou-se uma análise de correlação do percentual do uso e ocupação dos solos, cujos dados foram coletados entre os referentes anos (1974 a 2012) verificando o quanto mudou nesse intervalo de tempo. Assim concluiu-se que as áreas ocupadas nos meios urbanos e agrícolas, obtiveram maior intensidade.

Palavras-chaves: erosão, Bacia de Marés, degradação.

ABSTRACT

For centuries many have caused major erosion of soil degradation in the world besides endangering the population, destroying homes and public facilities causing damage social, economic and environmental. The natural and anthropogenic environments exert a great influence on the use and occupation of land, they can instill their "change" and geomorphological formation, directly affecting the quality and productivity of the same. This work aimed to investigate the influence of comparative use and occupation of land in the municipality Tidal Basin, Santa Rita and Bayeux, which are part of the metropolitan area called Grande Joao Pessoa in Paraiba State. PB. The overall objective was to analyze the influence and impact of urban growth in the basin between the time intervals (1974 and 2012) in recent years in the Basin Reservoir Tides. To observe this effect, we carried out a correlation analysis of the percentage of the use and occupation of land, whose data were collected between the referents years (1974-2012) checking how much has changed in the meantime. Thus it was concluded that the areas occupied in both urban and agricultural, had greater intensity.

Keywords: erosion, Marés river basin, degradation.

1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental nos últimos anos tem modificado vários sistemas ambientais, provocando processos erosivos e prejudicando aos recursos hídricos. O que vem obrigando a se repensar e reformular o planejamento e gerenciamento de recursos naturais.

Tal fato é devido á decorrência da expansão desordenada de áreas urbanas, trazendo sérios impactos ao meio ambiente e seus reflexos são sentidos cada vez mais. De acordo com o ultimo senso do IBGE (2010), a maior parte da população do planeta concentra-se hoje em áreas urbanas. No Brasil, a distribuição atual aproximada da população rural é 70% urbana 30% rural. O rápido e desordenado crescimento das áreas urbanas, em especial das cidades médias, tem gerado grande pressão sobre as administrações municipais, as quais raras vezes conseguem desenvolver a infra-estruturar necessária. Este acelerado crescimento urbano tem contribuindo para um uso desordenado do solo.

Tendo em vista esta problemática o monitoramento do uso e cobertura da terra faz-se de uma grande importância, pois em determinadas regiões do país esse tipo de situação é comum, como exemplo da região Nordeste. Para que as administrações municipais possam atender às novas demandas criadas, é essencial um incremento na eficiência, através do uso de métodos de análise espacial baseados em técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica – SIG (JAIN e DAS, 2009). Estas ferramentas podem auxiliar no conhecimento da realidade ambiental vivida no momento, e assim contribuir na busca por soluções de problemas que possam se apresentar no meio ambiente em consequência dessas ações.

De acordo com Lima, Rosa (1989) o uso do solo nada mais é que a forma de como o solo está sendo utilizada pelo homem diante das suas necessidades agrícolas e urbanas. Desta maneira esse uso pode provocar alguns danos ao meio ambiente, como erosão intensa, inundações, assoreamento dos reservatórios e cursos d'água. Sua identificação e classificação são fundamentais no conhecimento do ambiente, assim como no desenvolvimento de técnicas voltadas para a obtenção e manutenção dessas informações.

Para Medeiros e Petta (2005), a preocupação, cada vez mais frequente, sobre a forma e o tipo de ocupação do seu território tem levado os governos a se interessarem por estudos que abordem essa questão. As técnicas de Sensoriamento Remoto e de modelagem tornaram-se ferramentas úteis e indispensáveis no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação das terras, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica.

Visto que o processo erosivo manifesta-se como fenômeno resultante da ruptura de equilíbrio do meio ambiente, decorrente da transformação drástica da paisagem, por eliminação da cobertura vegetal natural e introdução de novas formas de uso do solo. É imperativo então voltar à atenção para os danos que isso causa também aos recursos hídricos, principalmente quando se trata das águas utilizadas para o consumo humano. As alterações no Estado da Paraíba, mais especificamente na região metropolitana de João Pessoa, ao longo dos anos de sua ocupação, vem manifestando não só a erosão correspondente à intensificação da atividade agrícola, mas também àquela relativa ao uso urbano do solo, e dos corpos d'água como um conjunto de processos denudacionais da superfície terrestre.

O trabalho realizado na área de mares desencadeou técnicas para mapear e analisar as transformações recentes da paisagem no entorno do Reservatório Marés, abrangendo os municípios de Bayeux e Santa Rita, João Pessoa e Identificar os impactos ambientais existentes no município através de cálculos empíricos para erosão dos solos na Bacia. Sendo assim, as abordagens desenvolvidas neste trabalho foram com o intuito de apresentar meios e ferramentas de análise para verificação das transformações ambientais causadas em áreas de bacias hidrográficas.

1.1 Objetivos

Objetivo geral:

Analisar a influência e evolução e crescimento urbano na bacia entre os intervalos de tempo (1974 e 2012) nos últimos anos na Bacia do Reservatório Marés, Bayeux-PB.

Objetivos específicos:

- Analisar a evolução da paisagem e a perda de vegetação de mata ciliar na Bacia do Reservatório Marés.
- Calcular o crescimento urbano da população do município de Bayeux-PB nos últimos 30 anos.
- Identificar impactos ambientais no entorno da Bacia do Reservatório Marés.
- Calcular as perdas de solo na Bacia do Reservatório Marés.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Erosões dos solos

Os problemas relacionados à erosão dos solos sempre esteve relacionado à agricultura Morgan (1986) explica que em regiões tropicais e semiáridas nos últimos anos ela tem atingido áreas climáticas diferentes, nos países desenvolvidos, não só apenas em áreas agrícolas mais também em locais urbanos.

Esses fenômenos naturais vêm manifestando regularmente nos vários sistemas ambientais, mas devido à ação humana está resultando na ruptura do equilíbrio do meio ambiente. Por isso a presença de uma boa cobertura florestal é de grande importância para o controle do processo de erosão, que pode resultar em grandes acúmulos de sedimentos nos cursos d'água, assoreando os mesmos e até mesmo causando a eutrofização de reservatórios, por exemplo.

Oliveira et al. (1987) destaca que o processo da erosão de solos provoca sérias consequências nas águas, e isso se torna um pesado ônus à sociedade, pois além de danos ambientais, em certos casos irreversíveis, produz também prejuízos econômicos e sociais, diminuindo a produtividade agrícola, e provocando a redução da produção de energia elétrica e dos volumes de água. Comprometendo assim o abastecimento urbano e rural devido ao assoreamento de reservatórios, além da deterioração e qualidade dessas águas, pondo em risco uma série de setores produtivos da economia da região.

Sua ocorrência se destaca por ser um processo que ocorre em duas fases, sendo a primeira constituída da remoção de partículas, e a segunda, referente ao transporte deste material (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1993; GUERRA, 1998).

2.2 A Bacia Hidrográfica como unidade de estudo e planejamento

Embora o ciclo global da água possa ser considerado fechado, os estudos de hidrologia se aplicam quase sempre a unidades hidrológicas estas que devem ser tratadas como sistemas abertos. De acordo com Guerra (1978), a bacia hidrográfica funciona como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Inúmeros esquemas ou representações gráficas deixam também de apresentar, por exemplo, os limites internos do sistema de uma bacia hidrográfica, por onde circula e atua grande parte da água envolvida. De acordo com Kirby (1956), os primeiros reservatórios a surgir foram às cisternas construídas em rochas, as mesmas datadas no século 25 a.C., por uma civilização que posteriormente tornou-se a comunidade Grega. Esses construtores projetaram um sistema de captação de água de chuva que era mantida limpa, armazenada em cisternas, e utilizada em salas de banho.

Hoje se entende por reservatórios do ponto de vista estrutural, todas as estruturas que tenham a função de armazenar líquidos, tornando os reservatórios unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água situadas em pontos estratégicos do sistema de modo a atenderem as seguintes situações, garantia da quantidade de água demandas e equilíbrio da mesma.

Assim o autor Vasconcelos (1978), destaca que ao longo dos anos existe uma corrida entre a explosão hidrográfica e o desgaste das terras, as mesmas sendo utilizadas para construções desses reservatórios e barragens operando em sentido oposto, porém somando-se os efeitos, pois, como consequência da própria explosão hidrográfica, as pressões populacionais sobre as áreas já ocupadas conduzem as mesmas para uma deterioração cada vez melhor em termos de qualidade e armazenamento da água.

Hoje é notado um grande crescimento das barragens e reservatórios nos centros urbanos, acarretando inúmeros problemas ambientais. Alguns como a perda de solos, por parte de alguns centros urbanos, principalmente na perda de suas qualidades naturais (físicas e bioquímicas), os mesmo gerados em sua maioria processos erosivos, e degradáveis o que acarreta em um problema socioeconômico e ambiental, pois, em reciprocidade ao aumento da perda dos solos por erosão, há a diminuição gradativa da sua camada mais produtiva algo que ocorrendo na região de mares conseqüentemente, nessa

região, isso ocasionara a uma continuada e gradual redução na produtividade agrícola.

Dentre os problemas ambientais que relaciona os reservatórios e as bacias, as questões que vos cabe, um dos mais discutido atualmente e que já foi mencionado antes é a erosão dos “solos” o mesmo sendo essencial e importância no planejamento ambiental, pois áreas de forte erosão podem representar entraves na ampliação e melhoramento na produtividade agrícola de uma determinada área. Infelizmente, o homem tem se mostrado indolente quanto à avaliação dos efeitos da erosão acelerada, mesmo após reconhecer a severidade de sua extensão (BENNETT, 1955).

Hoje a uma grande preocupação não só na produtividade agrícola mais também em muitas regiões que o crescimento das cidades ultrapassa o esperado visto que os mesmo comprometem o uso do solo com construções de pólos industriais e das áreas irrigadas tornando a água um recurso escasso.

Por outro lado, essa intensificação ao uso do solo tornasse comum perante o crescimento populacional ocorrem normalmente nas áreas urbanas estas que estão associadas ao aumento da intensidade dos processos erosivos. Relacionando ainda o problema o autor Lal (1990), afirma que a erosão urbana no Brasil está relacionada à falta de um planejamento adequado, que leve em conta não só o meio físico, mas também condições socioeconômicas. Por isso mesmo, a erosão urbana é um fenômeno típico dos países em desenvolvimento.

2.3 Crescimento Populacional em cidades médias

Desde a década de 1970, o processo de urbanização tem se intensificado nas grandes cidades brasileiras e conseqüentemente nas cidades de porte médio, como é o caso de Bayeux. Esse crescimento obedeceu aos padrões das demais cidades brasileiras, resultado das diretrizes de políticas governamentais, como a criação do Banco Nacional de Habitação (BNH), de cooperativas como o Instituto de Orientação às Cooperativas Habitacionais (INOCOOP), e as Companhias Habitacionais (COHABs), órgãos criados e coordenados pelo Governo Federal (ORRICO, 2004).

O processo de urbanização ocorrido no país trouxe diversas dificuldades para as grandes cidades brasileiras, e em Bayeux, não foi diferente. Esse crescimento urbano acarretou problemas como a grande expansão da malha urbana municipal sem planejamento nas últimas décadas, o processo de verticalização e o aumento acentuado da valorização dos imóveis, fato comum às grandes cidades brasileiras.

Atualmente, a concentração urbana faz sentir seus reflexos através da degradação ambiental e das condições de vida. Para que as administrações municipais possam atender às novas demandas criadas, é essencial um incremento na eficiência, através do uso de métodos de análise espacial baseados em técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica – SIG (JAIN e DAS, 2009). A maior parte da população do planeta concentra-se hoje em áreas urbanas.

No Brasil, o rápido e desordenado crescimento das áreas urbanas, em especial das cidades médias, tem gerado grande pressão sobre as administrações municipais, as quais raras vezes conseguem desenvolver a infraestrutura necessária à mesma velocidade do crescimento urbano.

Apesar da cidade de João Pessoa ser a terceira cidade mais antiga do Brasil, há uma carência no que tange estudos sobre a urbanização de seus bairros, ou seja, há uma negligência em relação às fontes históricas que compõem o surgimento de muitos bairros, que são espaços determinantes no processo de crescimento da cidade (SOUZA, 2011). As poucas produções são, muitas vezes, fruto da insistência e curiosidade de pesquisadores, na busca da compreensão sobre a história da urbanização de João Pessoa. Muitas vezes, essas produções não chegam sequer a serem publicadas, o que contribui para a falta de informação bibliográfica sobre esse tema.

Dessa forma, estudar o uso e ocupação do solo urbano é de extrema relevância para a compreensão da paisagem atual e de sua dinâmica. De acordo com Mendonça (1999), a identificação da apropriação dos elementos naturais e do uso do solo em uma área urbana, se constitui em importante elemento num estudo ligado às transformações tanto no quadro ambiental como na expansão urbana.

Se sabe-se que a maior parte da população do planeta concentra-se hoje em áreas urbanas. O rápido e desordenado crescimento das áreas

urbanas, em especial das cidades médias, tem gerado grande pressão sobre as administrações municipais, as quais raras vezes conseguem desenvolver a infraestrutura necessária à mesma velocidade do crescimento urbano.

Atualmente, os processos de ocupação desordenada do uso do solo constituem grave problema nas grandes cidades brasileiras, com consequências ambientais, sociais e econômicas significativas. Para tanto são de fundamental importância estudos que avaliem a susceptibilidade dos diferentes riscos naturais em toda a área urbana, englobando os diversos usos do solo, e suas consequências na paisagem, além do conhecimento dos prováveis fatores desencadeadores, possibilitando uma melhor gestão do meio físico urbano.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização

A Bacia do Reservatório Marés está localizada entre as coordenadas 9.210000 mN a 9.2040000 mN e 278.000 mE 288.000 mE (Figuras 1 e 2), e possui uma área de drenagem de 27,42 km². Essa bacia está localizada nos municípios de João Pessoa, Santa Rita e Bayeux, que fazem parte da Região Metropolitana de João Pessoa, Estado da Paraíba. A Bacia do Reservatório Marés é um dos principais mananciais da Região Metropolitana de João Pessoa, com captação de água para consumo urbano e rural.

Nesses dois municípios o desenvolvimento, tanto urbano quanto rural, ver imagem abaixo tem ocorrido consideravelmente rápido e expansivo, nos termos sócio-econômicos houve também um elevado crescimento focalizando as regiões que demonstraram maiores e menores meios produtivos estes se expandindo aos redores da bacia.

Durante as visita a campo pode-se observa também uma total realização de obras privadas e públicas em áreas consideradas mais nobres na cidade isso explica um dos elevados nível do crescimento urbano. No caso da ocupação urbana mais voltada para o interior da bacia, entre os municípios de Bayeux e Santa Rita, ocorreram mais por parte dos núcleos residenciais independentes os tais que carregam o nome de paisagens urbanas.



Figura 1- Localização da Bacia Marés no município de Bayeux e no Estado da Paraíba.

O rio Marés possui uma barragem (Figura 2) de regularização e captação, que através de uma torre com adução de (101 m), chamada de ETA – Estação de Tratamento de Água (Figura 3), que faz o transporte da água por gravidade para a Estação Elevatória de Água Tratada. Esta captação recebe água do rio Marés para complementar a vazão do sistema de Marés, através de bombas da estação elevatória.



Figura 2- Reservatório da Bacia Marés.



Figura 3- Estação de Tratamento do Reservatório de Marés.

3.2 Aspectos do clima

A precipitação média anual nesta área é de aproximadamente 1.700 mm e a evaporação média anual em tanque classe A na Estação Climatológica de João Pessoa é de 1.310 mm, com regime pluviométrico de maior intensidade no 1º semestre do ano (SCIENTEC, 2007). O índice de aridez, segundo a classificação de Martonne, é o mais alto da Paraíba, com valor acima de 50. O trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de maio, junho e julho. A época seca inicia-se no mês de agosto, se estendendo até fevereiro com um total de 7 meses.

A rede hidrográfica da Bacia do Reservatório Marés é formada pelo rio Marés (rio principal) e seus afluentes (Figura 4). A rede hidrográfica da bacia descrita pelo perfil longitudinal do seu curso principal, demonstrado no gráfico da Figura 5 longitudinal demonstra seu comprimento, desde sua nascente nas cotas mais altas, incluindo o reservatório fluvial.

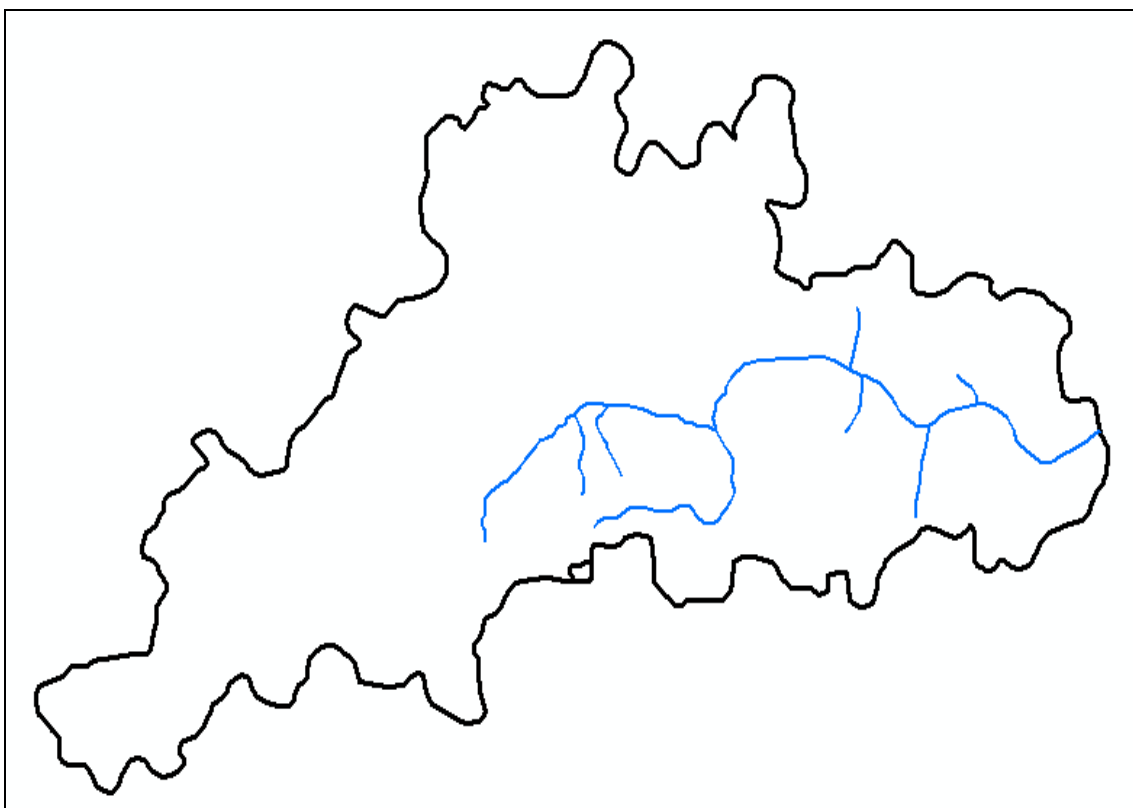


Figura 4 - Espacialização da rede hidrográfica da Bacia do Reservatório Marés.

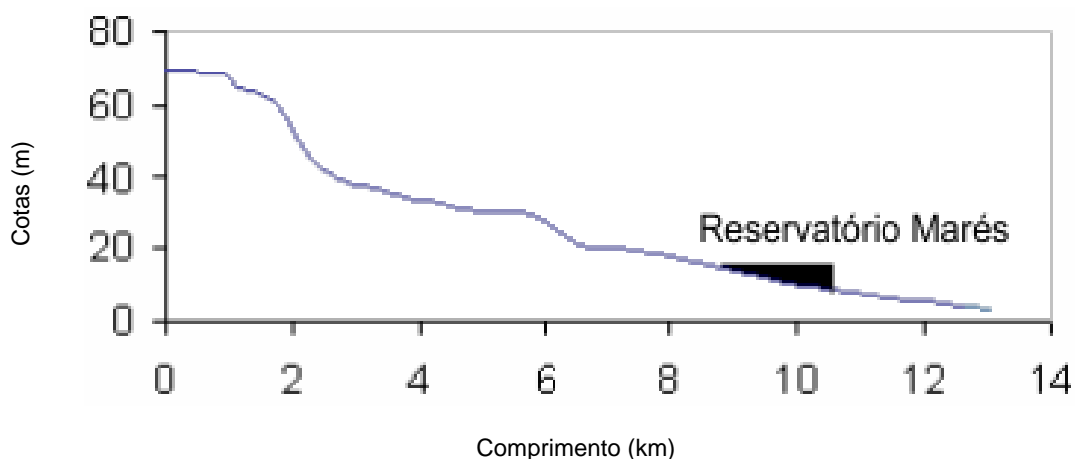


Figura 5- Perfil longitudinal do Reservatório Marés.
 Fonte: Carrilho et al. (2008).

Diante dos fenômenos climatológicos e de suas possíveis repartição, o clima do município de João Pessoa é do tipo *As'*, quente e úmido, com chuvas de outono e inverno, segundo a classificação de Köppen. Quanto ao Bioclima, à região pode ser classificada como do tipo mediterrâneo ou nordestino sub-seco. Esta denominação caracteriza-se por apresentar térmicas anuais em torno de 25°C

Dessa maneira pode-se considera que determinados valores observados na Estação Meteorológica de Marés, no período de janeiro de 1973 a dezembro de 1974, pode-se tecer as seguintes considerações acerca da umidade relativa do ar: a média mensal é bastante alta, mantendo-se acima de 90% no período entre os meses de março a julho; o período de Outubro a Janeiro é o quadrimestre mais seco (77% a 83%); os valores diários de umidade relativa do ar, em termos absolutos, atingiram os extremos de 99% para o máximo e 42% para o mínimo.

Em geral, a evaporação acompanha as variações do movimento anual da curva de umidade relativa do ar e da temperatura. Nas observações realizadas na estação de Marés, verificou se um desvio máximo de 4,2% em relação à média anual dos registros anotados entre os anos de 1972 a 1974. Os ventos predominantes na região variam com a época do ano. Entre os meses de setembro e fevereiro predominam os ventos fracos de NE e E. No

inverno, de março a agosto os ventos predominantes são de E a SE. Esses ventos são notavelmente constantes, algumas vezes frescos; são raras as calmarias.

3.3 Vegetação

A cobertura vegetal da área como constituída pela bacia, se trata de uma vegetação tropical de clima úmido, apresentam tamanhos de médios e grandes portes, vistos na (figura 6). Neste contexto percebe-se ainda que as mesmas são de fundamental importância para transmite um bom conforto térmico da região.



Figura 6 - Vegetação da Bacia de Marés.

Analisando as características da vegetação na bacia de Mares, percebe-se que a mesma possui uma instigação com tonalidades de cores diferentes demonstrando assim, que podem ser encontrados diversos tipos de espécies na flora.

Algumas dessas foram vistas e identificadas na região, como por exemplo, os Cajueiros, Mangabeiras, e Coqueirais, espécies frutíferas que se adaptam muito bem na região. Estas árvores são utilizadas pela população local para subsistência e para comercialização.

A Figura 7 apresenta área de mata e de uma área de plantação nas margens no curso do rio da Bacia de Marés. Em algumas áreas ao longo da região ribeirinha, próxima ao reservatório, é possível identificar áreas com plantações irrigadas. Quanto a presença da vegetação na bacia, notam-se a presença de árvores médias e de pequeno porte. Em desarmonia com o novo Código Florestal (Lei 4771/65), há diversas áreas de plantações nas margens do rio. Estas que se mantêm verdes, em contraste com as áreas agrícolas que também servem de pastagem para pequenas criações na região.



Figura 7 - Mata e área de plantação nas margens no curso do rio da Bacia de Marés.

Tabela- 1 Área de preservação permanente ao longo do rio e reservatório Marés na bacia no ano (1974 a 2008).

| | Comprimento preservado (%) | Comprimento ou perímetro Preservado (km) | | Percentual preservado (%) | |
|--------------|----------------------------|--|------|---------------------------|-------|
| | | 1974 | 2008 | 1974 | 2008 |
| - | - | 1974 | 2008 | 1974 | 2008 |
| Rios | 17,59 | 14,11 | 8,05 | 80,22 | 45,76 |
| Reservatório | 4,21 | 2,15 | 3,45 | 51,07 | 81,95 |

Fonte: Carrilho et al. (2008).

Analisando a tabela logo acima, o que se pode perceber é que o percentual de comprimentos de rios com áreas preservadas de acordo com a resolução nº 303 diminuiu no que relaciona ao ano de 2008 para apenas 45,76% do comprimento total dos rios da bacia.

Com relação às dez nascentes dos rios da bacia, em 1974 todas elas estavam preservadas, enquanto em 2008, apenas uma continuava preservada em todo o seu entorno conforme a resolução 303 do CONAMA.

Já no entorno do reservatório Marés houve uma recuperação de 30,88% de perímetro preservado, certamente por conta de adoção de política de preservação de reservatório implantada pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, no período analisado.

3.4 Solos

Segundo a classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 2006), o solo encontrado na área de estudo se enquadra na classificação citada na (Tabela 2) O mesmo que compreendem e se destaca dentre suas característica física e química, algumas dessas já nas novas ordens citadas abaixo, conforme conceitos que se seguem:

Tabela 2- Classes Tipos de Solos Predominantes na Bacia de Marés

| CLASSE DE SOLO | CÓDIGO | CARACTERÍSTICAS |
|-----------------------|---------------|--|
| Argissolos | ARGI | Solos medianamente profundos, textura argilosa, arenosa. |

Fonte: (EMBRAPA, 2006).

Os Argissolos como representado é constituídos por material mineral com predominância de cores vermelhas e amarelas (ver figura abaixo), têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alético. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Luvissolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos (EMBRAPA, 2006).

A Figura 8 mostra um exemplo de um perfil de solo do tipo Argissolo. Esse perfil representa uma grande parte dos solos da bacia, que apresenta tonalidades de cores vermelha e amarela, que se caracterizam por serem ricos em ferro e magnésio.



Figura 8 - Exemplo de um perfil de solo do tipo Argissolo Vermelho-amarelo
Fonte: (EMBRAPA, 2006).

Alguns autores citados a diante relatam que a compactação desse tipo de solo é comum isso em função dos seus atributos físicos e químicos, que dão ao solo o seu nível atual de compatibilidade. Nesse sentido os diversos sistemas de manejo adotados com alguns plantios como, por exemplo, a cana-de-açúcar tem alterado as características químicas do solo, como o teor de carbono orgânico e suas frações (CERRI et al., 1991; GOMES JÚNIOR, 1995; BLAIR, 2000).

Essas modificações na matéria orgânica podem influenciar algumas propriedades físicas do solo, como limite de consistência úmida é uma ótima compactação e estabilidade dos agregados (DÍAZ e GROSSO, 2000).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Procedimentos em laboratório

Em laboratório foram utilizados alguns materiais que serviram para a produção dos mapeamentos, aplicação dos cálculos matemáticos e nas atividades em campo, sendo estes:

- Cartas topográficas digitais - MNT (Modelo Numérico do Terreno) e rede de drenagem elaborados a partir das cartas topográficas, escala 1:25.000;
- Mapa de solos;
- Mapa de Classes de uso da terra, a partir de fotografias comum em (2013) e apoio de campo;
- Software SIG- para suporte à análise e integração dos dados;
- Microcomputador; impressora; scanner e GPS.
- GPS, para apoio de campo.
- Entrevista com pessoas que moram nas áreas urbanas

4.2 Levantamentos em campo

Os impactos ambientais são os efeitos causados por qualquer alteração provocada pelas atividades humanas ou naturais no meio ambiente. Medeiros (1995), Afirma ainda que as ações humanas sobre o meio ambiente podem ser positivas ou negativas, dependendo da intervenção desenvolvida. O autor ressalta que independente dessas definições, a ciência e a tecnologia podem ser utilizadas corretamente, contribuir enormemente para que o impacto humano sobre a natureza de acordo com o tipo de alteração, podendo ser ecológica, social e/ou econômica, poderão ser minimizadas e/ou até sanadas.

Durante o mês de fevereiro foi feita uma visita as áreas estudadas, as mesmas sendo correspondentes às cidades Bayeux e Santa

Rita, estas que envolve quase toda a bacia e assim situadas geograficamente próximas a cidade de João Pessoa capital da do estado da Paraíba.

Alguns produtores rurais da região relataram durante o campo que as consequências de perdas que ocorreram durante o intervalo de tempo de (1974 a 2012) é de uso e ocupação da terra, as mesmas sendo, feitas e efetivadas por os próprios moradores e trabalhadores das áreas mais próximas da bacia do rio Marés, muitos deles mantendo praticas de cultivo formal e informal causando consequência para o solo, a partir dos relatos o interesse no campo foi mantido aumentando a assim o trajeto e buscando objetivar mais o conhecer sobre alguns problemas que iriam sendo encontrados ao longo da bacia.

De acordo com Guerra et al. (2007), alertam que a ocupação mais intensa dos terrenos próximos às ocorrências erosivas multiplica os riscos de acidentes e que junto com os riscos de acidentes, geralmente as ravinas e boçorocas se tornam áreas de despejo de lixo, às vezes até como tentativa desastrosa de contenção e que o lixo e os lançamentos de esgoto transformam a erosão em foco de doenças, tornando-as ainda mais desastrosas ao meio ambiente.

Nesse sentido relatos histórico do uso e ocupação foram falados entre estes problemas que alguns moradores enfrentam com a erosão linear e enchentes em tempos de chuvas fortes.

4.3 Delimitação e Digitalização de Produtos Cartográficos

A partir da digitalização das cartas topográficas na escala 1: 25.000 de Santa Rita (Folha SB.25-Y-C-III-1SO), que compõe parte da área do município de João Pessoa, foi obtida a delimitação da área da bacia. As cartas topográficas foram adquiridas junto à SUDENE, localizada na cidade do Recife. Em seguida, as cartas foram digitalizadas em um scanner A0, de forma a permitir a transformação do produto impresso em meio digital.

4.4 Georreferenciamento e Vetorização

Para uma melhor visualização e desenvolvimento da pesquisa utilizou-se da Carta Topográfica do ano de 1974 do município de Santa Rita, em escala 1:25.000 Sendo que a bacia em estudo, pertence às adjacências do Córrego de Bayeux e Santa Rita. Inicialmente foi realizado o georreferenciamento da carta base digitalizada, contendo a bacia hidrográfica de interesse, tornando possível localizar o objeto de estudo em um sistema de coordenadas espaciais. Em seguida foi realizada a delimitação virtual e a vetorização das feições que compunham a área de estudo.

No processo de vetorização as feições são agrupadas em planos de informação que correspondem aos *layers* criados, facilitando a manipulação, interpretação, análise e apresentação dos dados, uma vez que os elementos representados podem ser separados e posteriormente sobrepostos, de modo a facilitar a visualização do conteúdo de interesse do usuário. Como resultado, obteve-se uma base cartográfica digital da microbacia do Córrego do Ronqueador.

Com a digitalização das cartas topográficas na escala 1: 25.000, foi realizado o georreferenciamento das mesmas citadas antes, assim utilizando de técnicas cartografia digital realizou-se o produto. Após esse procedimento as informações contidas na carta, como: uso e ocupação do solo, curvas de nível, pontos cotados e rede drenagem, foram vetorizadas em ambiente SIG. Em seguida foi atribuída a classificação de cada área vetorizada. Por esse método de fácil utilização, a disposição das isolinhas sobre o papel orienta a identificação das zonas mais elevadas e a propensão de decaimento do terreno pelo cotejo dos valores das curvas de nível vizinhas.

Para encontrar a poligonal representativa do delineamento da bacia do rio Marés, optou-se por uma metodologia não-convencional que se utiliza dos recursos da internet para capturar imagens de satélite através do programa gratuito *Google Earth*. Este programa foi criado e mantido pela empresa Google que permite a visualização de qualquer parte da superfície terrestre através de imagens periodicamente atualizadas. Dentre os inúmeros recursos que essa ferramenta moderna apresenta, está o da possibilidade de visualização 3D dos terrenos na área de navegação do programa.

Originalmente, o *Google Earth* guarda a mesma escala de desenho para as dimensões horizontal e vertical. Entretanto, pode-se tirar proveito do recurso que ele oferece de propiciar deformações na escala das altitudes (z), de forma a aparentar visualmente um relevo com maiores proporções que o real. Esse realce na forma das elevações facilita a identificação dos pontos de maior cota e alteração da convexidade caracterizando um divisor de água.

4.5 Mapeamentos do Uso e Ocupação do Solo

Foram realizados dois mapeamentos do uso e ocupação do solo da bacia do Reservatório Marés para o ano de 1974 e para 2012. O mapeamento do uso e ocupação do solo para o ano de 1974 foi realizado mediante a carta topográfica de Santa Rita na escala 1: 25.000 (Folha SB.25-Y-C-III-1SO), que compõe parte da área de estudo. Essa carta topográfica foi adquirida junto à SUDENE, localizada na cidade do Recife. Em seguida, a carta foi digitalizada em um scanner A0, de forma a permitir a transformação do produto impresso em meio digital. Para 2012 foi obtida mediante imagens de satélite de alta resolução do satélite *Quickbird*.

Com a digitalização da carta topográfica foi realizado o georreferenciamento da mesma utilizando técnicas de Geoprocessamento. Após esse procedimento as informações contidas na carta, como: uso e ocupação do solo, curvas de nível, pontos cotados e rede drenagem, foram vetorizadas em ambiente SIG. Em seguida foi atribuída a classificação de cada área vetorizada.

4.6 A Equação Universal de Perda de Solos (EUPS)

As inovações tecnológicas e os estudos integrados aos programas de SIGs são cada vez mais comuns e necessários no meio acadêmico, pois produzem resultados e simulações muito próximos da realidade no delineamento do divisor de águas e na extração da rede de drenagem da bacia, tornando os processos hidrológicos mais precisos e confiáveis. Grande parte desses modelos gera uma discretização espacial na qual cada célula da

grade regular tem uma cota individual representativa das características altimétricas dos terrenos circunvizinhos.

O uso das técnicas de modelagem associada à aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo constitui-se num importante instrumento de investigação sobre o processo erosivo, pois, a partir das características e propriedades dos fatores ambientais responsáveis pelas perdas de solos, permite a compartimentação da paisagem em níveis de instabilidade, possibilitando ações mais efetivas de planejamento ambiental e otimização dos recursos naturais.

Desde a década de 1950 são utilizados cálculos matemáticos na predição da erosão de solos, como explica Wischmeier e Smith (1978) sobre a EUPS – *Universal Soil Loss Equation*, conhecida como a EUPS – Equação Universal de Perdas de Solo, desenvolvida no Departamento de Agricultura dos EUA.

Desde a formulação da EUPS, inúmeros trabalhos, como os de Pinto (1983 e 1996), Bertoni e Lombardi Neto (1990), IPT (1986), Donzeli et al. (1992) e Ruhoff et al. (2006), e Benatto et al. (2006), vêm adotando esse modelo empírico como o mais utilizado e um dos mais eficazes na determinação da perda de solos em diversas bacias em todas as partes do planeta.

Sobre o uso da EUPS, Bertoni e Lombardi Neto (1990), afirma que essa equação apresenta praticamente todos os fatores envolvidos no processo de erosão hídrica. Dada essa grande abrangência quanto aos fatores (ambientais e antrópicos) envolvidos na estimativa da erosão, a EUPS tem sido utilizada como base para estudos em diferentes escalas, com as mais variadas finalidades.

Para a realização desse estudo, optou-se por avaliar as perdas de solo na Bacia do Reservatório Marés para o ano de 2012, baseados em informações cartográficas disponíveis, que serviram de base para a aplicação da Equação Universal Revisada de Perda dos Solos (EUPS) a partir da determinação dos seus fatores e pela interpretação de imagens de satélite e do uso do SIG, para avaliar as perdas de solo devido às mudanças do uso e ocupação do solo na bacia em questão.

A EUPS é um modelo de base empírica que calcula a erosão do solo através de valores determinados por índices que representam os principais fatores, i.e., chuva, do solo, da topografia e do uso do solo (SILVA et al., 2007).

A EUPS é expressa pela seguinte equação:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Sendo:

A - a perda de solo por unidade de área no tempo (t/ha);

R - o fator de chuva ou índice de erosão pela chuva, (MJ/ha·mm/ha);

K - o fator de erodibilidade do solo, isto é, a intensidade de erosão por unidade de índice de erosão da chuva, para um solo específico;

LS - o fator comprimento do declive, ou seja, a relação de perdas de solo entre uma declividade e um comprimento de rampa para o mesmo solo e grau de declive;

C - o fator uso e manejo, isto é, a relação entre perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto, e

P - o fator de prática conservacionista, entendido como a relação entre as perdas do solo de um terreno cultivado com determinada prática.

4.6.1 Fator R

O fator de erosividade da chuva (*R*) foi calculado a partir de dados diários observados de precipitação de duas estações pluviométricas localizada na bacia experimental (uma localizada no Reservatório Marés e outra localizada em Santa Rita). A espacialização da chuva foi determinada a partir de dados da pluviosidade mínima (670 mm) e máxima (830 mm) e a interpolação desses dados.

4.6.2 Fator K

O fator de erodibilidade do solo (K) foi obtido a partir dos mapas de solo baseados no Levantamento Exploratório de Solos (MA/SUDENE/DRN, 1972). A Tabela 2 apresenta os valores de K para os tipos de solo encontrados na bacia.

Tabela 3- Valores do fator K para a Bacia do Reservatório Marés

| Tipos de Solos | Textura | Classe | K (t·ha·h/ha·MJ·mm) |
|----------------------------|----------------|--------|------------------------|
| Argissolo Vermelho-Amarelo | Argilo-Arenosa | PV3 | 0,032 |

4.6.3 Fator LS

O fator topográfico (LS) combina dois fatores: L função do comprimento da rampa e S função da declividade média. O produto (LS) é fornecido pela Equação abaixo:

$$LS = 0,00984 \cdot S^{1,18} \cdot L_x^{0,63}$$

Sendo:

LS= fator topográfico

S= declividade média da encosta (%) sendo: $S \leq 35\%$

L_x = comprimento da rampa (m) sendo: $10 \text{ m} \leq L \leq 180 \text{ m}$

Não há precisão nos cálculos quando a rampa tiver mais que 180 m ou quando a declividade da rampa for maior que 35%.

4.6.3 Fatores C e P

Para o mapeamento do uso do solo e das práticas conservacionistas para 2012 foi utilizada uma imagem pancromática do sensor *GeoEye* com resolução espacial de 1 metro, de 2012. A Tabela 3 apresenta os valores do fator CP encontrados na bacia. Foram identificados 7 classes de usos da terra: Agricultura, Cerrado, Solo exposto, Área Urbana, Asfalto, Mata e Água.

Tabela 4- Valores do fator CP relacionados às categorias de uso da terra

| Uso do solo | Valores do Fator <i>CP</i> |
|--------------|----------------------------|
| Cerrado | 0,0007 |
| Solo exposto | 1,00000 |
| Área urbana | 0,75000 |
| Agricultura | 0,1350 |
| Mata | 0,00004 |
| Água | 0,00000 |
| Asfalto | 0,00000 |

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2003).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Evolução Populacional e o Uso e Ocupação da Bacia

A população que se estabeleceu na área que envolve a bacia tem uma taxa de urbanização em crescimento constante, tendo passado de 97,7% em 1970, para 99,7% em 1996 e 99,9% em 2000 (Figura 6). Nesse período a população urbana aumentou 151,7%, passando de 34.636 habitantes em 1970, para 87.298 habitantes em 2000.

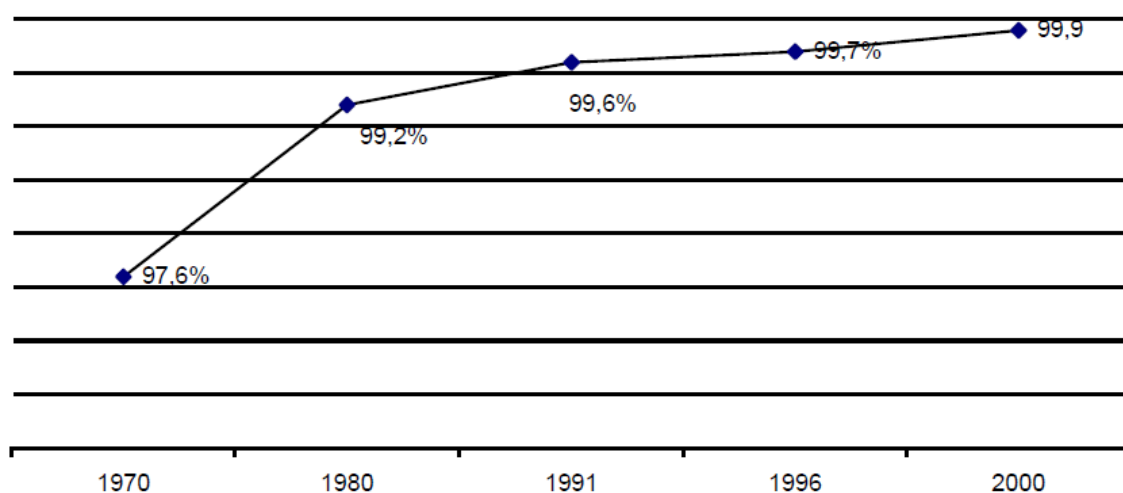


Figura 9 - Taxa de urbanização em Bayeux entre 1970-2000.

Fonte: IBGE. Censos Demográficos de 1960, 1970, 1980, 1991, 2000. Contagem da População de 1996.

O crescimento populacional de Bayeux é inconteste. Em 1960, residiam no município, 16.880 pessoas. Entre 1960 e 1970 a população residente cresceu 110% a uma taxa média anual da ordem de 7,7% (Tabela 1), algo muito superior ao verificado para o município de João Pessoa e para o conjunto do Estado da Paraíba, no mesmo período (3,7% a.a. e 1,6% a.a., respectivamente) (MOREIRA, 2004). Este crescimento persiste depois de 1970, com taxas sempre altas: de 66,1% entre 1970 e 1980; de 31,2% entre 1980 e 1991 e de 8,9% entre 1991 e 1996. O crescimento médio da população municipal entre 1970 e 1996 foi de 137% o que significa que o contingente populacional residente em Bayeux mais do que duplicou em 3 décadas. Esses

dados mostram que no período entre 1996 e 2000, a população residente em Bayeux cresceu aproximadamente 3,7%.

Tabela 5 - Evolução da população rural e urbana em Bayeux entre 1960/1996

| Anos | Pop. Rural | Pop. Urbana | Total |
|-------------|-------------------|--------------------|--------------|
| 1960 | - | - | 16.880 |
| 1970 | 828 | 34.636 | 35.464 |
| 1980 | 443 | 58.474 | 58.917 |
| 1991 | 278 | 77.047 | 77.325 |
| 1996 | 211 | 83.958 | 84.169 |
| 2000 | 124 | 87.174 | 87.298 |

Fonte: FIBGE. Censos Demográficos de 1960, 1970, 1980, 1991, 2000; Contagem da População, 1996.

O crescimento da população urbana observado no período analisado pode ser em parte explicado pela migração de pessoas vindas principalmente do interior do Estado, predominantemente da área rural. Estudos como o realizado pela Fundação de Assistência Comunitária do estado da Paraíba (FAC), junto à população residente nas habitações subnormais existentes no município, confirmam tal assertiva.

De acordo com a mencionada pesquisa, 83,87% da população residente em habitações subnormais em Bayeux são imigrantes oriundos de outros municípios do Estado da Paraíba (o que representa a maior taxa de imigração verificada entre os municípios de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux e Santa Rita), sendo a maior parcela proveniente de municípios situados na várzea do Rio Paraíba.

São também encontrados migrantes oriundos de municípios situados no Agreste e no Sertão, particularmente do Curimataú, do Brejo, do entorno de Campina Grande, além de Patos, Pombal, Conceição e Catolé do Rocha. Na sua grande maioria eles têm origem rural (63,08%).

Esse crescimento populacional nos últimos vem trazendo sérias consequências nos processos de erosão de solos e no aumento das perdas de solos em áreas de risco. Isso pode ser confirmado pelo avanço de determinados usos do solo no espaço geográfico da bacia do Reservatório Marés, os quais foram levantados a partir dos mapas disponíveis nos anos de

1974 e 2012 (carta da SUDENE, escala 1:25.000 e imagens do *Google Earth*, respectivamente).

6.2 Análises Geoambiental de Bayeux

Para a análise geoambiental da Bacia do Reservatório Marés, foram utilizadas imagens de dois períodos, 1974 e 2012. O recorte da carta da Bacia de Marés 1974 (Figura 7) mostra culturas como mandioca, cana-de-açúcar, coco, cultivos agrícolas que destaca na região. Esse crescimento no setor econômico vem acompanhado do aumento populacional considerável na região, que se intensifica como uma dinâmica danosa de apropriação do solo urbano e rural, causando problemas sociais e ambientais, devido a falta de ordenamento territorial adequado as potencialidades e fragilidades naturais da região.

A análise desses produtos cartográficos possibilitou a construção da Tabela 4, relativo às áreas com os usos do solo na bacia. A tabela abaixo demonstra o uso e ocupação do solo das classes Cana-de-Açúcar, Cerrado, Plantações, Mata, Solo exposto e Urbano.

Em relação aos mapeamentos do uso e ocupação do solo destaca-se uma intensa modificação de 1974 para 2012 em algumas classes mapeadas. Os maiores valores constatados foram das classes, cana de açúcar, e urbano. Quanto a classe cana de açúcar a área ocupada em 1974 5,50%, já em 2012 os valores da área ocupada pelo cultivo da cana de açúcar foi de 16,22%. Demonstrando um aumento no uso da terra de 10,72% nesse intervalo de tempo.

No que refere à classe urbano foi constatado que do ano de 1974 a 2012 houve uma grande diferenciação de valores, pois no ano de 1974, a área tomada era de 0,04%, e no que se refere ao meio urbano no ano de 2012 em uso e ocupação e de 42,52% um dado bastante considerado já que o crescimento urbano foi bem elevado durante esse período de tempo, assim resultando em uma diferenciação considerada 42.48%.

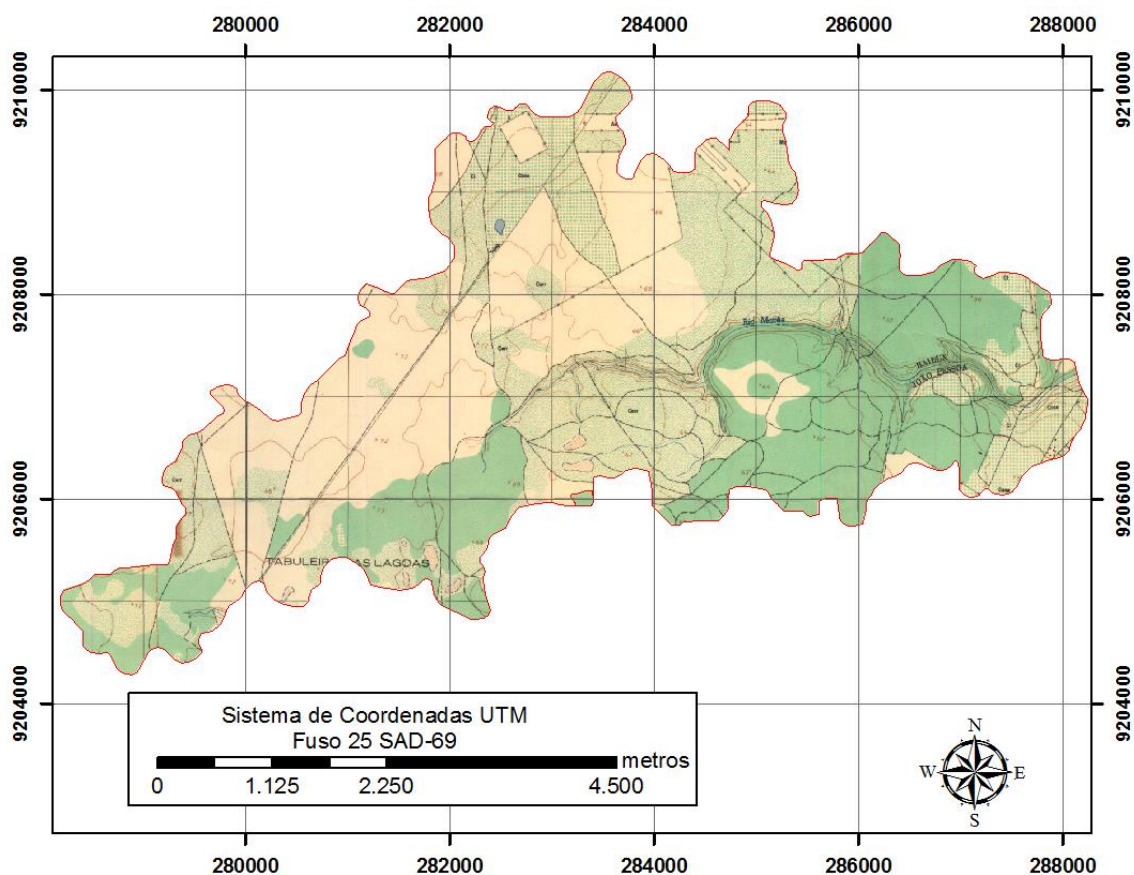


Figura 10- Recorte da carta topográfica da Bacia Marés em 1974.

Tabela 6 - Uso do solo na Bacia do Reservatório Marés

| Uso do Solo | Área em 1974 (km ²) | % | Área em 2012 (km ²) | % | Diferença (km ²) |
|--------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|------------------------------|
| Cana-de- Açúcar | 1,51 | 5,50 | 4,45 | 16,22 | 2,94 |
| Cerrado | 7,72 | 28,15 | 2,44 | 8,89 | -5,28 |
| Plantações | 1,21 | 4,41 | 1,13 | 4,12 | -0,08 |
| Mata | 8,29 | 30,23 | 7,53 | 27,46 | -0,76 |
| Solo exposto | 8,68 | 31,68 | 0,22 | 0,79 | -8,47 |
| Urbano | 0,01 | 0,04 | 11,66 | 42,52 | 11,65 |
| Total | 27,42 | 100,00 | 27,42 | 100,00 | - |

No mapeamento de 1974 identificou-se também que as áreas contendo solo exposto têm uma ocupação maior do que as outras classes de uso do solo, isso pode ser devido à preparação de áreas para plantio de culturas na

região, como mandioca, isso pode ser visualizado na figura 10. Curiosamente, as áreas para uso agrícola que eram de 4,49 km² de pequenas propriedades (denominado pomar na carta da SUDENE) praticamente não cresceu, passando para 6,0 km². No entanto, o aumento das áreas desmatadas sem uso é bastante expressivo, explicado pela expansão imobiliária principalmente nas áreas próximas ao reservatório fluvial de Marés.

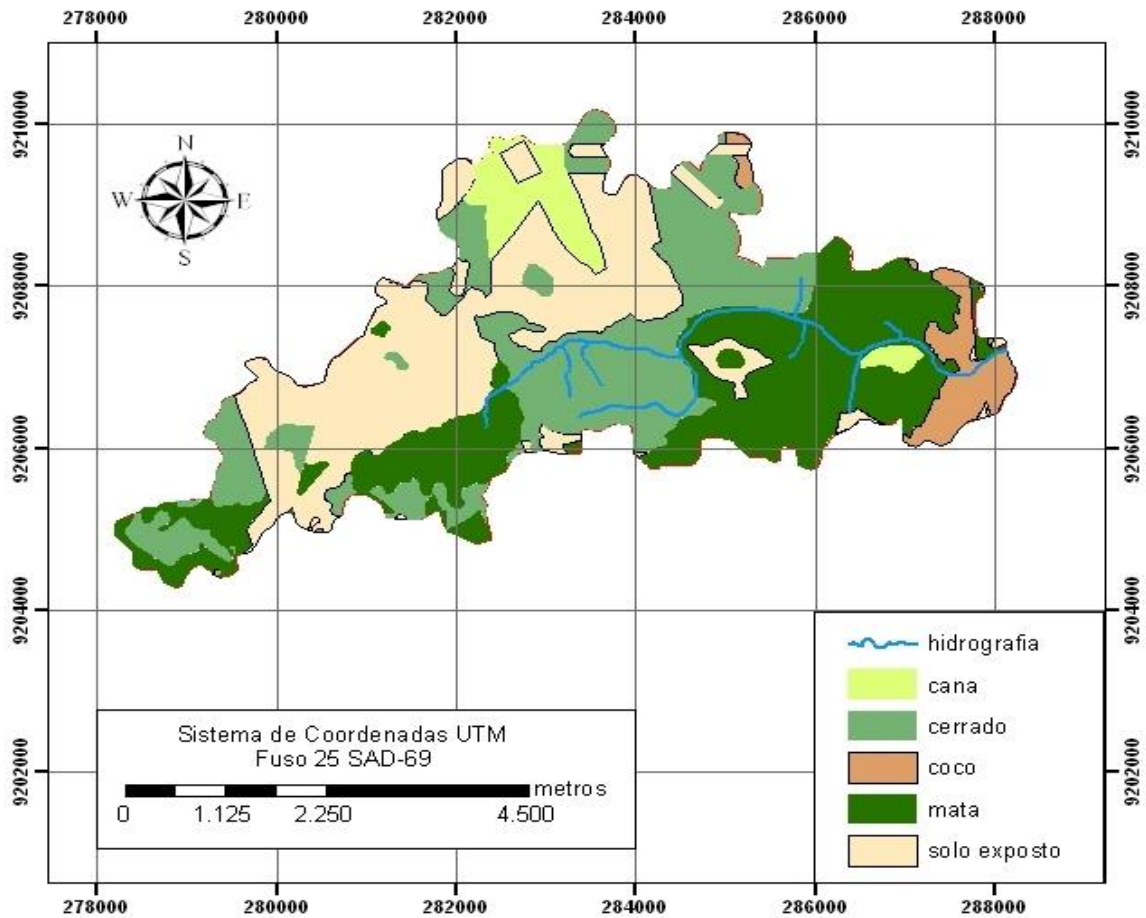


Figura 11 - Mapeamento do uso e ocupação dos solos da Bacia Marés em 1974.

Os mapeamentos do uso e ocupação do solo da Bacia de Marés referente a 2012 foram baseados na fotointerpretação da Figura 11, sendo o resultado verificado em campo e apresentado na Figura 11. A respeito disso, foi verificado que as áreas classificação como ocupações urbanas têm uma ocupação maior do que as outras classes de uso do solo, isso pode ser devido à preparação de áreas para construção civil, e o aumento populacional.

As culturas como, coco, mandioca já um pouco mais restrita recentemente nas últimas décadas, assim aumento de forma crescente as atividades industriais e no setor de serviços, incluindo as atividades de construção civil. Esse crescimento no setor econômico vem acompanhado do aumento populacional considerável na região, que intensifica uma dinâmica danosa de apropriação do solo urbano e rural, causando problemas sociais e ambientais, devido à falta de ordenamento territorial adequado as potencialidades e fragilidades naturais da região.

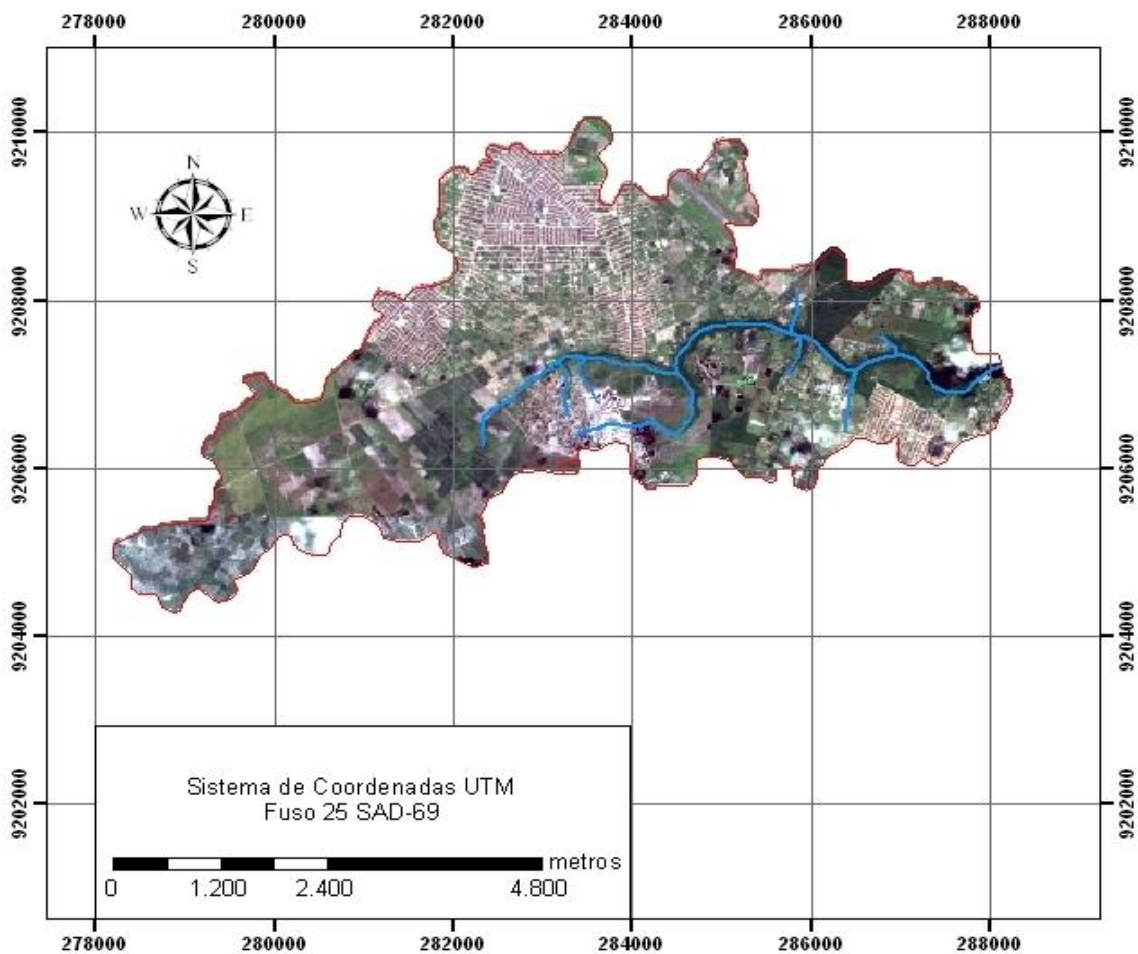


Figura 12 - Recorte de imagem do *Google Earth* (2012) da Bacia de Marés.

Do mapeamento realizado da bacia, como mostram as Figuras 13 e 14, identificou-se que as áreas contendo solo exposto têm uma ocupação maior do que as outras classes de uso do solo, isso pode ser devido à preparação de áreas para plantio de culturas na região, como mandioca. Curiosamente, as áreas para uso agrícola que eram de 4,49 km² de pequenas propriedades

(denominado pomar na carta da SUDENE) praticamente não cresceu, passando para 6 km².

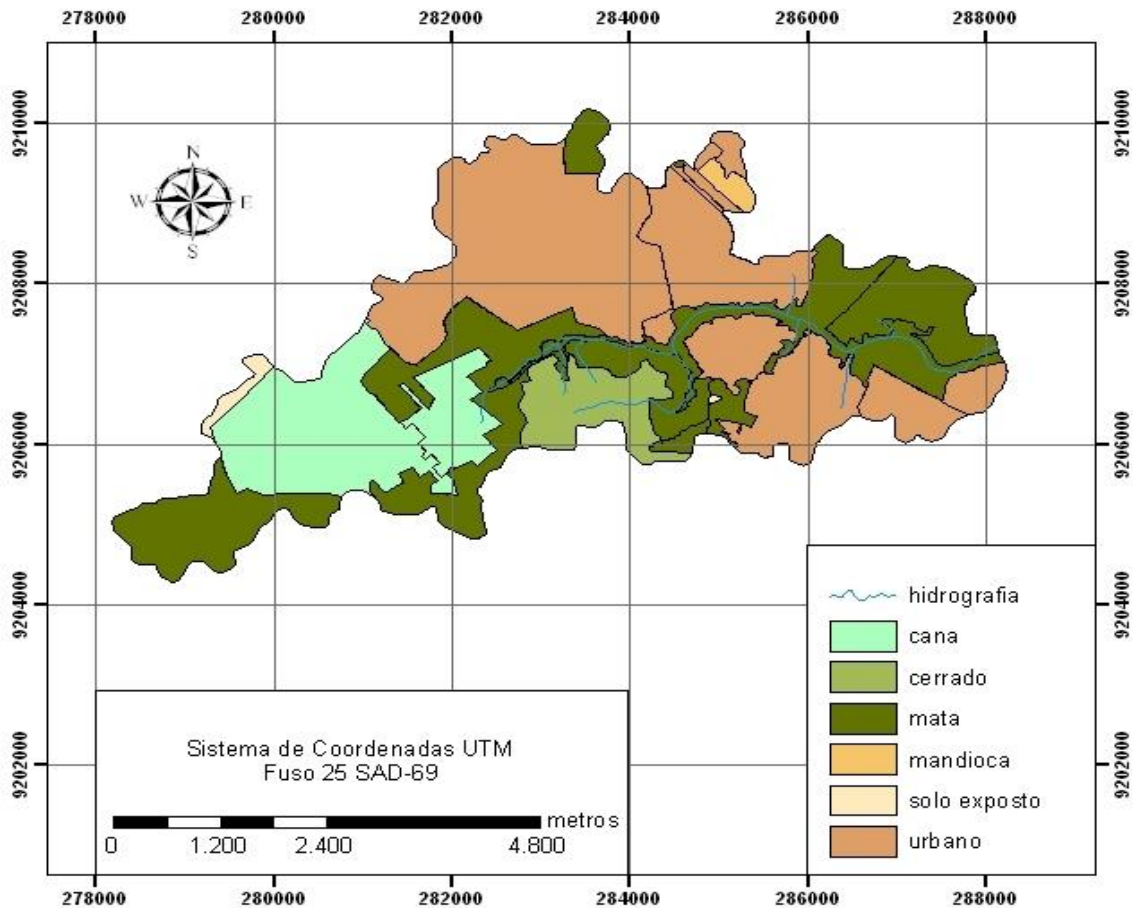


Figura 13 - Mapeamentos do uso e ocupação do solo da Bacia de Marés de 2012.

A Identificação do uso e ocupação do solo de 1974 e 2012 serviu como importante elemento de uma posterior análise ambiental da área, pois as informações sobre uma determinada localidade auxiliarão, dentre outros, na identificação e localização dos agentes responsáveis pelas condições ambientais que foram modificando durante o intervalo de tempo da suposta área.

Os traços deixados na paisagem, se por um lado simbolizam o dinamismo que a região experimenta durante vários tempos com plantios de cana, abacaxi, bambuzais. Por outro lado acabariam degradando o meio.

6.2 Erosividade

De acordo com a Figura 15 é perceptível que a Erosividade é mais intensa na parte nordeste da bacia, fato este que pode ser explicado pela presença do Reservatório Marés, uma vez que a presença de corpos d'água gera mais umidade e assim, mais chuva localizada na região.

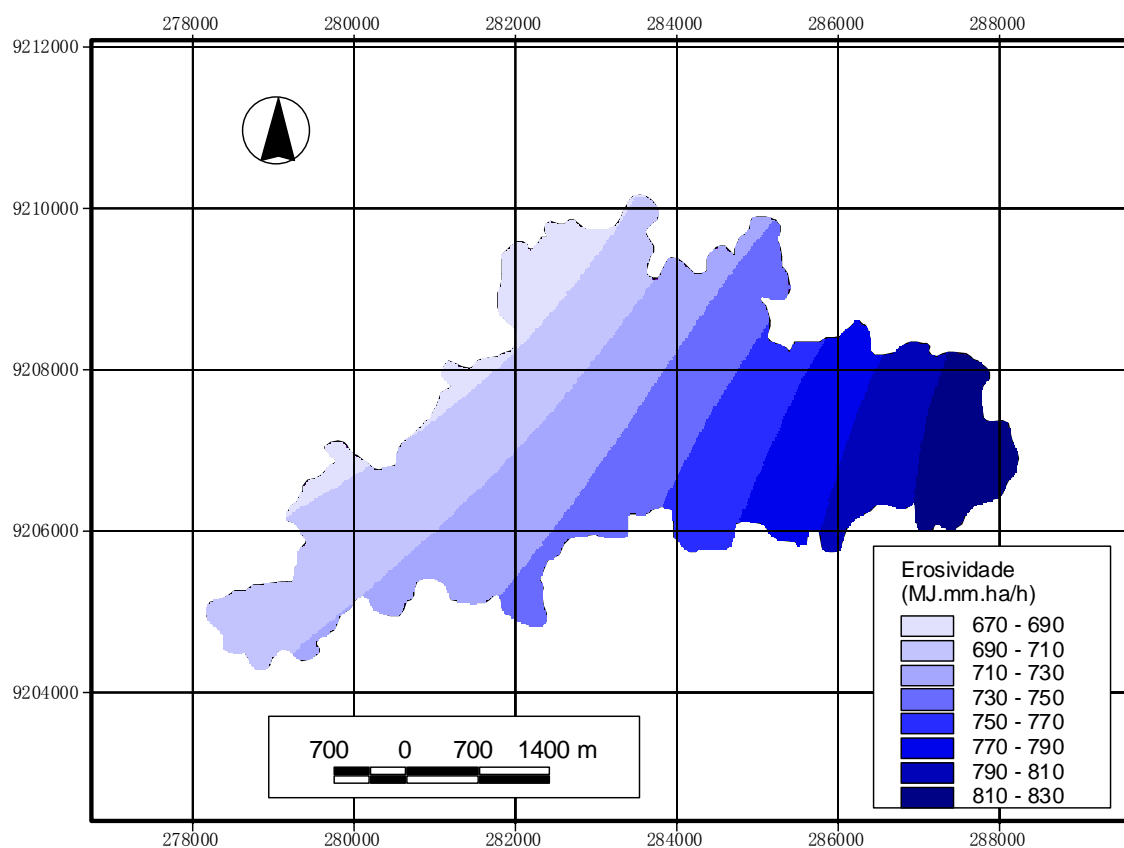


Figura 14- Mapa de erosividade das chuvas para a Bacia do Reservatório Marés.

Segundo Fujihara (2002) que citou que a variação do potencial erosivo ao longo do ano é importante para o planejamento das práticas conservacionistas a serem implementadas em uma microbacia, vemos que é imprescindível o gerenciamento do uso do solo nas regiões que apresentaram nível de erosividade de 810 a 830 MJ.mm.ha/h, promovendo a implementação de atividades que diminuam os níveis de erosividade nas áreas críticas e a

promoção da educação ambiental da população que mora na microbacia, de modo que esta conheça novas formas de uso do solo que evitem seu carreamento das chuvas.

6.3 Declividades da bacia

Diante da declividade a bacia se torna um importante fator a determinar a velocidade do escoamento superficial, que determina o tempo de concentração da bacia e define a magnitude dos picos de enchente. Porém, de maneira que a velocidade do escoamento condiciona a maior ou menor oportunidade de infiltração da água e afeta a susceptibilidade para erosão dos solos.

A declividade dos terrenos de uma bacia hidrográfica controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem. A maior velocidade de escoamento e a menor quantidade de água armazenada no solo causarão enchentes mais pronunciadas, sujeitando a bacia à degradação.

A Figura 15 mostra o mapa de declividades da bacia do Reservatório Marés. O grande número de ocorrências de baixas declividades revela ser a bacia predominantemente de fraca declividade, concordando com os resultados da curva hipsométrica e da classificação quanto ao relevo.

Este mapa foi criado a partir do Modelo de elevação Digital do Terreno com resolução espacial de 30 m, usando a função *Slope* no Arcview. É importante ressaltar que a declividade da bacia é importante fator a determinar a velocidade do escoamento superficial, o mesmo que funciona como determinante para o tempo de concentração da bacia. Além disso, a velocidade do escoamento condiciona a maior ou menor oportunidade de infiltração da água e afeta a susceptibilidade para erosão dos solos.

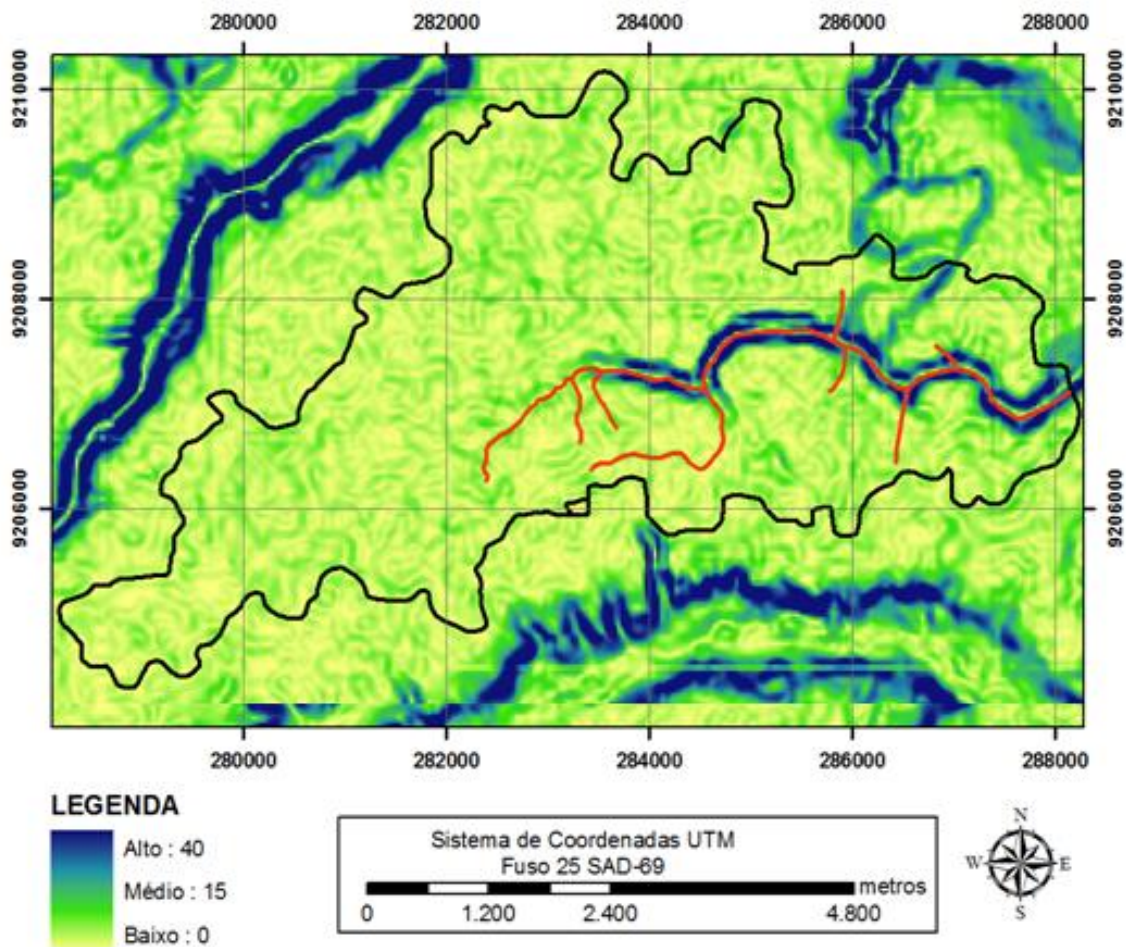


Figura 15 - Mapa de declividades da bacia do Reservatório Marés.

6.4 Estimativa das Perdas de Solo

Na composição dos resultados, as produções cartográficas desenvolvidas através de mapeamentos e atribuição de valores do uso e ocupação do solo, erosividade, erodibilidade e declividade da área da bacia possibilitaram identificar algumas áreas que influenciam mais na erosão dos solos, que por sua vez, podem ser consideradas como áreas de risco, prejudicando tanto o conforto, quanto a segurança da população do entorno. Uma vez que o assoreamento dos rios da Bacia e do Reservatório do Marés, podem ter como consequência a elevação inesperada do nível do rio em casos de chuva intensa e isso provocaria o alagamento de áreas atualmente ocupadas por habitações, o que provocaria danos materiais e talvez perdas de vidas humanas.

Ao analisar o mapa da Figura 16 percebe-se no mapa que existe uma área crítica, localizada no centro, onde foi possível identificar a presença de valores altos índice de perdas de solo, atingindo o valor máximo de até 14 toneladas de solo por hectare a cada ano.

Essa região torna-se crítica, pois nela foram encontrados os usos do solo com elevado Fator CP, principalmente solo exposto e agricultura, e de acordo com a Figura 12 verificamos que a mesma região encontra-se com nível de erosividade entre (730 e 790 MJ.mm.ha/h). A combinação dessas informações culminou numa região frágil e susceptível a perda de solo.

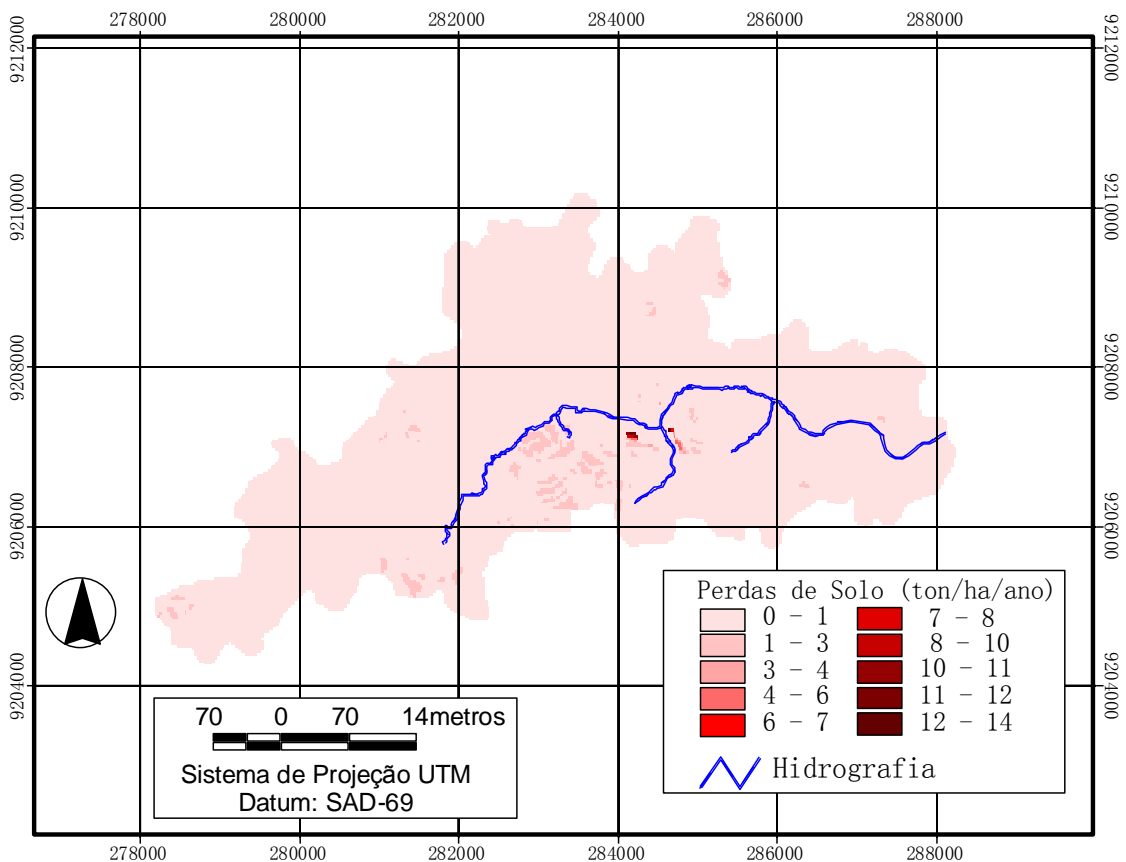


Figura 16 - Mapa da estimativa de perda de solo para a Bacia do Reservatório Marés.

Diante desse quadro, é possível afirmar que a Bacia do Reservatório Marés apresenta uso do solo e erosividade relevantes, o que geram zonas de perda do solo que agravam a situação ambiental do Reservatório Marés, e podem apresentar como principais conseqüências:

- A degradação da qualidade da água do Reservatório Marés, causada pelo assoreamento do rio e promovendo a degradação da qualidade da água e prejudicando assim a população por ele abastecida.

- Apresenta riscos à população do entorno uma vez que o assoreamento dos rios da bacia e do reservatório Marés pode ter como consequência a elevação inesperada do nível do rio em casos de chuva intensa e isso provocaria o alagamento de áreas atualmente ocupadas por habitações, o que provocaria danos materiais e talvez perdas humanas.

As modificações no solo das cidades Santa Rita e Bayer, demonstram. Dentre as modificações geradas pela ocupação do espaço urbano, e que são responsáveis por importantes alterações no ciclo hidrológico nessas áreas, destaca-se a impermeabilização do terreno, através das edificações e da pavimentação das vias de circulação.

Apesar de suas limitações, a espacialização do potencial de perda de solo pode ser utilizando em tomadas de decisão relativas ao uso do solo, pois permite identificar áreas que devem ser monitoradas principalmente do ponto de vista dos processos erosivos. A simulação do Potencial Natural de Erosão por meio da EUPS permitiu identificação de regiões com alta susceptibilidade ao processo erosivo, como pode ser verificado, nos bairros da Cidade Santa Rita.

7. CONCLUSÃO

Devido à importância da Bacia do Reservatório Mares para a população das cidades de João Pessoa, Santa Rita e Bayeux, tem-se a necessidade de analisar a dinâmica da perda do solo na região com a aplicação da Equação Universal Revisada de Perda dos Solos (EUPS) e a confecção de mapas temáticos.

A confecção do mapa temático de usos do solo demonstrou a utilização do solo da região basicamente para as atividades principais de Agricultura (42,7%), Urbanização (27,1%) e Cerrado (11,6%). Essas classes de uso do solo possuem elevado Fator CP, onde o solo se mostra mais susceptível à erosão. No mapa temático de erosividade verificamos uma variação de 670 a 830 MJ.mm.ha/h, e tem sentido crescente na direção nordeste da bacia. Este resultado é coerente devido a proximidade de um corpo d'água - o Reservatório Marés.

As perdas de solo alcançando 14 ton/ha/ano são bastante representativas por ser em uma região de abastecimento água. Este valor pode ser justificado pela presença de classes de uso do solo que facilitam o carregamento dos sedimentos e por apresentar níveis elevados de erosividade. A perda do solo na região crítica pode provocar a diminuição da qualidade da água do Reservatório Marés e também pode promover o assoreamento dos rios da bacia, elevando seus níveis em épocas de chuva e prejudicando a população.

Portanto é necessária a recuperação dessas áreas críticas de perda de solo promovendo a recuperação do solo exposto e o reflorestamento das matas ciliares da região. É importante o desenvolvimento de conscientização ambiental quanto à importância do manejo correto e dos usos do solo para evitar o processo erosivo.

REFERÊNCIAS

- BENATTO, L.; GOMES, J. P. M.; MERTEN, G. H.. Estimativa de perda de solo através da Equação Universal de Perdas de Solo considerando diferentes cenários de manejo do solo. In: Anais do VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Porto Alegre, Nov., 2006.
- BENNETT, H. H.. Elements of soil conservation. 2th edition. Kogakusha (Japan): McGraw Hill Book Comp., Inc. 1955.
- BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F.. Conservação do Solo. 3ª edição, Ícone Editora, São Paulo, 1993.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 1990.
- BLAIR, N. Impact of cultivation and sugarcane green trash management on carbon fractions and aggregate stability for a Chromic Luvisol in Queensland, Australia. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v.55, n.1, p.183-191, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba: interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro. Convênio de Mapeamento de Solos. MA/EPE-SUDENE/DRN, 1972 (boletim técnico n° 15/Série Pedologia n. 8).
- CARRILHO, L. V. A. M.; SANTOS, K. M.; FILGUEIRA, H. J. A.; NEVES, C. A.; PEDROSA FILHO, L. A. & SILVA, T. C. Integrando informações para a gestão de restauração de rios: Bacia do rio Marés no litoral Sul Paraibano. IN: IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Salvador, 2008.
- CONAMA, Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/legislacoesambientais/2002_Res_CONAMA_303.pdf Acesso em: 10/04/2013.
- CERRI, C. C.; FELLER, C.; CHAUVEL, A. Evolução das principais propriedades de um latossolo vermelho escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. Cahiers Orstom, série Pédologie, Bondy, v.26, n.1,p.37-50, 1991.
- DONZELI, O. L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S. A. F. Técnicas de Sensoriamento Remoto aplicadas ao diagnóstico básico para o planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas. In: LOMBARDI NETO, F.; CAMARGO, O. A. (eds.) Microbacia do córrego São Joaquim, Município Pirassununga, SP. Campinas: Instituto Agrônômico, 138p. (Documento IAC, n. 29), 1992.

- DÌAZ, Z.; M.; GROSSO, G. A.. Effect of texture, organic carbon and water retention on the compactability of soil from Argentinean pampas. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.54, n.1, p.121-126, 2000.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa, 306 p., 2006.
- FILHO, A. F., LIMA, S. C., ROSA, R., Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia – MG, através de imagens TM/LANDSAT. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 1(2): 127-145, Dez, 1989.
- FILHO, G. S. A.; GOUVEIA, M. I. F.; JÚNIOR, J. L. R.; CANIL, K. XI Semana da Engenharia Ciência, Tecnologia e Gestão. Noções básicas de controle e prevenção da erosão. 2006. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/brasil/ix-003.pdf> Acesso em: 15 jan 2013.
- FUJIHARA, A. K. Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa Microbacia do Oeste Paulista com Suporte de Geoprocessamento. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros – Universidade de São Paulo, 2002.
- GOMES, J. R. N.. Degradação dos solos de tabuleiros costeiros cultivados com cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25, v.3, 1995. Viçosa. Resumos... Viçosa: SBCS, p.1956-1957, 1995.
- Gomes Júnior, R. N. Degradação dos solos de tabuleiros costeiros cultivados com cana-de-açúcar. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25, v.3, 1995. Viçosa. Resumos... Viçosa: SBCS, 1995. p.1956-1957.
- GUERRA, A. A. T, Dicionário Geológico – Geomorfológico, Rio de Janeiro, 2007.
- _____. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs.) Geomorofologia: uma atualização de bases e conceitos. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.149-207, 1998.
- _____. Dicionário geológico-geomorfológico. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) Censo Populacional 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) Censo Populacional 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf. Acessado em: 11/02/2013.
- JAIN, M. K.; DAS, D.. Estimation of sediment yield and areas of soil erosion and deposition for watershed prioritization using GIS and Remote Sensing. *Water Resources Management*, v. 24, n. 10, 2091-2112, 2009.
- KIRBY, R. S. Engineering in history. New York. McGraw-Hill, 1956.

- LAL, R.. Soil Erosion and Land degradation: The Global Risks. In: Advances in Soil Science, v. 11, p. 129-172. 1990.
- LIMA, W. P.. Princípios de manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ. USP, 1976.
- LOPES, V. L.; SRINIVASAN, V. S.. Erosão superficial e produção de sedimentos pelas chuvas: o estado de conhecimento e perspectivas. In: Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, 4, 1981, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ABRH, p. 228-244, 1981.
- RUHOFF, A.L.; SOUZA, B.S.P.E.; GIOTTO, E.; PEREIRA, R.S. Avaliação dos processos erosivos pela Equação Universal de Perdas de Solos com Algoritmos do SPRING - Estudo de caso: Microbacia do Arroio Marcondes, RS. Revista do Departamento de Geografia (USP), São Paulo, SP, v. 18, p. 1 – 20, 2006
- MEDEIROS, C. N.; PETTA, R. A.. Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo. In: Anais do Simpósio Brasileiro Sobre Sensoriamento Remoto - SBSR, Goiânia; 2005. INPE, 2005.
- MEDEIROS, J. de Deus. Avaliação de Impacto Ambiental In: Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 47, 1995.
- MENDONÇA, F. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. Revista RA'EGA, n. 3, n.1, p. 67-89, 1999.
- MOREIRA, E. R. Espaço urbano e terciário: um olhar geográfico. Revista Cadernos do Logepa – Série Texto Didático, Ano 3, Número 5 - Jul/Dez de 2004 - ISSN 1677-1125 48.
- MORGAN, R. P. C.. Soli erosion and conservation. Longman Group Limited. Excess, 298p., 1986.
- OLIVEIRA, A. M. S.. Questões metodológicas em diagnósticos regionais de erosão: A experiência pioneira da bacia do Peixe Paranapanema-SP. In: Simpósio Nacional de Controle a Erosão, 1997. Marília. Anais... ABGE/DAEE, p. 51 – 71, 1987.
- ORRICO, K. C.. O solo urbano do Bairro Bancários a questão da especialização da ocupação. Monografia de Graduação (Geografia/CCEN/UFPB). João Pessoa-PB, 2004.
- SCIENTEC (2007) Plano de Controle Ambiental para o Projeto de Implantação de Pavimentação e de Drenagem de Águas Pluviais da cidade de João Pessoa, PB. Setembro, 78p., 2007.
- SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. SILVA, L. P. & SILVA, J. F. C. B. C. Avaliação espacial e temporal de perdas de solo usando o Sistema de Informações

Geográficas (SIG). Revista OKARA: Geografia Em Debate, V.1, N.2, P. 1-152, 2007.

SOUZA, J. F. de. A Evolução urbana de João Pessoa e o processo de urbanização dos Bairros de Água Fria e José Américo. Monografia de Especialização (Ciências Ambientais). João Pessoa: CINTEP, 2011.

VASCONCELOS, S. J. Metodologia para identificação dos processos desertificação: manual de indicadores. Recife: SUDENE, 18p., 1978.