



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

GERALDO COSTA DE ALMEIDA NETO

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO MIRIRI - PB**

JOÃO PESSOA-PB

2014

GERALDO COSTA DE ALMEIDA NETO

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO MIRIRI - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Lucimary Albuquerque da Silva

JOÃO PESSOA-PB

2014

Catálogo na publicação
Universidade Federal da Paraíba
Biblioteca Setorial do CCEN

A447u Almeida Neto, Geraldo Costa de.
O uso e ocupação do solo e a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Miriri-PB / Geraldo Costa de Almeida Neto. – João Pessoa, 2014.
69p. : il. -

Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba.
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lucimary Albuquerque da Silva.

1. Solo- Uso e ocupação. 2. Bacia hidrográfica- Rio Miriri-PB.
I. Título.

UFPB/BS-CCEN

CDU: 631.4(043.2)

GERALDO COSTA DE ALMEIDA NETO

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO MIRIRI - PB**

Aprovada em _____ de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Lucimary Albuquerque da Silva

Christianne Maria Moura Reis

André Luiz Queiroga Reis

JOÃO PESSOA-PB

2014

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus por ter me concedido saúde e força para superar as dificuldades encontradas nesse percurso;

À minha mãe Maria Araújo, ao meu pai Francisco Almeida, por me darem a dádiva da vida e condições para está realizando essa conquista profissional assim como várias outras das quais eles sempre estiveram ao meu lado;

À minha avó de criação Luzia Raimunda que me criou junto aos meus pais e me fez ver que nem sempre os lanços sanguíneos são indicativos de alguma coisa, pois, o amor e a bondade são laços muito mais importantes e marcantes no nosso processo de crescimento social;

À minha noiva Ellen Ribeiro por ter me feito crescer como ser humano e homem, por sempre ter acreditado na minha capacidade profissional, além de me apoiar sempre, e ter me feito um “noivo acadêmico” tão inspirado quanto nunca fui desde que a conheci;

Ao meu irmão Francisco Filho que nunca se dispôs a me ajudar sempre que precisei;

Aos meus guias espirituais pela proteção e por terem aberto todos os meus caminhos fazendo com que mais este sonho fosse realizado;

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes;

À minha orientadora Lucimary Albuquerque da Silva, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos professores membros da banca examinadora: Christiane Maria Moura Reis e André Luiz Queiroga Reis;

Ao professor Eduardo Vianna por me conceder a oportunidade de fazer parte do projeto que viria a ser tornar meu trabalho de conclusão de curso;

À Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA que me aceitou ter como membro e por ter me proporcionado aperfeiçoar meus conhecimentos nesses sete meses que lá estou;

Ao meu amigo Marcelo Júnior pela oportunidade de melhorar meus conhecimentos técnicos atuando como membro do corpo pessoal da SUDEMA.

Aos meus colegas de curso Alexandro Medeiros, José Fernandes, José Jerônimo, Rayme Barros, Vinicius Lima, Rodrigo Brito, Paulinha Feitosa, José Jeferson, Paulo Roberto, Camila Gouveia, Amanda Arcanjo, Larissa Lavôr, Lindeberg Albuquerque, Raisia Maria entre outros que agora não me vem em mente neste exato momento, mas que contribuíram de alguma forma para meu crescimento tanto profissional como pessoal durante esse tempo de graduação;

A toda minha família materna e paterna que sempre me incentivaram com palavras de conforto e estímulo;

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Os estudos integrados dos elementos que compõe a paisagem ou estudos geossistêmicos são de suma importância para se entender os processos e assim trazer formas de manejo adequado para a área que se deseja estudar. Este trabalho de conclusão de curso está vinculado ao Projeto de Iniciação Científica Voluntária (PIVIC) da Universidade Federal da Paraíba – UFPB e tem como objetivo geral discorrer sobre o uso e ocupação do solo e a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Miriri – PB. A bacia do Rio Miriri está localizada no litoral norte do Estado da Paraíba, na Mesorregião da Zona da Mata. É um rio perene e se insere entre as principais bacias hidrográficas do Estado. Como metodologia, foi realizada uma breve caracterização do meio-físico e humano da bacia, mapeamento do uso e ocupação do solo, mapeamento das classes de declividade da bacia, interpretação dos dados de qualidade da água referentes às duas estações inseridas no baixo curso da bacia e visitas *in loco*. O uso e ocupação do solo mostrou uma região onde as monoculturas ocupavam grande parte da área total. Os parâmetros de qualidade da água mostraram oscilações com destaque para os parâmetros OD e CT que em muitas médias anuais encontram-se em não conformidade com o que é estabelecido na Resolução CONAMA 357 de março de 2005 dando indicativos de uma água pouco oxigenada, com quantidades elevadas de matéria orgânica que podem acarretar na mortandade de vários seres vivos que vivem nesse meio aquático além, da contaminação dos animais terrestres e seres humanos pelo contato direto e/ou indireto com o recurso.

Palavras chave: Rio Miriri, uso e ocupação do solo, qualidade da água.

ABSTRACT

The integrated studies of the elements that make up the landscape or studies Geosystems are paramount importance to understand the process and thus bring forms of appropriate management for the area you want study. This work completion of course is linked to Project Initiation Volunteer (PIVIC) Federal University of Paraiba – UFPB and has the general objective discuss the use and land cover and water quality of the watershed of the Miriri River – PB. The Miriri river basin is located the North coast of the Paraiba State, in Mesoregion in the Forest Zone. It is a perennial river and inserts between the mains watershed of Paraiba Sate. The methodology, was performed a brief characterization noon physical and human bowl, mapping the use and land cover, slope of the watershed, interpreting data water quality concerning the two stations located the lower course bowl and site visits. The use and land cover showed a region where plantations occupied largely watershed. The parameters of the water quality showed oscillations especially for the parameters OD and CT in many annual averages are nonconforming what is established in Resolution CONAMA 357 March 2005 giving indicative a water little oxygenated, with higher amounts organic matter that can lead in mortality several living beings living in the aquatic environment, beyond contamination of terrestrial animals and human by direct contact and/or indirect with feature.

Key -Words: Miriri river, land cover, water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Disposição das águas no nosso planeta.....	27
Figura 2. Descrição do ciclo hidrológico.....	28
Figura 3. Porcentagem de uso da água no mundo.....	29
Figura 4. Tipos de drenagem.....	31
Figura 5. Representação esquemática de um estuário e dos seus setores.....	33
Figura 6. Diagrama de energia de um estuário.....	35
Figura 7. Localização das duas estações de monitoramento de qualidade da água numa zona compreendida pelo baixo curso do Rio Miriri – PB.....	43
Figura 8. Visão aérea da parte final do baixo curso do Rio Miriri – PB.....	45
Figura 9. Desembocadura do estuário do rio Miriri – PB.....	45
Figura 10. Localização mais aproximada da Estação MR01.....	52
Figura 11. Localização mais aproximada da Estação MR02.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Síntese dos impactos ambientais relacionados às fases de um cultivo de camarão..... 42

Tabela 2. Médias anuais dos principais parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade da água da estação MR01, monitorados pela SUDEMA..... 54

Tabela 3. Médias anuais dos principais parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade da água da estação MR02, monitorados pela SUDEMA 57

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Miriri, Litoral Norte da Paraíba.....	20
Mapa 2. Principais bacias hidrográficas do Estado da Paraíba.....	22
Mapa 3. Caracterização da cobertura do solo e conseqüente avanço da agricultura e de outras atividades de potencial degradador da bacia do Rio Miriri de 1990 a 2008.....	40
Mapa 4. Principais formas de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Miriri	47
Mapa 5. Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Miriri – PB.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentagem das principais formas de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Miriri.....	48
Gráfico 2. Classes de declividade na bacia hidrográfica do rio Miriri.....	51
Gráfico 3. Variação de temperatura nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB.....	58
Gráfico 4. Variação de turbidez nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB.....	58
Gráfico 5. Variação de pH nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB.....	59
Gráfico 6. Variação de condutividade nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB.....	59
Gráfico 7. Variação de Oxigênio Dissolvido (OD) nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB.....	60
Gráfico 8. Variação de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB.....	60
Gráfico 9. Variação de coliformes totais nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB.....	61
Gráfico 10. Variação de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

ANA – Agência Nacional das Águas

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

M – Microorganismos

MMA – Ministério do Meio Ambiente

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PERH – Política Estadual de Recursos Hídricos

PIVIC – Projeto de Iniciação Científica Voluntária

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PROÁLCOOL – Programa Nacional do Alcool

RETP – Registro de Emissão e Transferência de Poluentes

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

SEMA – Secretária Especial do Meio Ambiente

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

WWF – World Wildlife Fund

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
1. OBJETIVOS.....	19
1.1 Objetivo geral	19
1.2 Objetivos Específicos	19
2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA	19
2.1 Localização geográfica	19
2.2 Uma breve caracterização do quadro natural	21
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
3.1 Questões ambientais	24
3.2 O CONAMA	25
3.2.1 Resolução 357 de Março de 2005	25
3.3 A água e sua importância	27
3.4 Bacias Hidrográficas.....	30
3.4.1 Rios.....	30
3.4.1.2 Autodepuração	31
3.5 Estuário.....	32
3.6 Qualidade da água	35
3.7 Algumas atividades antrópicas responsáveis pela degradação dos recursos hídricos	36
3.7.1 Urbanização	36
3.7.2 Atividades Industriais	38
3.7.3 Atividades agrícolas.....	39
3.7.4 Carcinicultura.....	41
4. MATERIAIS E METODOLOGIAS	42
4.1 Levantamento de dados da qualidade da água do rio Miriri - PB	42
4.2 Mapeamento	44

4.3 <i>Visitas in loco</i>	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
5.1 Uso e ocupação do solo no entorno da bacia hidrográfica do Rio Miriri – PB	46
5.2 A qualidade da água no baixo curso do rio Miriri – PB.....	51
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

INTRODUÇÃO

Os estudos integrados dos elementos que compõe a paisagem ou estudos geossistêmicos são de suma importância para se entender os processos e assim trazer formas de manejo adequado para a área que se deseja estudar.

Segundo Linhares *et. al* (2005), a utilização do solo exerce um importante papel no ciclo hidrológico, com a vegetação tendo influência direta no processo de erosão, na qualidade da água, na dinâmica de nutrientes, na proteção de mananciais e na produção de água.

Sabe-se que a água, é um recurso natural primordial para a existência de todos os seres vivos assim como essencial para grande parte dos meios de produção. A utilização irracional e/ou indiscriminada da água pelo ser humano, durante todo o seu período histórico, vem fazendo com que os ínfimos percentuais de águas doces acessíveis ao homem não se renovem, e conseqüentemente, entrem para a lista de recursos naturais em processo de esgotamento.

O gerenciamento e planejamento de recursos hídricos vêm sendo uma das principais dificuldades encontradas pelo homem na sua caminhada evolutiva. Com os avanços da sociedade, que por sua vez vem crescendo gradativamente (evidenciando processos de urbanização cada vez mais acelerados), a variabilidade das formas de uso e ocupação do solo vem aumentando cada vez mais e fazendo com que o meio ambiente, e principalmente, os recursos hídricos sejam as principais vítimas deste processo.

O Brasil detém uma das maiores quantidades de água doce do mundo além de inúmeras redes de drenagem que fazem dele um dos países mais ricos em recursos naturais. Entretanto seus centros urbanos apresentam crises de abastecimento que nem mesmo as regiões de maior pluviosidade (Norte) se esquivam. Além disso, o comprometimento na qualidade das bacias é outro fator de peso nesse processo de perda de recursos.

No que tange a utilização do solo em regiões costeiras existe uma problemática cada vez mais intensa principalmente no que diz respeito ao manejo de áreas de preservação ambiental próximas a regiões de intenso processo de urbanização, pois, apesar

das leis de conservação, a ação antrópica desordenada é superior ao processo de fiscalização.

As zonas costeiras são historicamente as áreas mais habitadas do mundo, devido principalmente a grande disponibilidade de água e temperaturas amenas, e como tal desenvolvem um papel fundamental na economia (turismo, pesca, agricultura entre outros), e na produção de resíduos (Silva, 2012). Grandes centros urbanos se localizam próximo dessas áreas, se beneficiando da sua produção. Nestas zonas também, tem-se a formação de ambientes estuarinos que são áreas onde os rios se ligam ao mar provocando assim a diluição mensurável da água salgada e devido à sua alta complexidade, são ambientes muito frágeis e considerados “verdadeiras maternidades da vida”.

A elaboração de políticas públicas adequadas de manejo e a execução das leis ambientais são de suma importância para a preservação destes ambientes que por sua vez possuem expressiva significância socioeconômica para o homem.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), foi estabelecido pela Lei nº 9.433/97, é um dos instrumentos que norteia o gerenciamento das águas no Brasil e seu objetivo geral é “estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas a melhoria da oferta de água, em qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da sua inclusão social” (BRASIL, 1997).

No Estado da Paraíba o gerenciamento dos recursos hídricos está previsto na Lei Nº 6.308/96 que criou a Política Estadual de Recursos Hídricos – PERH e foi normatizada por meio da legislação complementar. Essa lei garante a todos a acessibilidade aos recursos hídricos se propondo a atender as necessidades da sobrevivência humana e define a bacia hidrográfica no que tange seu planejamento e gerenciamento além, das formas sobre as quais se devem ser feitas tais ações (AESAs, 2007).

O rio Miriri figura nesse sentido como uma dessas unidades “físico-territoriais” previstas na lei e está enquadrada pelo Estado (enquadramento de 1989) sendo monitorada trimestralmente pela Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente – SUDEMA e gerenciada pela Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba - AESA.

Localiza-se na porção oriental do estado paraibano e faz parte das principais bacias hidrográficas que cruzam a Mesorregião da Mata Paraibana. As principais vias de acesso se dão pela rodovia federal BR 230 no sentido João Pessoa – Cabedelo e pela rodovia estadual PB 025 no sentido Santa Rita – Lucena. A utilização da sua bacia e áreas adjacentes ocorre desde o período colonial e foram essenciais no processo de formação territorial do Estado (MOREIRA,1996). Além disso, ainda segundo a autora foram nas proximidades dessas planícies flúvio-marinhas e tabuleiros costeiros que se desenvolveram, e se desenvolvem grande parte da população paraibana, pautadas a priori em um modo de produção ligado a extração dos nossos bens naturais, mais na frente à produção canavieira e por fim a partir do ultimo terço do século XX, a um “boom urbano” que acentua sua influência sobre esses ambientes com o passar do tempo.

O estudo de bacias hidrográficas feito de maneira integrada vem se tornando uma realidade cada vez mais frequente, pois, estes locais mostram uma grande quantidade de problemáticas ambientais, oriundas principalmente pela ocupação desordenada do solo, além de despejos de efluentes domésticos e/ou industriais, fazendo com que todo recurso hídrico seja afetado (Espíndola, 2000).

Esse trabalho de conclusão de curso é reflexo de dois anos de pesquisa em um Projeto de Iniciação Científica Voluntário – PIVIC, denominado “Litoral central da Paraíba: Levantamento e análise de dados dos recursos estuarinos e seu entorno – rio Paraíba do Norte e rio Miriri” que por sua vez está inserido em um projeto de maior abrangência denominado “Análise dos impactos sobre os ambientes estuarinos do litoral da Paraíba em função das atividades desenvolvidas no seu entorno”. Durante os breves anos de pesquisa preferi optar pelo aprofundamento nos estudos sobre o Rio Miriri por vários motivos entre os quais estavam presentes: a carência de informações sobre a área, o fato de avaliações feitas pela AESA (2004) e estudos de perda de cobertura vegetal confirmarem que a área que compreende a bacia sofre com a degradação oriunda das atividades antrópicas, além do próprio interesse do autor em entender as relações socioambientais que ali se estabelecem.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo geral

Caracterizar o uso e ocupação do solo e a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Miriri – PB.

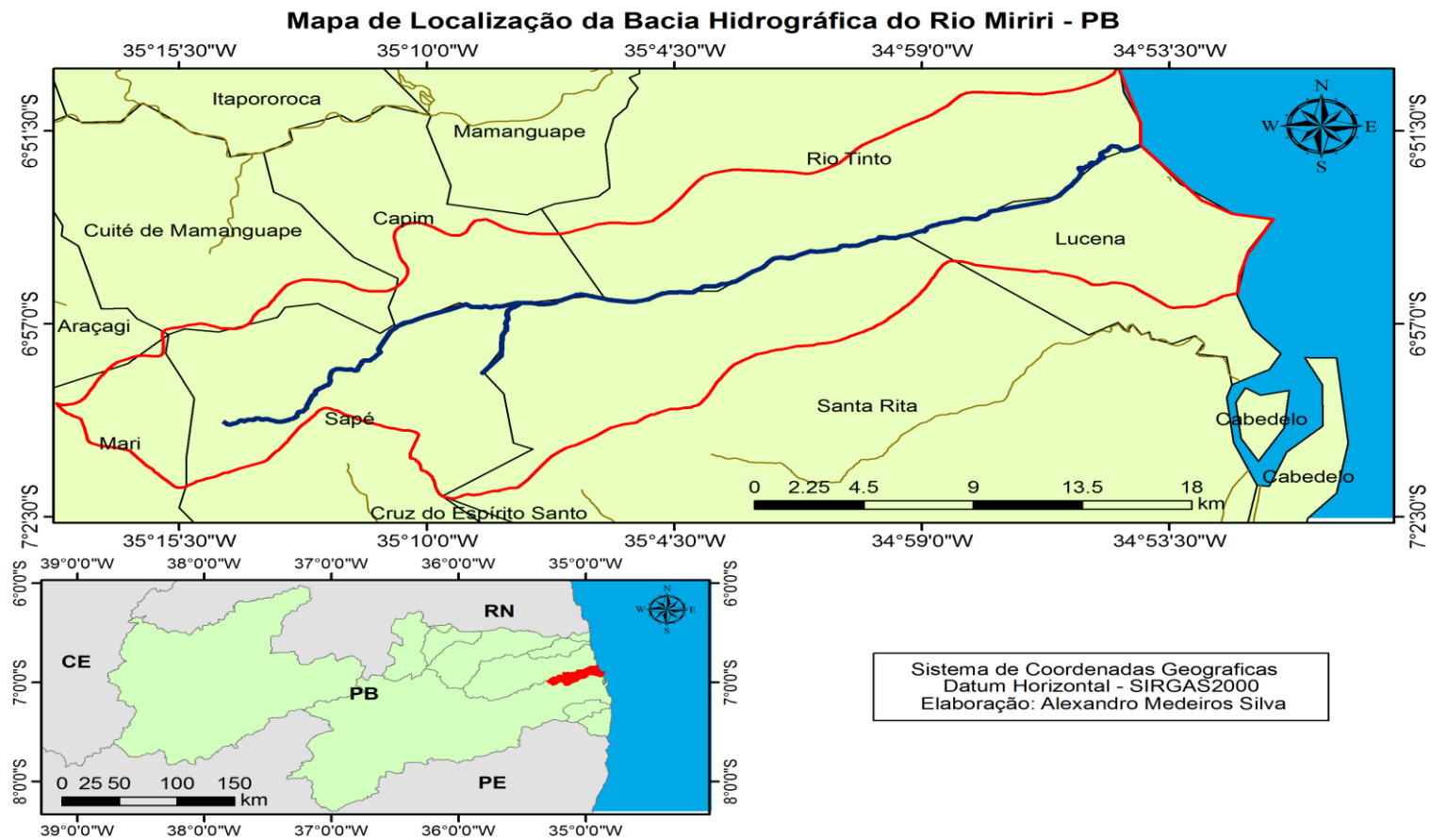
1.2 Objetivos Específicos

- Mapear os diferentes tipos de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Miriri;
- Elaborar um mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Miriri;
- Fazer uma breve caracterização do meio-físico da área de estudos;
- Analisar os dados de qualidade da água do baixo curso do rio Miriri através dos seus parâmetros físico-químicos e biológicos da série temporal de 1998 a 2013;
- Inferir quanto os possíveis motivos de degradação da referida bacia hidrográfica.

2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

2.1 Localização geográfica

O rio Miriri está localizado na porção oriental do Estado da Paraíba, na Mesorregião da Zona da Mata, no litoral norte, entre os paralelos 6°51'58'' e 6°52'36'' de latitude sul e os meridianos 34°54'03'' e 34°55'19'' de longitude oeste (Mapa 1). Limita-se ao norte com a bacia hidrográfica do rio Mamanguape, ao sul com a bacia do rio Paraíba, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com as bacias dos rios Mamanguape e Paraíba. Suas cabeceiras estão localizadas entre os municípios de Mari e Sapé seguindo basicamente durante todo o percurso o sentido oeste-leste até sua desembocadura na praia de Camaçari no município de Lucena onde forma um estuário.



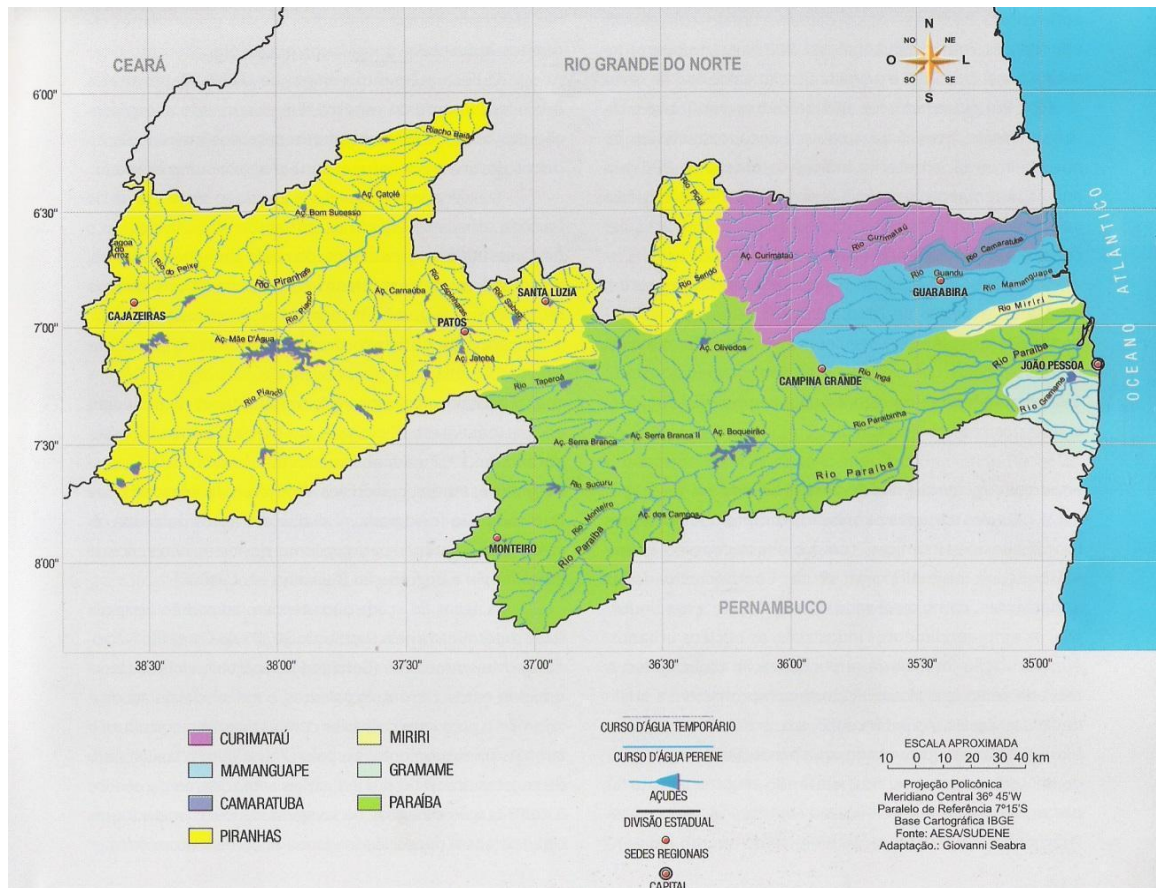
Mapa 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Miriri, Litoral Norte da Paraíba. **Autor:** Alexandro Medeiros.

2.2 Uma breve caracterização do quadro natural

Segundo a AESA (2006, p. 27), no que diz respeito à caracterização dos sistemas aquíferos da bacia Paraíba:

“(...) de uma maneira geral, podem ser reunidos em dois sub-sistemas distintos que são: a) o sub-sistema livre, contido predominantemente no Grupo Barreiras e, eventualmente, nos sedimentos não consolidados do Quaternário (sedimentos de praia, dunas e aluviões) que se lhe sobrepõem e, mais restritamente, nos calcários sotopostos da formação Gramame, podendo englobar, ainda, embora que localmente, os arenitos calcíferos da formação Beberibe superior, também chamada formação Itamaracá; b) o sub-sistema confinado está contido nos arenitos quartzozos e/ou calcíferos da formação Beberibe/Itamaracá, cujo nível confinante superior é variável, ora representado pelas margas da formação Gramame, ora pelos níveis argilosos inferiores da formação Guararapes do Grupo Barreiras, ora por lentes argilosas ou de folhelhos que ocorrem no topo da formação Beberibe superior (formação Itamaracá), e cujo nível impermeável inferior é, invariavelmente, o substrato cristalino Pré-Cambriano. Os recursos hídricos desse sistema se repartem entre as bacias hidrográficas que drenam a região litorânea dos rios (...) Paraíba, (...) Miriri, Mamanguape (baixo curso), Camaratuba (médio e baixo cursos) e Guaju.” (AESA, 2006).

A bacia do Rio Miriri (Mapa 2) tem uma extensão aproximada de 58,7 quilômetros atingindo em torno de 37.207 hectares de área superficial e drena uma área que mede cerca de 436,19 km² (AESA, 2006). Tem como principais usos: abastecimento humano, animal, irrigação e pesca. Sua cabeceira localiza-se em zonas de transição, entre a depressão sub litorânea e os terrenos dos Baixos Planaltos Costeiros (OLIVEIRA, 2003; CERHPB, 2004).



Mapa 2. Principais bacias hidrográficas do Estado da Paraíba. **Fonte:** SEABRA (2014).

Geologicamente encontra-se assentado sobre a Sub-bacia Miriri, que por sua vez, também se insere sob a bacia sedimentar Paraíba. Os seus terrenos pertencem ao Terciário com ocorrência de argilas variegadas, arenitos e cascalhos da Formação Guararapes constituinte do Grupo Barreiras, e ao Quaternário têm-se: aluviões e sedimentos de praias, além disso, entre os solos que pertencem a esta superfície podemos citar alguns: Latossolos, os solos arenosos de praias e cordões litorâneos (ANDRADES FILHO, 2010).

Sua bacia hidrográfica encontra-se entalhada sobre a falha homóloga, com uma drenagem do tipo dendrítica além de, se caracterizar como um rio perene que perfaz um total de sete municípios (Mari, Sapé, Cuité de Mamanguape, Capim, Rio Tinto, Santa Rita e Lucena) abrangidos total ou parcialmente. Além disso, a média anual de temperatura da região em estudo é de 25 °C, com médias mínimas atingindo entre 21 e 22 °C (Lima & Heckendorff, 1985 *apud.* ALENCAR, 2010). Predominantemente durante todo curso do

rio, tem-se a variação de algumas unidades geomorfológicas moldadas em rochas sedimentares: Tabuleiros costeiros e planície litorânea.

As zonas do rio Miriri abarcadas pelos baixos planaltos costeiros (tabuleiros costeiros) surgiram através da “*erosão do material desagregado do Maciço da Borborema, em fases repetidas de resistasia*” a partir do Mioceno indo até o Pleistoceno médio (CARVALHO, 1982: 26).

Já a gênese da planície costeira dessa região esta relacionada aos processos de deposição e acumulação dos cordões litorâneos proveniente das variações do regime fluvial, associado a isso se teve também a ocorrência de regressões e transgressões no Pleistoceno e Holoceno (NEVES, 1997:15).

A vegetação natural predominante na área da bacia do rio Miriri é constituída de florestas caducifólia, subcaducifólia e subperenifólia, ou seja, Floresta Atlântica e ecossistemas associados tais como restingas, cerrados e manguezais, este último com aproximadamente 285 hectares (AESAs, 2006).

2.2 O quadro humano

O processo de ocupação do espaço paraibano se deu no sentido Leste-Oeste, a partir da Zona da Mata quase um século após o descobrimento do Brasil, e teve como marco inicial a fundação cidade da Nossa Senhora das Neves (atual João Pessoa) há aproximadamente 18 quilômetros da foz do rio Paraíba. A dizimação dos grupos étnicos indígenas para a manutenção do processo de colonização no estado foi algo marcante (Potiguaras, Tabajaras, Tupis Cariris e Tarairús principalmente) (MOREIRA, 1996).

Na região abarcada pelo baixo curso do rio Miriri a história não é muito diferente, pois, os portugueses já em 1596 passavam por Lucena em direção a Baía da Traição, todavia, ainda receosos de ocupar as terras da então Paraíba se limitavam apenas a conceder “sesmarias” aos frades beneditinos por meio do capitão-mor Feliciano Coelho.

Segundo Moreira (1996), a organização do espaço agrário na Zona da Mata Paraibana assim como em grande parte do litoral nordestino foi fundamentada na produção açucareira (nitidamente vista até hoje em grande parte do litoral) oscilando entre processos de ascensões e crises onde as áreas para essa atividade eram divididas nos chamados

Engenhos que a principio se utilizavam da força de trabalho de índios “domesticados” e que posteriormente foi substituída pela mão de obra escrava negra a fim de garantir as necessidades do mercado Europeu. Ainda sobre o processo de territorialização do Estado, a autora afirma que:

“O plantio da cana era realizado nas várzeas de rios conseqüentes como o Paraíba, o Mamanguape, o Una, o Gramame, o Miriri e o Camaratuba, não só por apresentarem condições edafo-climáticas mais favoráveis, como também por se constituírem em vias naturais de penetração” (MOREIRA, 1996).

A partir do primeiro terço do século XX o Brasil começa a substituir seu então modelo econômico agroexportador e inicia um processo de transição para o modelo urbano-industrial, o que acarreta mudanças significativas no quadro socioeconômico e demográfico. A Paraíba nesse sentido passa a refletir tais variações com o surgimento de indústrias vinculadas ao processamento de matérias-primas com destaque para a indústria têxtil e alimentícia. Sua diversificação vai se iniciar em meados da década de 50 com a reestruturação da rede municipal do Estado (aumento significativo do número de municípios), com ajudas fiscais e de crédito da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE a partir da década de 60, e expansão no setor agrícola com o Programa Nacional do Álcool – Proálcool a partir da década de 70. Paralelo a isso se tem um crescimento demográfico e urbano desordenado, e acelerado (principalmente nas zonas costeiras) como vemos nos dias atuais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Questões ambientais

Por se tratar de uma temática recente as questões ambientais só começaram a tomar expressividade com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em 1972, em Estocolmo na Suíça. No Brasil essa temática começa a ser tratada na década de 60 com a elaboração do Código Florestal e a da Proteção de Animais. Em 1973 é criada a

Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA, mas, as providencias relacionadas à qualidade ambiental dentro das zonas urbanas só se dar na década de 80 quando se criou a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, lei 6.938 de 1981. No que tange ao gerenciamento dos recursos hídricos tem-se a Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos mesmos através dos comitês de bacias hidrográficas do Estado e do País com destaque para o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e suas respectivas resoluções.

3.2 O CONAMA

Criado pela Lei 6.938/81 em 1982 o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA surgiu para secretariar, pesquisar e apresentar ao Governo o “norteamento” que as políticas governamentais devem seguir para a exploração e preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, além de, elaborar normas e estabelecer padrões equivalentes com um meio ambiente ecologicamente balanceado e primordial a uma boa qualidade de vida. Resumidamente, segundo consta no site do CONAMA:

“... é um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA... é composto por Plenário, CIPAM, Grupos Assesores, Câmaras Técnicas e Grupos de Trabalho... O Conselho é presidido pelo Ministro do Meio Ambiente e sua Secretaria Executiva é exercida pelo Secretário-Executivo do MMA... O conselho é um colegiado representativo de cinco setores (órgãos federais, estaduais, municipais, setor empresarial e sociedade civil)...” (BRASIL, 1981).

3.2.1 RESOLUÇÃO 357 DE MARÇO DE 2005

Esta Resolução tem como propósito, fixar condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos do Brasil, através de seus principais usos. Além disso, como aparelho do sistema jurídico esta Resolução estabelece limites máximos e mínimos

para vários parâmetros em sistemas de água salina, doce e salobra. Segundo o CONAMA, a Resolução retrocitada:

”Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”. (BRASIL, 2005)

O art.2º desta Resolução trata das definições dos termos técnicos utilizados no processo de avaliação dos recursos hídricos entre as principais podemos citar: água salina, água salobra, água doce, ambientes lênticos e lóticos entre outros. O art.3º trata das subclassificações dos três principais tipos d’água a partir da qualidade solicitada para suas principais utilizações. Os artigos 4 º,5º e 6º tratam das classificações em classes que variam conforme as suas respectivas utilizações, variando de especial a classe 4 nas águas doce, salobra e salina. O art. 7º trata das condições e padrões de qualidade das águas estabelecendo limites particulares para cada substância em cada classe. O art. 8º diz que o conjunto de parâmetros de qualidade da água escolhidos para contribuir com o plano de enquadramento deverão ser monitorados periodicamente pelo Poder Público. O art. 9º diz que os valores dos parâmetros de qualidade de água deverão ser feitos pelo Poder Público mesmo que a quantificação e processamento dos dados sejam feitos por laboratórios conveniados ou contratados caso não possuam a estrutura necessária para o mesmo. O art. 10º trata da relação dos valores máximos fixados para os parâmetros em cada classe de enquadramento com as condições de vazão de referência. Nos artigos 11º e 12º se institui ao Poder Público o direito de modificar os padrões e condições de qualidade, para um determinado corpo de água, podendo torna-lo mais restritivo através de embasamentos técnicos, além de limitações e decisões adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do recurso hídrico se encontrar abaixo da vazão de referência. O art. 13º diz que nas águas de classe especial devem ser mantidas as condições naturais do recurso hídrico. A partir daí, o que se tem são uma série de limites e condições estabelecidas para que aquele recurso hídrico esteja dentro dos padrões estabelecidos para aquela classe a qual foi o mesmo foi enquadrado, além disso, cerca de 18 artigos foram revogados pela Resolução 430/11 que trata de uma maneira mais abrangente sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Na reta final da resolução mais especificamente a partir do art.38 se dar ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH e aos Conselhos

Estaduais de Recursos Hídricos – CERH o direito e poder de instituir diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água. E por fim se tem as disposições finais e transitórias que tratam de medidas estabelecidas em situações que por ventura podem ocorrer.

3.3 A água e sua importância

A água é a substância encontrada em maior quantidade no nosso planeta e cobre cerca de um terço da superfície terrestre (terras imersas), além disso, é primordial para o desenvolvimento e manutenção de toda e qualquer forma de vida e nos seres humanos ela corresponde em média a 75% de sua massa corporal. Desse valor total encontrado na Terra apenas 2,5% é própria para uso humano, sendo aproximadamente 70% desse valor total disponível apenas sobre a forma de gelo e cerca 30% se encontram no subsolo. A quantidade que sobra (menos de 1%) encontra-se abastecendo rios, lagos, correntes e zonas pantanosas (Figura 1) (ONU, 2006a; WWF, 2006).

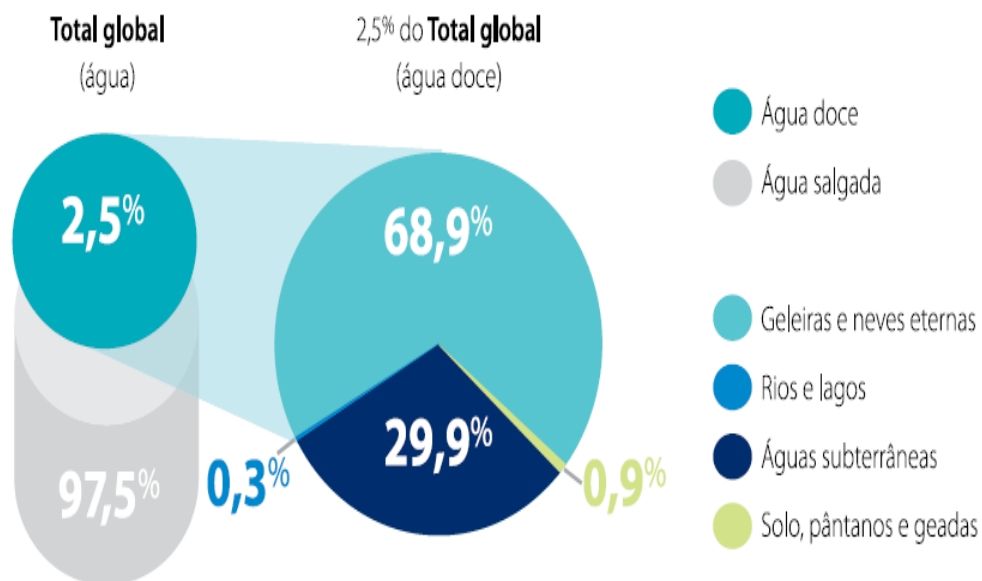


Figura 1. Disposição das águas no nosso planeta. **Fonte:** MMA *et al.* (2005).

O continente Americano detém a maior parcela das reservas mundiais de água doce (45%), seguidos pela Ásia (28%), Europa (15,5%) e África (9%) (FAO, 2003). Ainda segundo essa mesma fonte, tem se dentro dessas reservas de água doce uma parcela dita

renovável (águas superficiais e uma parcela das águas subterrâneas) e outra não renovável (aquíferos profundos cuja taxa de recarga foge da escala de tempo humano).

Segundo Karmann (2009) a água distribui-se na chamada hidrosfera (zona que compreende a atmosfera e parte superficial da crosta até cerca de 10 km abaixo da mesma) contendo uma série de reservatórios (geleiras, oceanos, rios, lagos, água subterrânea, vapor de água atmosférica e água retida nos seres vivos) que vivem em contato frequente por meio do ciclo hidrológico. Ainda segundo o autor é a água que condiciona a vida no nosso planeta, através da fotossíntese, que gera biomassa através da reação entre CO_2 e H_2O (Figura 2).

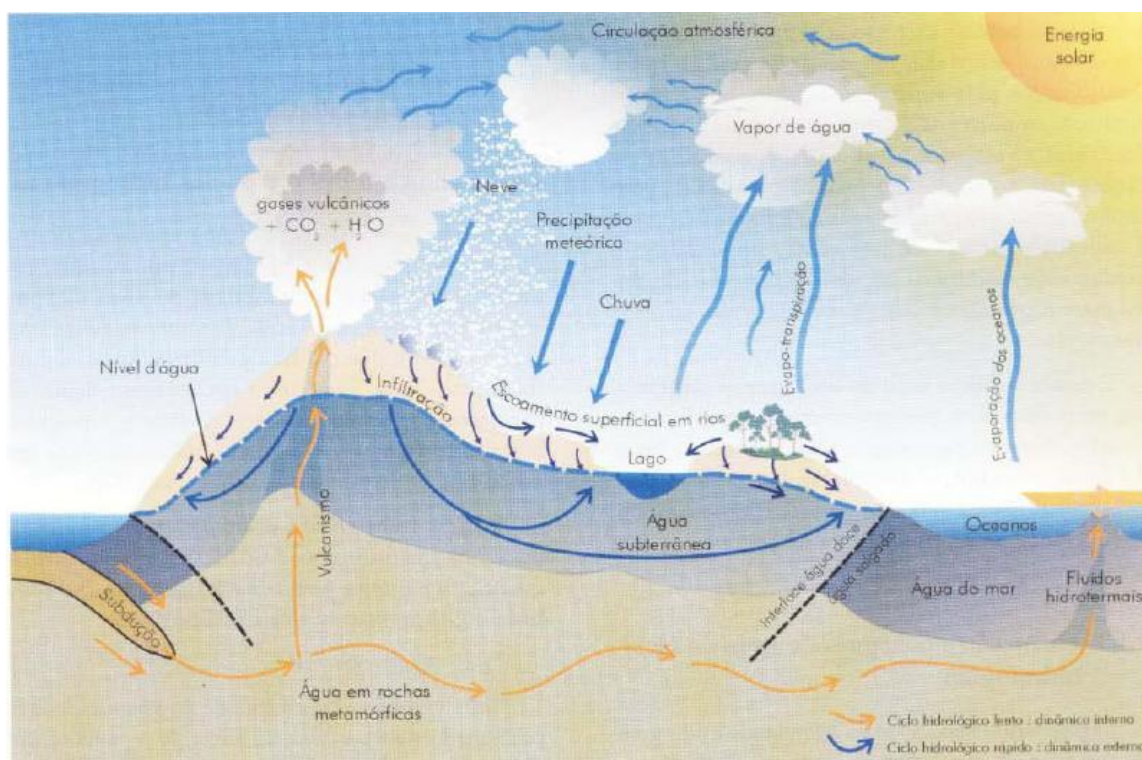


Figura 2. Descrição do ciclo hidrológico. **Fonte:** Karmann (2009).

O consumo de água frequente pelas pessoas é muito variável, pois, além da disponibilidade do lugar, seu consumo médio estar intrinsecamente associado ao nível de desenvolvimento do país e com o nível de renda.

Quanto ao seu uso podemos dizer que os principais estão relacionados: ao uso doméstico, uso industrial e a agricultura (Figura 3).

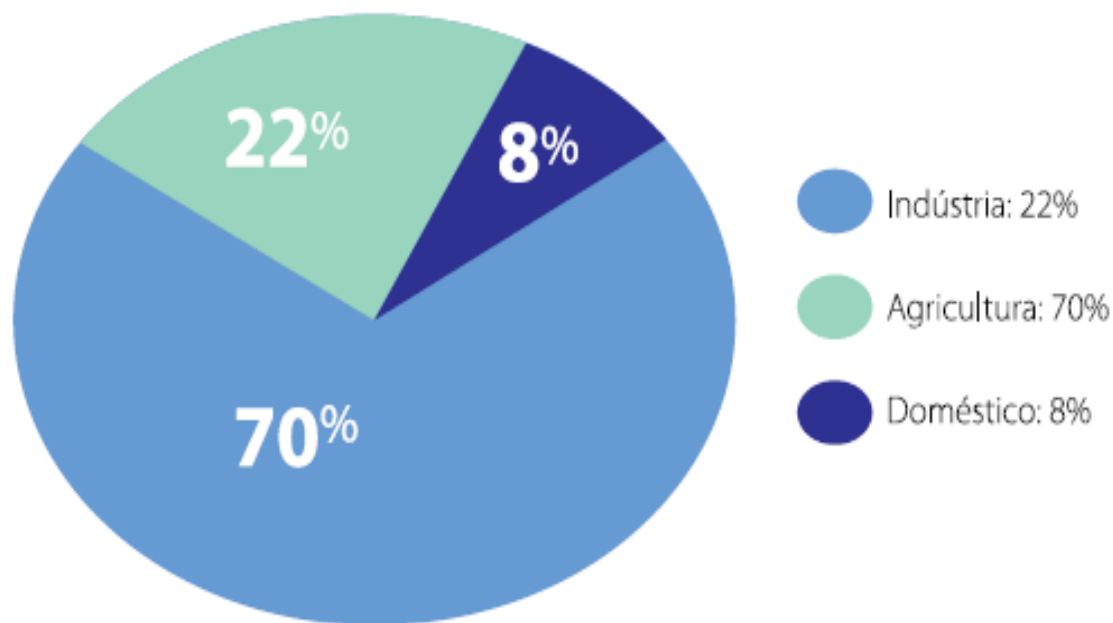


Figura 3. Porcentagem de uso da água no mundo. **Fonte:** MMA *et al.* (2005).

A questão da falta de água disponível para consumo humano hoje é uma problemática bastante abordada pelo mundo, pois, os efeitos na quantidade e qualidade associados ao acelerado crescimento demográfico mundial são sérios agravadores desse fator. Dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância – UNICEF e da Organização Mundial de Saúde – OMS mostram que quase 50% da população mundial não obtêm serviços de saneamento básico e uma em cada seis pessoas ainda não obtêm sistema de abastecimento de água apropriado. Se essa constante continuar em atividade a ONU presume que em 2050 mais de 45% da população mundial estará vivendo em países que não poderão proporcionar uma cota diária mínima de 50 litros de água por pessoa.

Segundo Clarke *et. al* (2005), sobre a falta de água nas várias regiões do globo :

“Cerca de 500 milhões de pessoas vivem em países com escassez crônica deste recurso... Sabe-se que a carência de água é a principal barreira ao desenvolvimento e uma das razões primordiais que impedem a diminuição da pobreza nos países”. CLARKE *et. al* (2005)

3.4 Bacias Hidrográficas

Segundo Christofolletti (1980), as bacias hidrográficas são formadas por um conjunto de canais de escoamento de água. A quantidade de água que a bacia hidrográfica vai receber varia conforme o tamanho da área compreendida pela bacia hidrográfica e por processos naturais que envolvem precipitação, evaporação, infiltração, escoamento, entre outros. Também compreendida como rede hidrográfica, ela é uma unidade natural que recebe a influência da região que drena, é um receptor de todas as interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área tais como: topografia, vegetação, clima, uso e ocupação, entre outros. Assim um corpo de água é o reflexo da contribuição das áreas no entorno, que é a sua bacia hidrográfica. Quando essas bacias localizam-se em zonas costeiras, tem-se a formação de estuários nas regiões de desembocaduras.

Para Karmann (2009), as bacias hidrográficas:

“... são áreas de captação da água de precipitação, demarcada por divisores topográficos, onde toda água captada converge para um único ponto de saída, o exutório... é um sistema físico onde podemos quantificar o ciclo da água”. KARMANN (2009)

3.4.1 Rios

Christofolletti (1980) diz que os rios podem ser classificados em função de sua gênese em: consequentes, subsequentes, obsequentes e ressequentes.

Consequentes são rios cujo curso foi estabelecido pela declividade da superfície terrestre, na maioria das vezes coincidindo com a direção da inclinação principal das camadas. Subsequentes são rios cuja direção de fluxo é controlada pela estrutura rochosa, acompanhando sempre uma zona de fraqueza. Obsequentes são rios que ocorrem em sentido contrário à inclinação original dos rios consequentes. E os rios ressequentes são aqueles que fluem na mesma direção dos rios consequentes, todavia, nascem em níveis mais baixos.

Ainda segundo o mesmo autor os rios podem ser classificados quanto seu padrão de drenagem (Figura 4) em: drenagem dendrítica, treliça, retangular e paralela. Segundo Summerfield (1991) existem ainda mais três classes: radial, anelar e centrípeta.

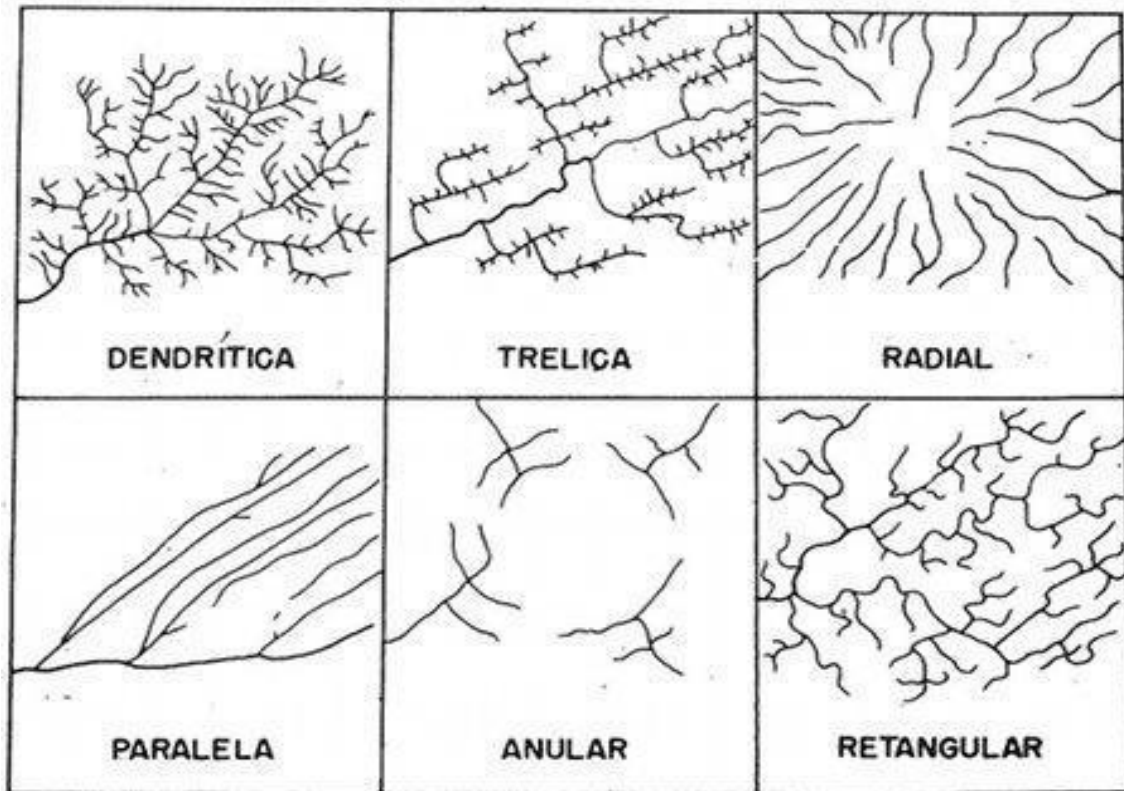


Figura 4. Tipos de drenagem. **Fonte:** Adpatado de Parvis (1950).

3.4.1.2 Autodepuração

É a capacidade que um curso d'água tem de se autorrecuperar mediante situações de alterações na sua qualidade por meio da ação do homem, todavia, se a contaminação causada for expressiva, esse mesmo curso d'água não poderá se recuperar fazendo com que o mesmo esteja biologicamente morto. Seu “renascimento” só se dará mediante intervenções nos vetores de poluição e posteriormente a um processo de descontaminação. Muitas vezes barragens ou outras construções humanas acabam se tornando grandes obstáculos nesse processo, pois, impedem que a vida ali chegue.

O Oxigênio Dissolvido – OD é um dos parâmetros que vem sendo utilizados frequentemente para se detectar o nível de poluição e de autodepuração em cursos d'água (von Sperling, 1996).

3.5 Estuário

O termo estuário tem sua origem do adjetivo latim *aestuarium* que significa maré ou onda expressiva, fazendo alusão a uma área de intenso dinamismo na desembocadura dos rios que desaguam nos mares, e seus estudos só foram principiados depois da segunda metade do século XIX por pesquisadores escandinavos (PRITCHARD, 1967). Estudos apontam que todos os estuários que conhecemos atualmente podem ter tido sua gênese associada às alterações eustáticas ou isostáticas ou tectônicas com ênfase para o final da última glaciação do Quaternário (MIRANDA *et al.* 2002). No que diz respeito ao tipo de circulação, os limites adjacentes do sistema são determinantes nessa caracterização, pois, o contato permanente com o mar ocasiona a propagação da maré e conseqüentemente a penetração de água salgada fazendo assim com que ela se misture a água doce da então bacia drenante. A intensidade das correntes marinhas e fluviais (umas para com as outras) vai definir a área estuarina, pois, neste ambiente hídrico vão existir parâmetros físico-químicos distintos das áreas que as deram origem (condutividade, salinidade, pH, DBO, OD, CT entre vários outros), flora adaptada (ex: vegetações aéreas) e quase uma maternidade da fauna marinha, fazendo com que sejam biologicamente bem mais produtivos do que suas áreas adjacentes (rio e mar).

Segundo Caspers (1967), no que diz respeito aos seus aspectos biológicos, para que um ambiente costeiro seja considerado um estuário ele deverá ser uma área final de um rio que deságua em um mar com maré, ter áreas de água salgada, oscilando com a respectiva extensão com o “caudal fluvial” de montante, e por fim, as correntes de maré, conseguirem ampliar-se para o montante da fronteira de intrusão salina se estendendo para áreas de água doce.

Os ambientes estuarinos (Figura 5) podem ser classificados entre positivo (onde a descarga de água doce e a precipitação ultrapassam a perda de água doce causada pela evaporação) e negativo (quando a evaporação ultrapassa a entrada de água dos rios e da precipitação). No primeiro a salinidade na superfície é menor do que no oceano adjacente (grande parte dos estuários conhecidos insere-se nesta classificação). No segundo predominam condições hipersalinas (salinidade maior que a do oceano adjacente) (Miranda e Castro, 1980 apud. MIRANDA *et al.* 2002). Um corpo estuarino ainda pode ser dividido em três setores: o baixo estuário, o estuário médio e o estuário superior.

“Um estuário é uma reentrância de mar num vale fluvial, estendendo-se até o limite da propagação da maré dinâmica, e divisível em três setores: a) o baixo estuário ou zona marítima, com ligação aberta com o mar; b) o estuário médio, onde ocorre mistura intensa de água doce e salgada; e c) o estuário superior ou flúvio-marítimo, com água doce, mas sujeito a influencia da maré dinâmica” (CAMERON & PRITCHARD, 1963).

A água doce (de proveniência fluvial) e a água salgada (proveniente das marés) são as duas fontes de energia externa de um sistema estuarino fazendo com que se tenha intensa e constante geração de energia cinética nesses ambientes. A maré ao adentrar pela zona marítima ou baixo estuário mistura-se com a água do rio, essa mistura ocorre com mais intensidade na parte do estuário médio ou zona de mistura que por sua vez concentra maior parte da energia cinética produzida em um sistema estuarino. Essa energia eleva a produtividade do estuário fazendo circular larvas, nutrientes, comida e plâncton.

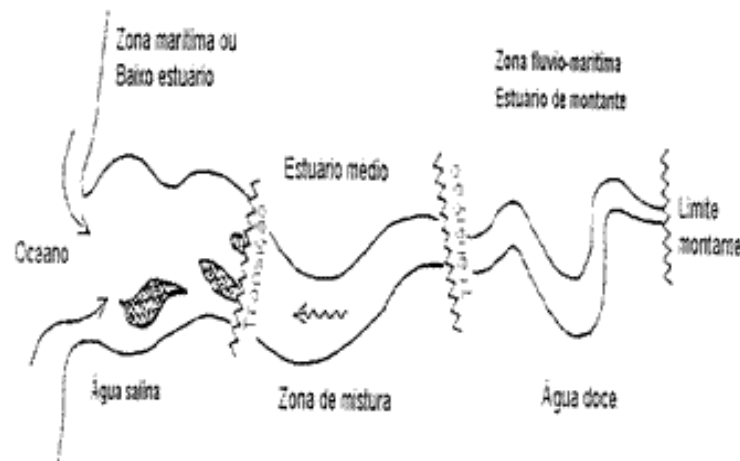


Figura 5. Representação esquemática de um estuário e dos seus setores (adaptado de Fairbridge, 1980).

Fonte: <http://www.amigonerd.net/exatas/engenharia/caracterizacao-geomorfologia-e-hidro dinamica-em-estuários>

O nível de intensidade dos processos fluviais e marinhos cria particularidades nestes ambientes de transição como: a formação de diferentes tipos de deltas (influência

fluvial), a não formação de deltas (estuário típicos de influência marinha) e as lagunas estuarinas.

Os ambientes estuarinos detêm uma grande importância ambiental, social e econômica. Ambiental porque, é o palco de reprodução de muitas espécies, como peixes, moluscos, crustáceos e até aves que habitam o local e socioeconômico, pois, muitas famílias que vivem em suas proximidades, se sustentam da pesca e de outros benefícios que esse espaço traz, bem como suas atividades portuárias. Contudo, a biodiversidade em tais ambientes se mantém de maneira complexa. Nesse sistema podem-se encontrar espécies de Plânctons, Bentons e Néctons.

Os plânctons se localizam na superfície da água, não possuem órgãos de movimento e se subdividem em duas classes, os Zooplânctons que são heterótrofos, ou seja, que não tem a capacidade de produzir seu próprio alimento, por exemplo, os protozoários e larvas de peixes (MEDEIROS, 2008) e os fitoplânctons que são seres autotróficos, ou seja, através da fotossíntese e quimiossíntese conseguem produzir seu próprio alimento, por exemplo: algas clorófitas e volvox (tipos de alga). Os Bentons são organismos que vivem no substrato aquático, podendo ser móveis ou fixos, por exemplo; camarões, siris, ostras e etc. E os Néctons, são seres que possuem órgãos de locomoção ativa e se deslocam para onde querem, por exemplo, tubarões, tartarugas, peixes e etc.

Em relação à flora, podemos notar que há um diferente tipo de vegetação, com raízes longas, como a *Rhizophora Mangle* ou mangue-vermelho que possuem uma capa protetora em suas raízes para evitar a salinidade das águas, os fungos presentes no ambiente ajudam para que a decomposição da madeira seja efetuada, e assim, reaproveitando os nutrientes da mesma. Encontraremos também, a *Avicennia sp* ou mangue canoé, que se caracteriza por crescer pra cima dando a aparência de um lápis. Além dessas espécies se encontra nesses ecossistemas a presença de outros tipos de mangue como a *Laguncularia Racemosa* ou mangue-manso (DOS SANTOS *et al.* 2006).

Os processos hidrobiológicos (Figura 6) são um dos fatores que fazem destes ecossistemas tão ricos e complexos biologicamente. Neste processo, tem-se a movimentação das massas d'água, fazendo com que o fitoplâncton, as partículas de matéria orgânica, os íons, partículas sedimentares e o zooplâncton se mantenham suspensos (este último apenas durante a noite). Com tais movimentações são trazidos ao ecossistema dejetos, peixes, ovos e larvas de vários seres vivos, e ainda, tem-se a fotossíntese de

algumas espécies da fauna subaquática trazendo nutrientes como CO₂ (dióxido de carbono), N (nitrogênio) e P (fósforo), fazendo com que se tenha comumente, um processo de reciclagem nesses sistemas. Ainda neste processo, o zooplâncton (que tende a se esconder nas camadas baixas e escuras do ecossistema durante o dia e ascender no mesmo durante a noite) come o fitoplâncton e parte da matéria orgânica (ambas em suspensão), servindo por sua vez de refeição a pequenos peixes (principalmente do grupo dos arenques) que também se alimentam em menor quantidade do fitoplâncton e assim sucessivamente até o topo da cadeia alimentar (MIRANDA *et al.* 2002).

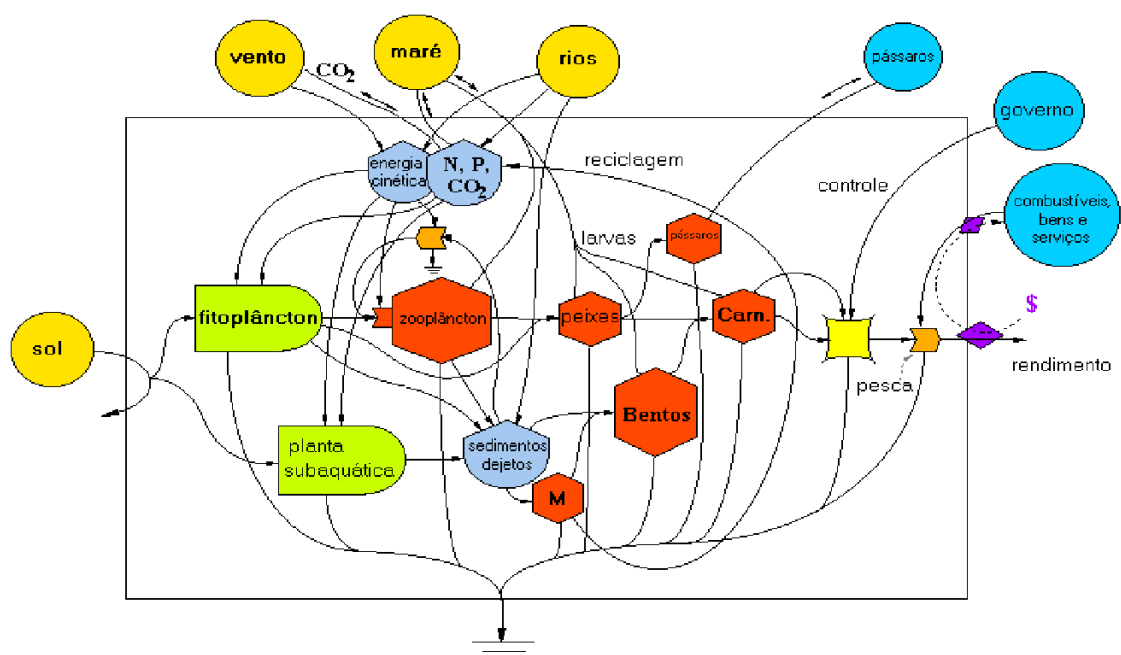


Figura 6. Diagrama de energia de um estuário. M, microorganismos; N, nitrogênio; P, fósforo; Dejetos: matéria orgânica morta e micróbios; bentos, animais do fundo: tipos de ostras, caranguejos de rio e minhocas. Combustíveis. **Fonte:** http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/fig11_01.gif

3.6 Qualidade da água

Considerando que a qualidade da água é uma questão importante para a manutenção da vida humana, a sua avaliação se faz necessária, pois assim, podem-se traçar perfis de gerenciamento para a preservação da mesma. Esse diagnóstico, é feito

comumente por meio da análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos (Oxigênio Dissolvido – OD, demanda bioquímica de oxigênio – DBO, Potencial Hidrogeniônico – pH, Coliformes Termotolerantes – CT entre outros), que são avaliados com base em limites máximos e mínimos definidos por órgãos de controle ambiental nacional, apresentando grande potencial em revelar o grau de poluição e a situação da vida aquática (EATON, CLESCERI & GREENBERG, 1995). A identificação das formas de contaminação dos recursos hídricos é um processo que deve levar em consideração o bom conhecimento de variados aspectos do meio físico (clima, vegetação, relevo, solo), assim como um adequado conhecimento sobre o desenvolvimento das atividades humanas (tipo de cultivo, turismo, habitações). Além disso, ainda é importante que se tenha condições de correlacionar dados do meio físico, das atividades humanas em relação aos parâmetros de avaliação de qualidade dos recursos hídricos.

3.7 Algumas atividades antrópicas responsáveis pela degradação dos recursos hídricos

3.7.1 Urbanização

A partir do início do século XX o Brasil começou a experimentar um processo de aceleração demográfica e urbana muito intensa, associado a isso o que se teve foi um aumento progressivo na complexidade das estruturas de classe provocadas por esse inchaço urbano. Grande parte das bacias hidrográficas de vários centros urbanos do Brasil foram “extintas do mapa” para dar prosseguimento a esse processo que culminou com o surgimento de várias ferrovias e posteriormente já a partir do final do segundo terço do século XX com a criação das primeiras rodovias. Aos rios urbanos que sobraram o que restou foi coexistirem em um espaço onde mesmo com o surgimento das questões ambientais o processo de antropização já era elevado e muitas dessas bacias já se encontravam comprometidas.

A falta de infraestrutura básica nesses espaços também foi outro fator de grande contribuição para o desgaste desses mananciais, pois a falta ou ineficiência de serviços primordiais (estação de tratamento e coleta de esgotos domésticos, construção de aterros

sanitários, serviço de coleta seletiva dos lixos domésticos entre outros) fizeram com que esses desgastes ambientais se agravassem. Já se sabe que grande parte dos rios que cortam as cidades do Brasil tem sua degradação agravada pela ausência do processo de coleta e tratamento de esgotos domésticos, lançados *in natura* (TUCCI *et al.* 2001). Ainda segundo o autor em determinadas cidades onde existem redes coletoras, todavia sem estações de tratamento ou as estações operam com ineficiência ainda existem ligações de esgotos clandestinos que lançam seus dejetos nos sistemas pluviais.

O relatório administrativo da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA divulgado em 2013 mostra que de uma população total de 3.766.384 paraibanos, 2.573.712 têm acesso à distribuição de água, todavia, desse montante 1.616.960 não possuem rede de esgoto.

Segundo von Sperling (1995), os esgotos domésticos detêm cerca de 99,9% de água e o restante é constituído por sólidos orgânicos e inorgânicos, dissolvidos ou suspensos, além de, microorganismos. Nestes esgotos domésticos tem se como principais elementos potencializadores da eutrofização dos recursos hídricos o fósforo e o nitrogênio. Isso se agrava mais ainda quando se leva em conta o fato de que grande maioria das estações de tratamento de esgoto (convencionais) não consegue remover tais elementos, pois, são projetadas para reduzir matéria orgânica e não para controlar nitrogênio e fósforo.

A impermeabilização do solo também é outro fator de agravamento da qualidade ambiental dos recursos hídricos, pois, com o crescimento urbano alterando a cobertura vegetal se tem automaticamente modificações no ciclo hidrológico (limitação de infiltração no solo, intensificação de escoamento superficial, queda de nível do lençol freático, redução da evapotranspiração entre outros).

A drenagem pluvial também é outro problema, pois, segundo TUCCI, *et. al.* (2001), o número de cidades de cidades que se preocupa com essa fonte de degradação é incipiente. O escoamento da água proveniente da chuva traz consigo materiais orgânicos e inorgânicos solúveis ou em suspensão aos mananciais intensificando sua carga de poluentes das mais diversas proveniências. Segundo Bollmann (2003), essa matéria orgânica ou inorgânica que se faz presente nas águas pluviais pode ser oriunda dos resíduos orgânicos de aves ou animais domésticos, da abrasão e desgaste das vias públicas,

do lixo acumulado nas ruas e calçadas, graxas e óleos automotivos, atividades de construção, resíduos de combustíveis, poluentes atmosféricos entre outros.

3.7.2 Atividades Industriais

A falta de pesquisas sobre emissão de poluentes industriais é um dos grandes problemas encontrados no processo de crescimento de estudos sobre poluição industrial. (MACHADO, 2014)

As atividades industriais estão diretamente correlacionadas a uma determinada degradação ambiental, pois não existem processos de fabricação totalmente “limpos”. A proporção dos danos estar muitas vezes relacionada ao tipo de indústria, as matérias primas utilizadas, aos processos de fabricação, aos produtos fabricados ou as substâncias produzidas.

Dados da World's Worst Pollution Problems Report (2013), documento elaborado através de dados levantados por um programa de identificação de lugares tóxicos implantados pelo Instituto Blacksmith em conjunto com a ONU mostraram que pelo menos 125 milhões de pessoas no globo têm a saúde danificada pela poluição tóxica e a culpa estar relacionada às atividades industriais. Ainda no mesmo relatório é dito que o chumbo, cromo, mercúrio, amianto, cádmio e compostos orgânicos voláteis e os poluentes mais comuns, e mais mortais do planeta já diminuíram 17 milhões de anos de vida nos países em desenvolvimento.

Há pouco tempo o Ministério do Meio Ambiente – MMA do Brasil concebeu o Registro de Emissão e Transferência de Poluentes – RETP, um sistema de construção de informações sobre as emissões e transferências de poluentes que ocasionam ou detém potencial de impactos degradativos no meio ambiente.

O tratamento de efluentes industriais no Brasil tem ocorrido de maneira bastante sistemática, pois, os programas de controle destes efluentes pelos órgãos ambientais fazem com que as indústrias se sintam ameaçadas fazendo com que possuam sistemas de tratamento (TUCCI, *et. al* 2001).

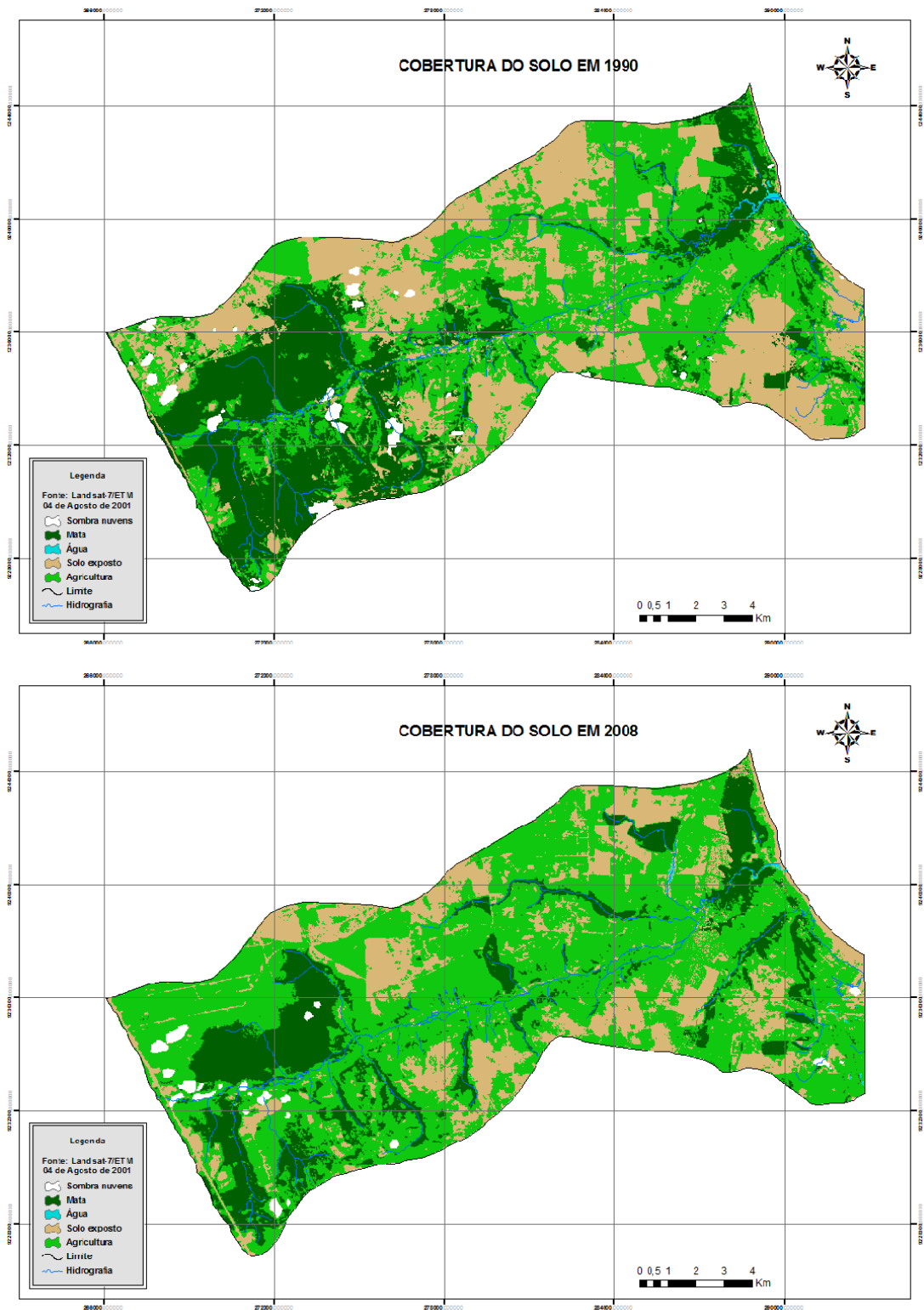
Esses efluentes possuem características diversas e as indústrias alimentícias são consideradas as mais expressivas no sentido de contribuírem na ejeção de cargas orgânicas e de nutrientes (ESTEVEVES, 1998).

No Brasil a lei que rege as diretrizes para o monitoramento e fiscalização destes efluentes lançados pelas indústrias encontra-se na Resolução CONANA 430/11 que trata sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

3.7.3 Atividades agrícolas

Nesta atividade, as principais formas de poluição estão relacionadas à utilização de defensivos agrícolas. Estes defensivos químicos utilizados no controle de pragas são pouco específicos e destroem indiscriminadamente espécies nocivas e úteis. Além disso, quando utilizados irracionalmente se acumulam no solo, “os animais se alimentam da vegetação prosseguindo o ciclo de contaminação” (PEREIRA, 2004). Ainda segundo o autor com as chuvas, esses produtos químicos se infiltram no solo contaminando os lençóis freáticos e terminam escoando para os rios onde prosseguem seu processo de contaminação.

Silva (2011) em seu trabalho sobre a avaliação espaço-temporal da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do rio Miriri – PB consegue nos fornecer também uma visualização sobre os avanços das atividades agrícolas entre os anos de 1990 e 2008 (Mapa 5).



Mapa 3. Caracterização da cobertura do solo e consequente avanço da agricultura e de outras atividades de potencial degradador da bacia do Rio Miriri de 1990 a 2008. **Fonte:** Adaptado de Silva, 2011.

3.7.4 Carcinicultura

O cultivo do camarão é uma das atividades econômicas que mais se desenvolvem em grande parte dos países do globo. Segundo Freitas (2008) os fatores climáticos favoráveis e a detenção de novas tecnologias de produção, tornam o Brasil um dos principais produtores de camarão das Américas. Todavia, mesmo com todo desenvolvimento no setor econômico proporcionado por tais atividades estes podem gerar poluição dos recursos hídricos, salinização dos lençóis freáticos, degradação dos manguezais, ameaça de inserção de espécies exóticas, propagação de epidemias e a desarticulação das comunidades de pescadores artesanais, gerando diversos conflitos socioeconômico (TANCREDO *et. al* 2011).

Ainda segundo Freitas (2008) as águas provenientes dos cultivos de camarão detém alta concentração de matéria orgânica em suspensão e nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo (oriundos dos restos de alimentos dados aos camarões, excreção, fitoplâncton e fertilizantes). Ainda segundo o autor, essa mesma matéria orgânica possui um potencial expressivo para a eutrofização das águas costeiras. Vinatea (1999) afirma que o fornecimento de ração é o principal motivo de acumulação de matéria orgânica, proporcionando assim a degradação direta ou indireta da qualidade da água dos tanques (Tabela 1).

Tabela 1. Síntese dos impactos ambientais relacionados às fases de um cultivo de camarão. **Fonte:** Adaptado de Ormond *et. al.* (2004)

ETAPA	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Larvicultura	Desmatamento das áreas de mangue	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da erosão, da temperatura e da evaporação, e perda da biodiversidade e mudança na paisagem
	Ocupação de faixa de praia	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança na paisagem com impacto visual • Conflito com outros usos, como turismo
	Lançamento de efluentes nos cursos d'água	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação dos corpos hídricos pelo aumento da carga orgânica, substâncias químicas e geração de sedimentos • Assoreamento, aumento da tubinez, eutrofização e redução da biodiversidade
	Tratamentos microbiológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Possíveis alterações nas características físico-químicas e bacteriológicas da água
	Acasalamento contínuo entre parentes	<ul style="list-style-type: none"> • Maior susceptibilidade do camarão a doenças
Engorda	Desmatamento das áreas de mangue	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da erosão, da temperatura e da evaporação e perda da biodiversidade
	Ocupação de faixa de praia	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança na paisagem com impacto visual • Conflito com outros usos, como turismo
	Lançamento de efluentes dos viveiros ricos em sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação dos corpos hídricos pelo aumento da carga orgânica, substâncias químicas e geração de sedimentos • Assoreamento, aumento da tubinez, eutrofização e redução da biodiversidade
	Lançamento de efluentes de metabissulfito de sódio em corpos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> • Morte da flora e fauna aquática por anoxia
	Percolação de água salina e rica em nutrientes dos viveiros	<ul style="list-style-type: none"> • Salinização do solo e águas subterrâneas • Contaminação de águas subterrâneas pela lixiviação de nutrientes
	Lançamento de efluentes salinos (aclimatação) em áreas interiores	<ul style="list-style-type: none"> • Salinização do solo e/ou de corpos hídricos
	Escape de espécie exótica	<ul style="list-style-type: none"> • Risco de entrada de doenças exógenas • Alterações na cadeia alimentar
	Consumo de grandes volumes de água	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do regime hidrológico de estuários e rios • Conflitos entre usuários
Beneficiamento	Retirada da casca do camarão	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de resíduos sólidos orgânicos
	Lançamento de efluentes	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição dos cursos d'água

4. MATERIAIS E METODOLOGIAS

4.1 Levantamento de dados da qualidade da água do baixo curso do rio Miriri

- PB

Os dados de monitoramento da qualidade da água quantificados pela Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente – SUDEMA, entre os anos de

1998 e 2013 em duas estações, mostram oscilações dos parâmetros: condutividade, temperatura, salinidade, pH (Potencial Hidrogeniônico), turbidez, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), SDT (Sólidos Dissolvidos Totais), OD (Oxigênio Dissolvido) e CT (Coliformes Termotolerantes). Esses dados foram tabulados e organizados em tabelas e gráficos que mostram o atual estado de qualidade ambiental do baixo curso do Rio Miriri. A escolha desses parâmetros como norteadores no processo de avaliação da qualidade da água se deu pelo fato destes serem os únicos monitorados pela SUDEMA e por falta de recursos disponíveis para uma análise particular com mais afinco.

Essas medições são feitas por duas estações de monitoramento, denominadas MR01 e MR02 que têm sua localização fixa sobre as coordenadas 25M0268497 UTM9232431 e 25M0289747 UTM9240825 respectivamente (Figura 7).

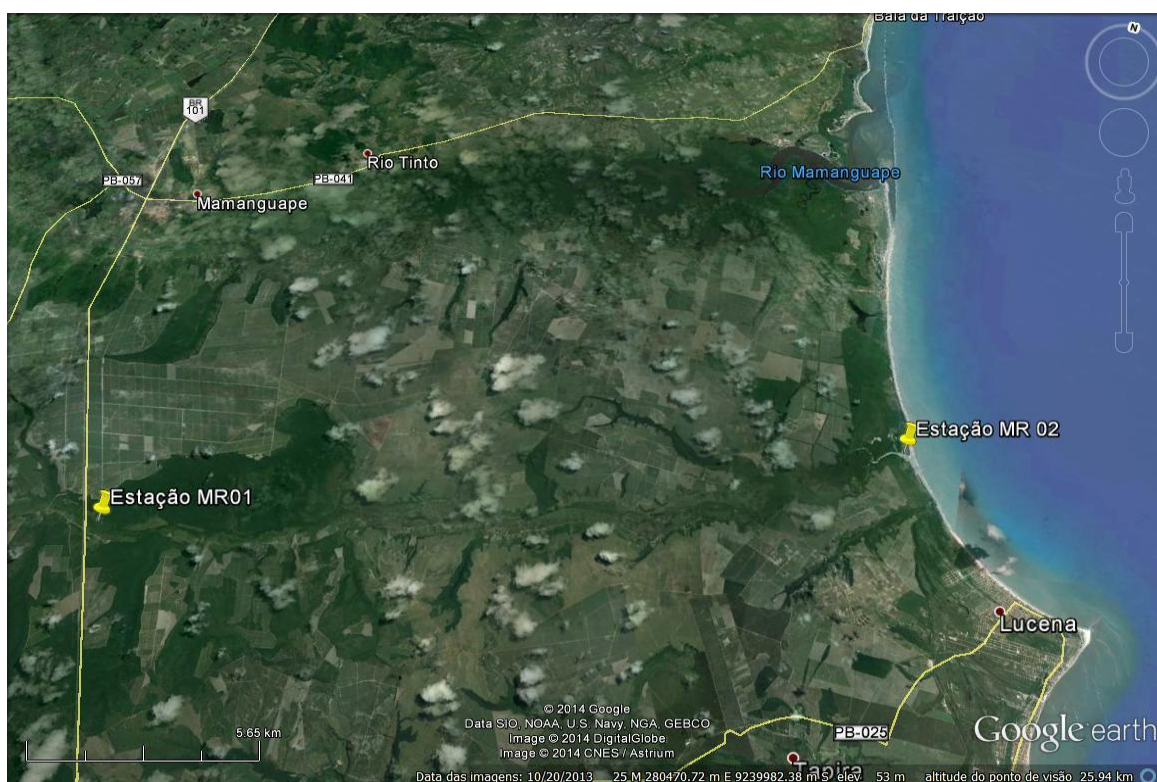


Figura 7. Localização das duas estações de monitoramento de qualidade da água numa zona compreendida pelo baixo curso do Rio Miriri – PB. **Fonte:** Google Earth (2013) e SUDEMA.

4.2 Mapeamento

O mapa de uso e ocupação do solo foi elaborado a partir de técnicas de sensoriamento remoto (interpretação visual de imagens e vetorização) a partir das imagens de 2013 do Google Earth. As imagens foram salvas, criou-se um arquivo shapefile e posteriormente as mesmas foram georreferenciadas em ambiente SIG. Em seguida foi feita a análise visual da imagem para assim se poder fazer a vetorização mostrando os diferentes tipos de uso e ocupação do solo no qual foram identificados os usos: mata, água, vegetação rasteira e urbano.

O mapa de declividade foi feito a partir de imagens baixadas do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) no site do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Em seguida foi feito o mosaico de duas cenas, pois, a área não era totalmente compreendida por apenas uma cena. Feito isto, foi calculada a declividade em ambiente SIG através da ferramenta denominada Slope e os resultados foram agrupados em classes temáticas.

4.3 Visitas *in loco*

Foi feita no período compreendido entre a vigência 2012/2013 do Projeto de Iniciação Científica Voluntário onde foram feitos reconhecimentos de parte da área de estudos. As visitas às instituições públicas foram feitas no período de 2012 com intuito de se adquirir informações que viessem a subsidiar a pesquisa. Infelizmente durante a execução do campo de reconhecimento tivemos alguns problemas técnicos que inviabilizaram a utilização das imagens feitas por equipamentos pessoais, todavia, seguem abaixo algumas retiradas da internet (figuras 8 e 9) .



Figura 8. Visão aérea da parte final do baixo curso do Rio Miriri – PB. **Fonte:** www.panoramio.com/photo/9554894 . Acesso em: 20 de junho de 2013.



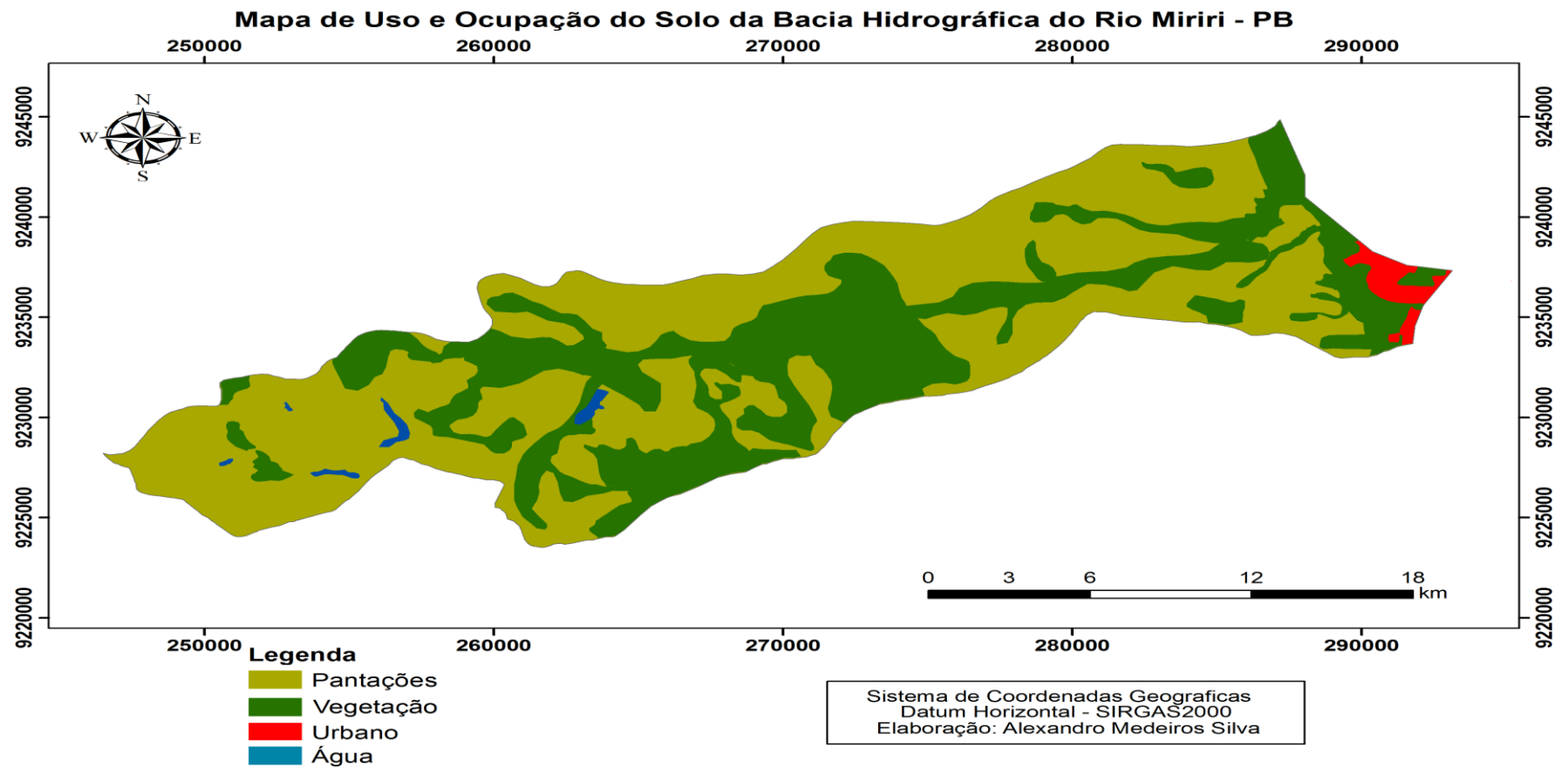
Figura 9. Desembocadura do estuário do rio Miriri – PB. **Fonte:** <http://www.panoramio.com/photo/41105639> Acesso em: 20 de junho de 2013.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Uso e ocupação do solo no entorno da bacia hidrográfica do Rio Miriri – PB

Avaliações feitas pela AESA (2004) confirmam que a área que compreende a bacia sofre com a degradação oriunda das atividades de carcinicultura não planejada, além disso, outros problemas observados são o desmatamento, o assoreamento dos rios principais, o uso inapropriado de agrotóxicos, a irrigação sem planejamento e a presença de olarias nas margens dos rios. Ainda Segundo MOREIRA *et al.* (2003), na década 70, significativa parcela da Zona da Mata paraibana, e conseqüentemente o município de Santa Rita, tinha sua base econômica e ocupação territorial voltada à monocultura da cana-de-açúcar, que teve sua produção potencializada pelos planos econômicos do governo nacional, entre eles o Proálcool. Além disso, estudos de perda de cobertura vegetal feitas por Silva (2011) na região que abarca toda bacia hidrográfica confirmam um desmatamento exacerbado entre 1990 e 2008.

O mapa 4 apresenta os resultados da classificação do uso e ocupação do solo da bacia, foram mapeados os cinco principais tipos de usos do solo: plantações, mata, urbano, vegetação rasteira e água. Foi observado que em 61,36 % da área total (267,78 km²), se tem a predominância de plantações. Em seguida vem à classe vegetação rasteira com 23,83% (104 km²), Mata com 12,87% (56,15 km²), Urbano com 1,36% (5,93 km²) e Água com 0,58% (2,54 km²) (Gráfico 1).



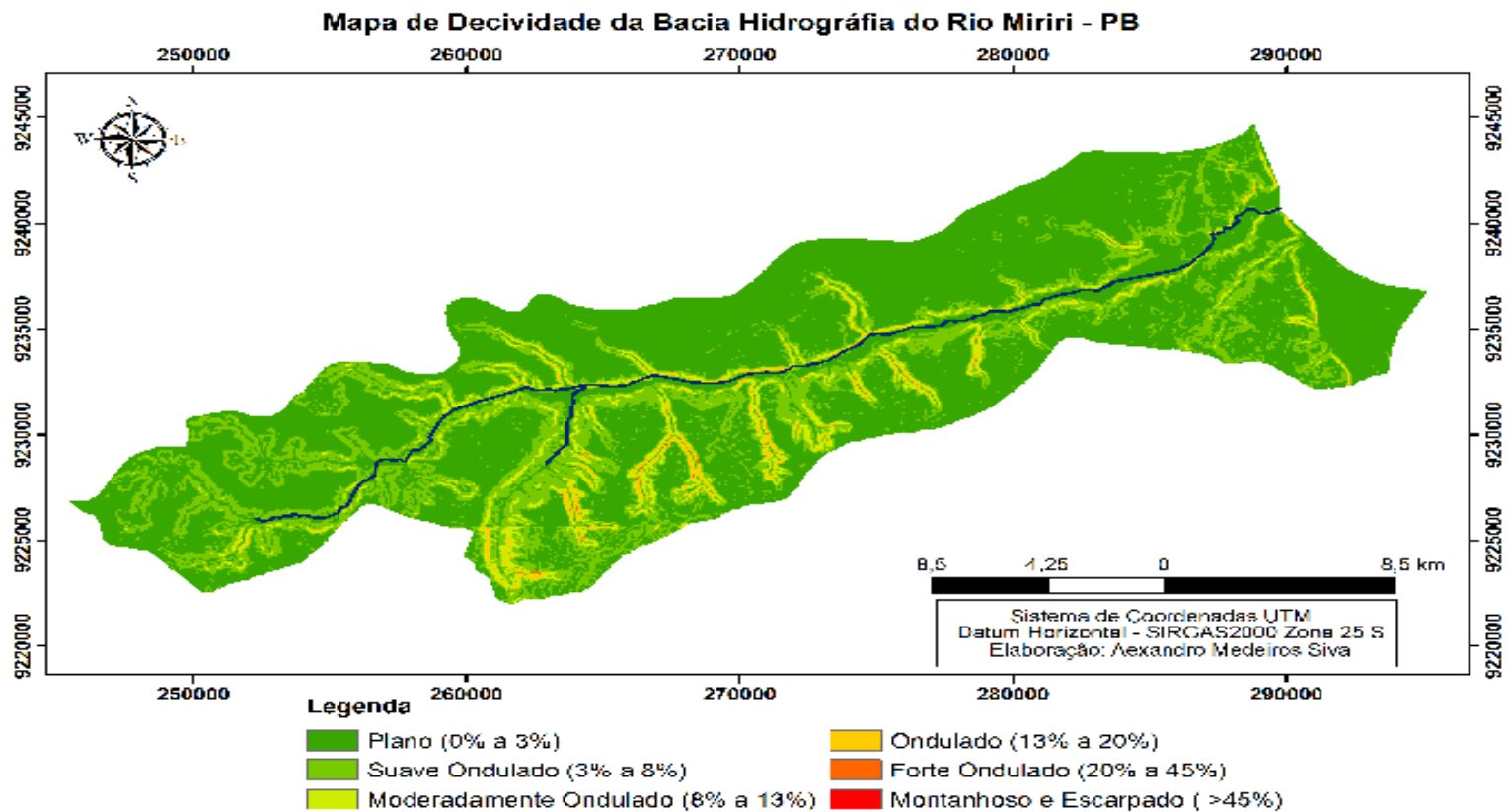
Mapa 4. Principais formas de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Miriri. **Autor:** Alexandre (2014)



Gráfico 1. Porcentagem das principais formas de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Miriri. **Autor:** Almeida Neto (2014)

5.2 Classes de relevo

O relevo da bacia hidrográfica do Rio Miriri – PB apresenta-se em grande parte como plano, todavia, podemos destacar ainda as classes: suavemente ondulado e moderadamente ondulado (Mapa 5).



Mapa 5. Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Miriri – PB. **Autor:** Alexandre (2014)

Notou-se que as áreas que detêm maior declividade na Bacia do Rio Miriri localizam-se na porção Sul e Sudoeste. No gráfico 2 podemos observar as áreas de cada classe de declividade, sendo 68,6% da bacia inserida na classe de relevo Plano, sendo áreas aonde a declividade não chega a 3%. A classe Suavemente Ondulado cobre uma área de 105,55 km², o que representa 24,19 % da área da bacia e possui declividade de 3 a 8%. A classe Moderadamente Ondulado cobre uma área de 24,94 km², o que representa 5,72% da área da bacia e possui declividade de 8 a 13%. As classes de menor expressão são a Ondulado, Forte Ondulado e Montanhoso e Escarpado com áreas de 6,41 e 0,13 km², respectivamente.

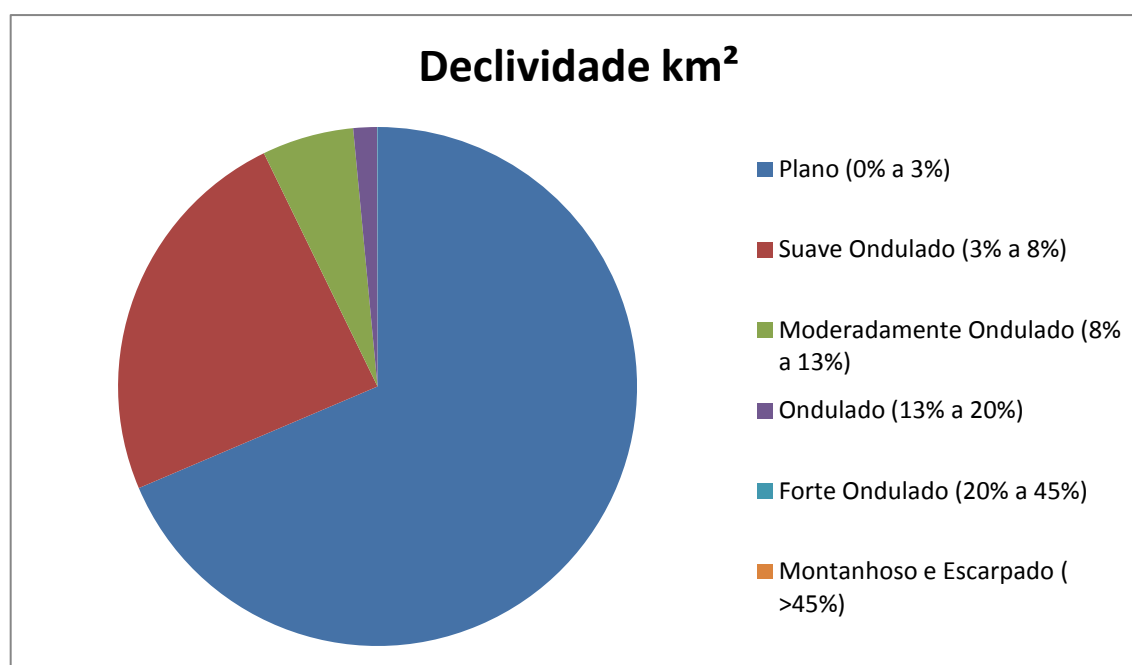


Gráfico 2. Classes de declividade na bacia hidrográfica do rio Miriri. **Autor:** Almeida Neto (2014)

5.3 A qualidade da água no baixo curso do rio Miriri – PB

As bacias hidrográficas do Estado da Paraíba foram enquadradas em 1989 pela AESA, com destaque para a do Miriri enquadrada como um recurso hídrico classe 3. No sistema de monitoramento trimestral do rio Miriri realizado pela SUDEMA, tem se a medição de vários parâmetros físico-químicos e biológicos que se encontram em conformidade e não conformidade (Gráficos 4 a 10).

Na estação MR01 (Figura 10), localizada cinco metros há montante da ponte da BR 101, notou-se através da interpretação dos dados de salinidade uma predominância de água doce (salinidade igual ou inferior a 0,5%). Então, para água doce classe 3 a Resolução CONAMA 357/05 define que os limites máximos permitidos de SDT devem ser de no máximo 500 mg/L, OD superior ou igual a 4 mg/L O₂, DBO inferior ou igual a 10 mg/L O₂, pH entre 6 e 9, turbidez inferior ou igual a 100 UNT e o CT inferior ou igual a 4.000 Col/100 ml.

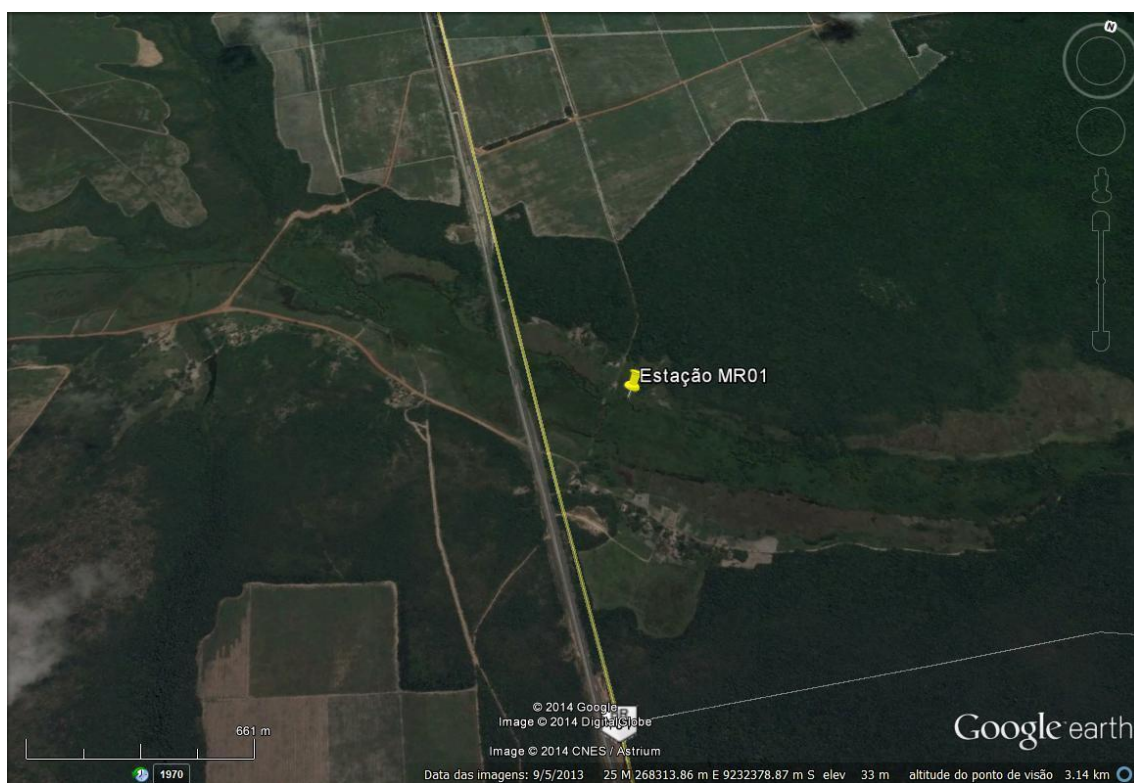


Figura 10. Localização mais aproximada da Estação MR01. **Fonte:** Google Earth (2013) e SUDEMA.

Os dados de monitoramento da qualidade da água da estação de monitoramento MR01 (Tabela 2) mostram variações na temperatura da água com uma média de 27°C. A turbidez apresentou oscilações com médias mínimas de 8,4 e médias máximas de 35 UNT. O pH apresentou variações com médias mínimas de 6,15 e médias máximas de 7,67. A condutividade apresentou oscilações com médias mínimas de 129 e médias máximas de 417 $\mu S/cm$. O OD apresentou oscilações com médias mínimas de 1 e médias máximas de 6,2 mg/l O₂. O DBO apresentou oscilações com médias mínimas de 0,7 e médias máximas de 5,6 mg/l O₂. O SDT apresentou oscilações com médias mínimas de 104 e médias máximas de 212 mg/L. E o CT apresentou oscilações de 3000 a 15 000 Col/100 ml.

No que tange à qualidade da água, a estação MR01 apresentou a salinidade indicando predominância de água doce e consequente influência fluvial. O pH da água vem aumentando gradativamente e possui predominância alcalina. O OD encontra-se muitas vezes fora dos padrões permitidos pela Resolução CONAMA 357/05 assim como o CT, dando indicativos de uma água com excesso de matéria orgânica, possivelmente proveniente de esgotos domésticos que são lançados clandestinamente *in natura* como confirmado por alguns moradores locais.

Tabela 2. Médias anuais dos principais parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade da água da estação MR01, monitorados pela SUDEMA.

Estação MR 01 (Médias Anuais) Classe - 3 Água Doce								
Ano	Temperatura	Turbidez	pH	SDT	Condutividade	OD	DBO	CF
Unidade de medida	°C	UNT		mg/L	<i>uS/cm</i>	<i>mg/L O₂</i>	<i>mg/L O₂</i>	<i>col/100 ml</i>
CONAMA 357/05	NE	100	6 a 9	500	NE	>4	10	4000
1998	28	8,4	6,3	NFE	141	1	1,4	15000
1999	28	9,6	6,15	NFE	129	2,8	4,4	2271
2000	27	23,9	6,44	NFE	197	3	3,3	9340
2001	27	16,6	6,73	NFE	271	3,1	1,7	5680
2002	27	18,7	6,44	NFE	240	1,8	3,7	3000
2003	27	21	6,72	NFE	365	3,3	2	5320
2004	26	18	6,81	NFE	191	3,6	2,2	16560
2005	27	22	6,97	NFE	417	2,5	8	10180
2006	26	14	6,97	104	153	3,9	0,9	8300
2008	26	12	7,28	166	266	3,7	0,7	4320
2009	26	16	7,35	146	215	3,6	1,1	4820
2010	28	13	7,24	124	384	2,7	2,4	3150
2011	26	35	7,67	190	257	2,6	5,6	1644
2012	27	25	7,64	168	228	6,2	1	1585
2013	28	11	7,38	212	292	3,4	3,1	555
NE = Não existe								
NFE = Não foi encontrado								
Fora dos padrões definidos pela lei								

Na estação MR02 (Figura 11), localizada próxima à desembocadura do estuário do Rio Miriri, notou-se através da interpretação dos dados de salinidade uma predominância de água salobra (salinidade superior 0,5‰ e inferior a 30‰). Então, para água salobra classe 3, a Resolução CONAMA 357/05 define que os limites máximos permitidos de, OD superior ou igual a 3 mg/L O₂, pH entre 5 e 9 e coliformes termolerantes inferiores ou iguais a 4.000 Col/100 ml.



Figura 11. Localização mais aproximada da Estação MR02. **Fonte:** Google Earth (2007) e SUDEMA.

Os dados de monitoramento da qualidade da água da estação de monitoramento MR02 (Tabela 3) mostram variações na temperatura da água com uma média de 28°C. A turbidez apresentou oscilações com médias mínimas de 7,6 e médias máximas de 45 UNT. O pH apresentou variações com médias mínimas de 7,16 e médias máximas de 8,26. A condutividade apresentou oscilações com médias mínimas de 5661 e médias máximas de 553000 $\mu S/cm$. O OD apresentou oscilações com médias mínimas de 4,5 e médias máximas de 6,4 mg/l O₂. O DBO apresentou oscilações com médias mínimas de 0,3 e médias máximas de 4 mg/l O₂. O SDT apresentou oscilações normais com médias mínimas

de 2016 e médias máximas de 45346 mg/L. E o CT apresentou oscilações com médias mínimas de 172 e médias máximas de 9 640 *Col/100ml*.

Na estação MR02 a salinidade apresentou predominância de água salobra e salina, e conseqüentemente influência hora flúvio – marinha, e hora marinha, O pH da água mostrou-se predominantemente acima de 7, dando indicativos de uma água essencialmente alcalina. O CT apresentou-se em grande parte dos anos dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

Tabela 3. Médias anuais dos principais parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade da água da estação MR02, monitorados pela SUDEMA

Estação MR 02(Médias Anuais) Classe 3 - Água Salobra								
Ano	Temperatura	Turbidez	pH	SDT	Condutividade	OD	DBO	CF
Unidade de medida	°C	UNT		mg/L	<i>uS/cm</i>	<i>mg/L O₂</i>	<i>mg/L O₂</i>	<i>col/100 ml</i>
CONAMA 357/05	NE	NE	5 a 9	NE	NE	>3	NE	4000
1998	28	19,7	7,82	NFE	8505	5,6	0,5	172
1999	28	7,6	7,88	NFE	9528	5,1	0,9	448
2000	29	38	7,65	NFE	12335	5,3	1,6	5100
2001	28	10,1	7,37	NFE	6752	5,6	0,3	3600
2002	28	10,2	7,55	NFE	8597	5,2	1,4	2540
2003	29	12	7,59	NFE	5661	5,7	1,4	2860
2004	28	10	7,49	NFE	25827	4,7	1,3	9640
2005	28	19	7,57	NFE	31698	5,6	1,6	3480
2006	28	18	7,78	29249	35669	6	1,4	2460
2008	28	12	7,67	6502	31717	4,7	2,9	3740
2009	28	NFE	7,45	2016	29500	4,6	NFE	5000
2010	28	22	7,88	25332	36982	5,8	2,7	1670
2011	28	34	7,75	20793	25485	4,5	0,7	113
2012	30	18	8,26	44608	54400	6,4	1,8	500
2013	28	45	7,16	45346	55300	6	4	40
NE = Não existe								
NFE = Não foi encontrado								
Fora dos padrões definidos pela lei								

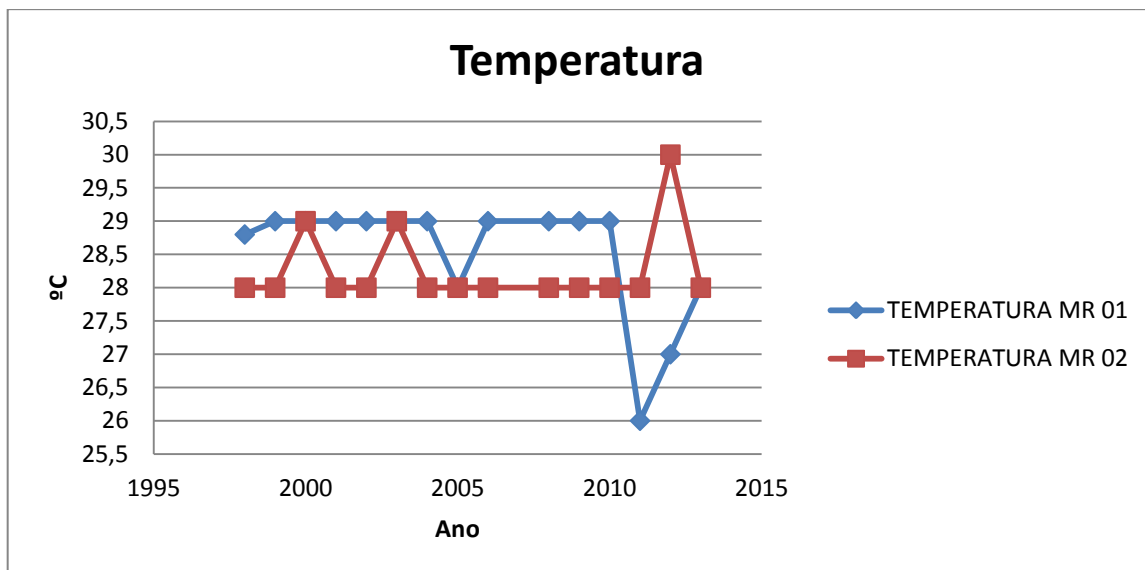


Gráfico 3. Variação de temperatura nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB. **Fonte:** SUDEMA.

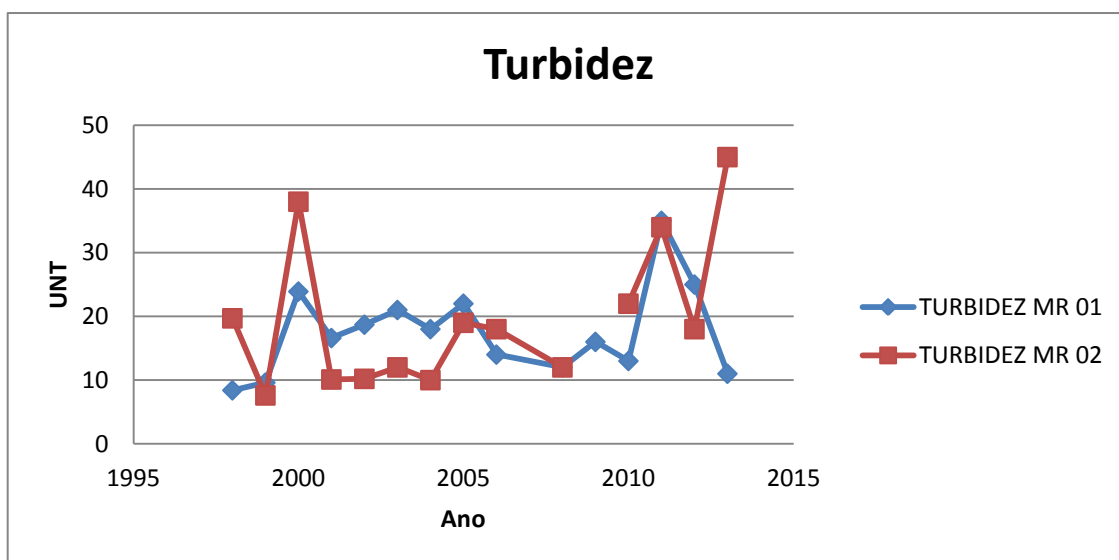


Gráfico 4. Variação de turbidez nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB. **Fonte:** SUDEMA.

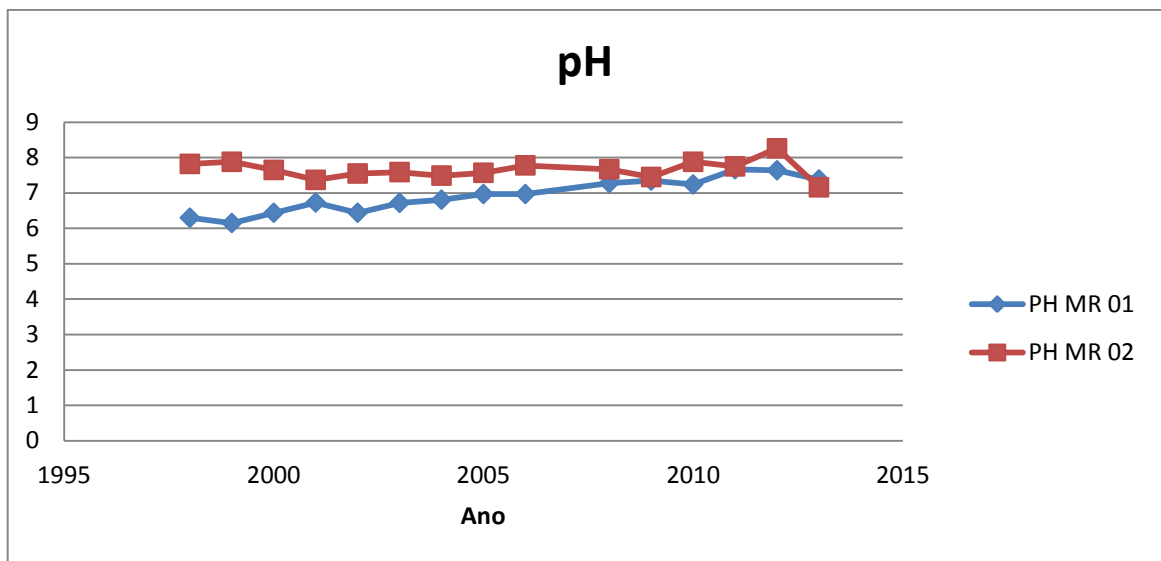


Gráfico 5. Variação de pH nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB. **Fonte:** SUDEMA.

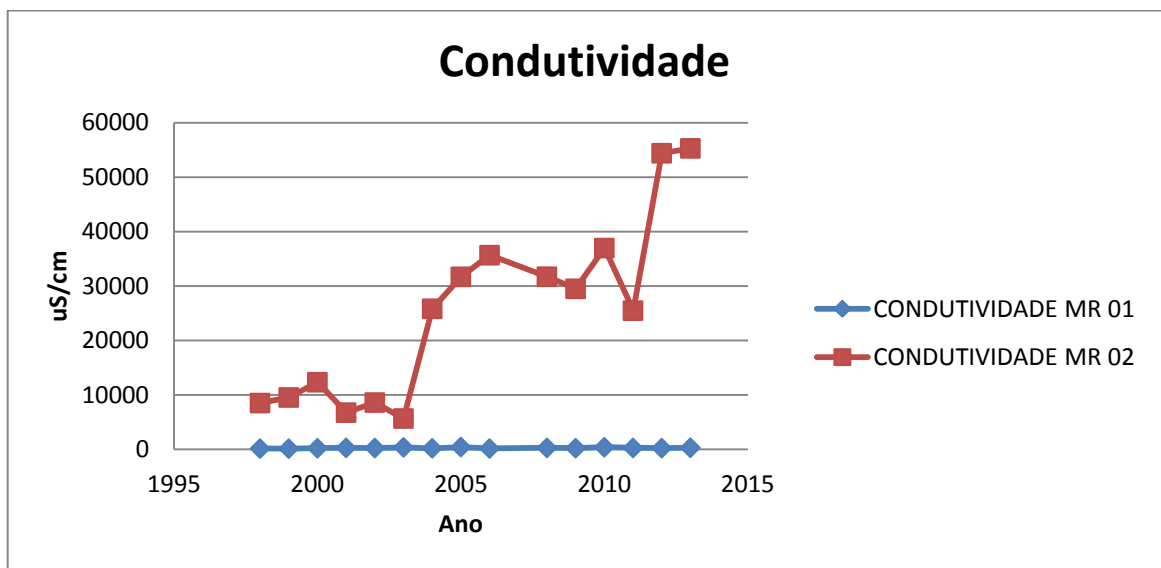


Gráfico 6. Variação de condutividade nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB. **Fonte:** SUDEMA.

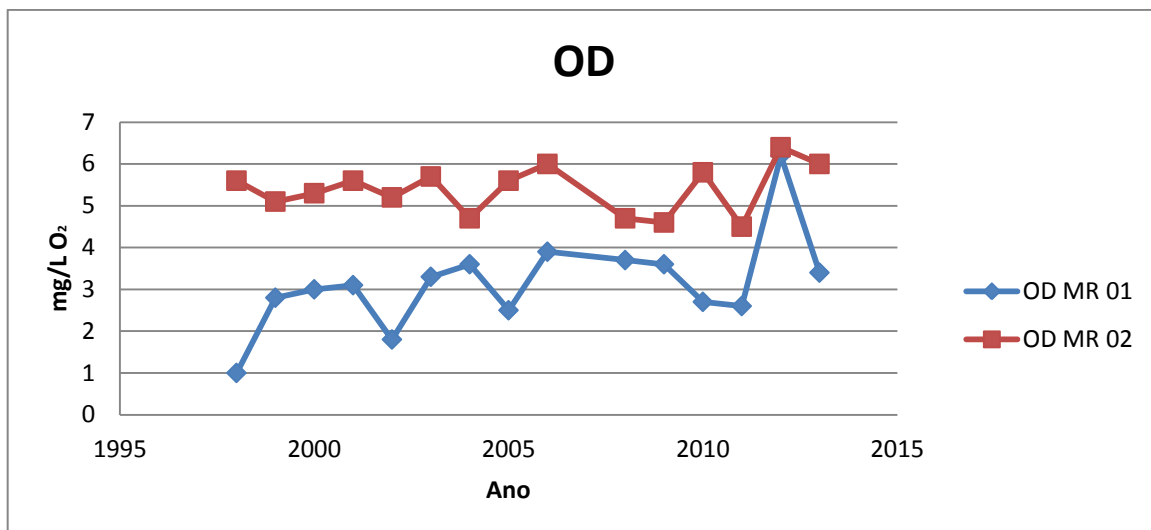


Gráfico 7. Variação de Oxigênio Dissolvido (OD) nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB. **Fonte:** SUDEMA.

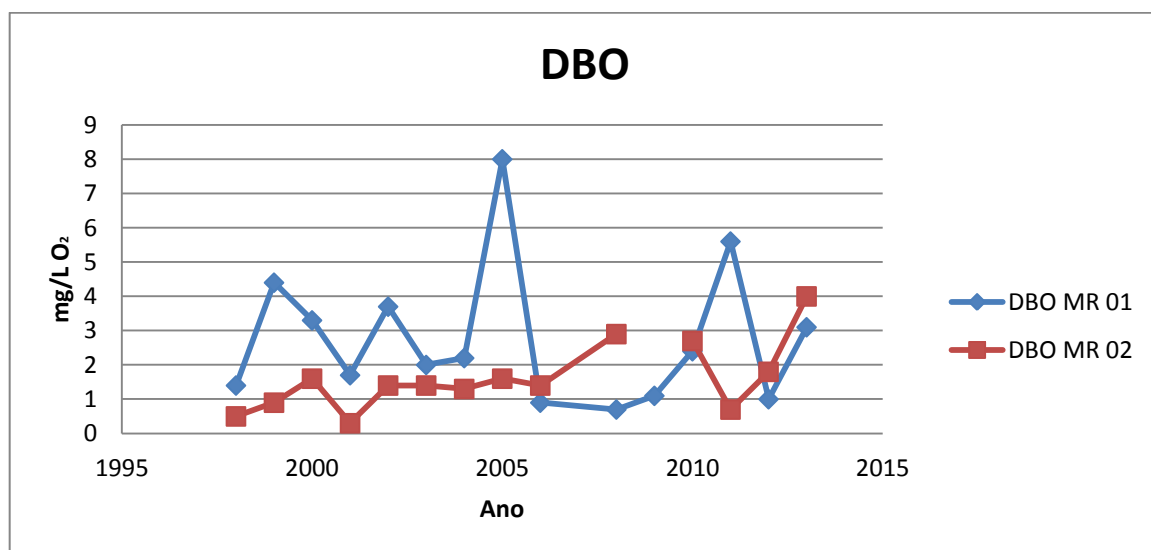


Gráfico 8. Variação de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB. **Fonte:** SUDEMA.

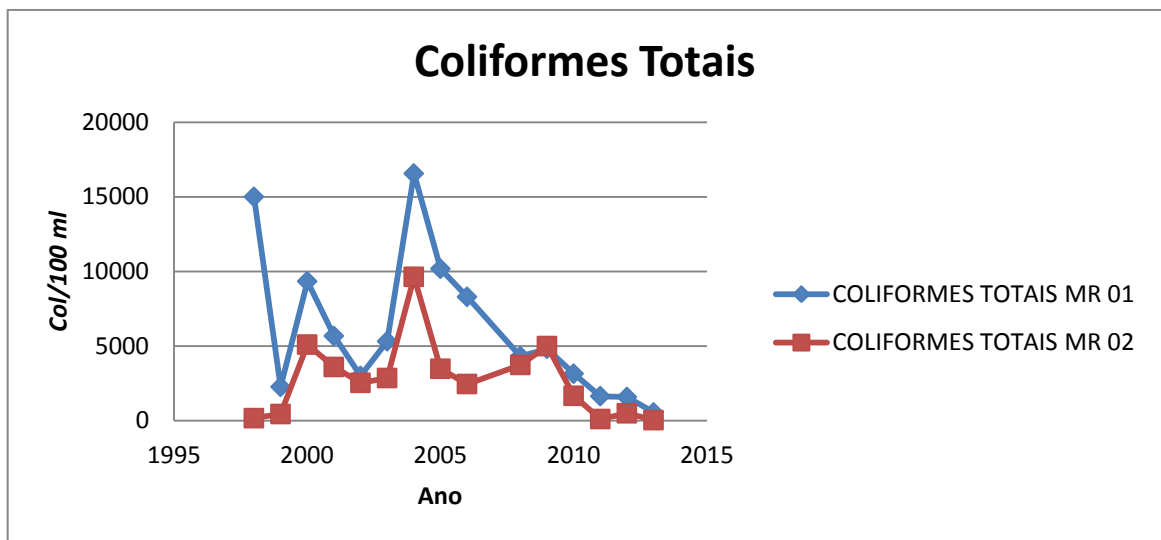


Gráfico 9. Variação de coliformes totais nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB. **Fonte:** SUDEMA.

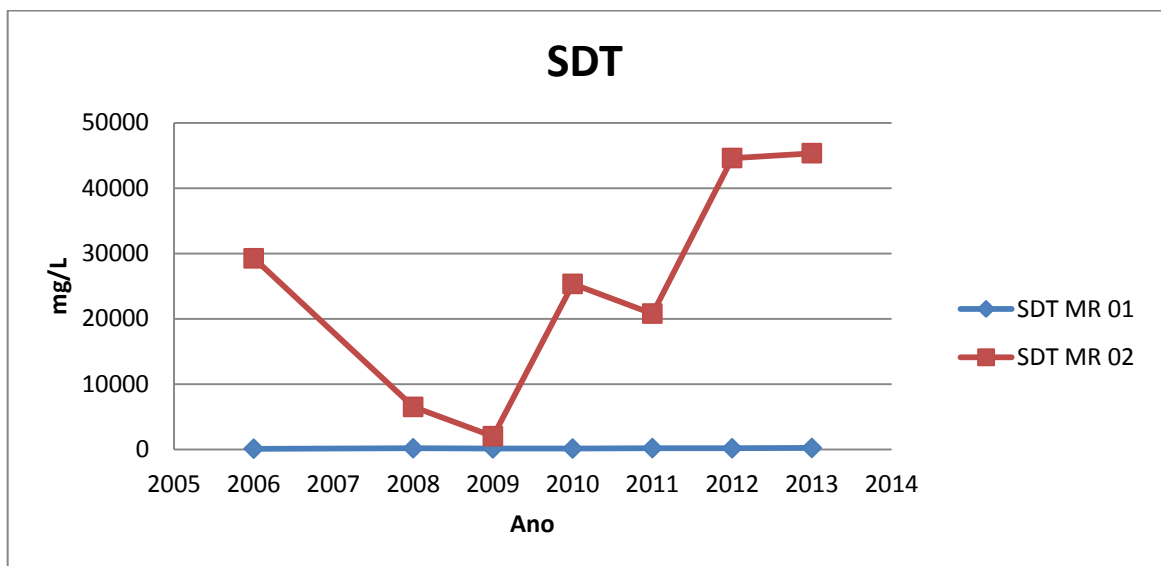


Gráfico 10. Variação de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) nas estações MR01 e MR02 no baixo curso do rio Miriri – PB. **Fonte:** SUDEMA.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interferência antrópica desordenada e o uso irracional podem acarretar mudanças drásticas no funcionamento natural desses ambientes. Por a área de estudos abranger uma região estuarina, verdadeiras maternidades da vida, a produtividade biológica pode cair drasticamente e sua manutenção é de total obrigação nossa, todavia, no Brasil se tem ainda um problema sério quando o quesito é fiscalização.

O aumento progressivo da população local, principalmente nas áreas urbanas tem induzindo a expansão das atividades industriais e agrícolas, provocando o aumento da demanda por água. Ao mesmo tempo enfrentam-se problemas com o desperdício e o processo de degradação desse recurso em função do despejo de águas residuais. Esses impactos são frequentes por conta do desenvolvimento industrial, agrícola, turístico e até por conta da pesca. Vejamos um exemplo, pequenas quantidades de matéria orgânica acrescentada no inverno pelos rios serem mais caudalosos pode ser até benéfico, pois, vai servir de alimentos para alguns organismos, porém se grandes quantidades forem inseridas no verão onde temos a diminuição da pluviosidade e os rios serem menos caudalosos, as bactérias ali presentes irão consumir mais oxigênio, e assim provocando a anóxia, que é a ausência de oxigênio nas águas, e dizimando grande parte dos organismos da fauna (aquática).

Dentre os principais poluentes e ações antrópicas estão: resíduos domésticos (ex: lixo, alimentos entre outros), resíduos industriais e agrícolas (ex: efluentes industriais e pesticidas), resíduos industriais radioativos, pecuária (ex: restos de animais provenientes de matadouros), pesca e turismo.

Muitas vezes o desenvolvimento das comunidades ribeirinhas ocorre de maneira irracional, ajudando a potencializar a degradação desses ecossistemas, e numa escala global, podemos dizer que os estuários são o destino de grandes partes dos poluentes advindos da humanidade, e assim tornando esses ambientes menos adequados as formas de vida ali presente, vale salientar que a matéria orgânica é normal para a configuração do ambiente estuarino, porém grandes quantidades delas vão provocar situações totalmente adversas.

Quanto ao uso e ocupação do solo constatou-se uma baixa urbanização no entorno da referida bacia hidrográfica, todavia, compensada pela presença maciça de monoculturas

a norte, sul e oeste e que podem estar influenciando de alguma forma no processo de degradação da mesma.

A declividade pode estar facilitando no processo de escoamento de efluentes, pois, próximo à bacia hidrográfica se tem uma predominância maior da classe de relevo suavemente ondulado.

Entre a estação MR01 e a estação MR02 ocorre um processo de autodepuração do corpo d'água, pois os parâmetros em análise se ajustaram ao que é pedido em lei dando indicativos de um recurso com boa capacidade de autorregeneração perante as atividades desenvolvidas no seu entorno. Todavia, pelo fato de na estação MR01 ter se encontrado alguns parâmetros em não conformidade com a lei de maneira quase que predominante pode-se concluir que estão ocorrendo interferências antrópicas de potencial poluidor significativo a montante da mesma.

A utilização deste recurso de maneira direta ou indireta poderá causar o florescimento de doenças de pele ou gastrointestinais em seres humanos, além da mortandade de seres vivos que dependam direta ou indiretamente do mesmo (peixes entre outros).

A priori pôde-se notar o quão alterado estão alguns dos parâmetros no que diz respeito à qualidade da água neste recurso e posteriormente com a interpretação do mapa temático de uso e ocupação do solo pôde-se observar os efeitos do processo de intensificação das atividades agrícolas transformando várias áreas que supostamente seriam de mata atlântica em vastas monoculturas que por sua vez tem influência expressiva, seja através do uso irracional quase que regularmente de agrotóxicos para a manutenção de monoculturas, de despejos domésticos e sanitários nas margens, de saneamento básico ineficiente dos municípios de abrangência, da falta de proteção das margens no rio principal e nos seus afluentes, da destruição da vegetação de mangue e de matas ciliares, da pesca predatória, da especulação imobiliária e ocupação desordenada, entre várias outras ações antrópicas.

Este trabalho tentará ter prosseguimento na medida do possível para que mais dados sobre a área de estudos sejam levantados e assim se tenham subsídios suficientes para que futuras medidas sejam tomadas a fim de garantir sua conservação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Ana Emília Barboza. **Caracterização batimétrica, sedimentológicas e geoquímica do estuário do Rio Mamanguape – PB**. Editora Universitária – UFPE. Recife, 2010.

ANDRADES FILHO, Clódis de Oliveira. **Análise morfoestrutural da porção central da Bacia Paraíba (PB) a partir de dados MDE-SRTM e ALOS-PALSAR FBD**. Dissertação de Mestrado. INPE. São José dos Campos, 2010.

BOLLMANN, H. A. **Avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas urbanas**. In: ANDREOLI, C. V. (Ed). Mananciais de Abastecimento: planejamento e gestão. Estudo de Caso do Altíssimo Iguaçu. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 2003. p. 269-315.

BRASIL. **Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459]. Acessado em 27 de junho de 2012.

CAMERON, W. M. & PRITCHARD, D. W. (1963). Estuaries. In: the Sea – Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas, M. N. Hill (Ed) v.2 – The Composition of Sea Water. Interscience Publishers, John Wiley and Sons, New York.

CARDOSO DA SILVA, Margarida. **Estuários – Critérios para uma classificação ambiental**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 5 n.1. Jan/Mar, 2000. Páginas 25 a 35.

CARVALHO, M. G. R. F. de. **“Estado da Paraíba”**: classificação geomorfológica. João Pessoa: Ed. Universidade/UFPB, 1982.

CASPERS, H. (1967). **Estuaries: Analysis of Definitions and Biological Considerations** In: **estuaries**, G. H. Lauf. American Association for the Advanced of Science, nº 83, Washington D. C.

CERHPB – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. **Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte**. João Pessoa, 2004. Mimeo.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Editora Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Blucher, 1999.

CLARKE, R.; KING, J. **O Atlas da água: O mapeamento completo do Recurso Mais Precioso do Planeta**. São Paulo – SP: Publifolha, 2005. 128p. CNRH. Resolução nº 32 de 15 de outubro de 2003. Brasília, 2003.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **O que é CONAMA?**. Disponível em: [<http://www.mma.gov.br/port/conama/>]. Acessado em: 15 de Agosto de 2014.

CORDEIRO, Tarcisio A. **Introdução à oceanografia**. Departamento de Sistemática e Ecologia. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2009.

DOS SANTOS, Carlos Henrique dos Anjos; LOURENÇO, Jullyermes Araújo; BRAGA NETO, Francisco Hidalecio Ferreira; RIBEIRO COSTA, Omar; IGARASHI, Marco Antônio. **Características dos ecossistemas estuarinos brasileiros e as atividades antrópicas**. Artigo. Página 2. Universidade Federal de Coritiba.

EATON, A. D., CLESCERI, L.S., GREENBERG, A. E., 1995. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19th edition. American Public Association, Washington, DC. 1995.

ESPÍNDOLA, E.L.G. **A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolino**. Rima, São Carlos, 188p. 2000.

ESTADÍSTICA, Instituto Brasileiro de Geografia – IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: [<http://www.ibge.gov.br/censo2010>]. Acesso em: 04 de agosto de 2013.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 575 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Review of world water resources by country**. Roma, 2003.

FREITAS, U. **Influência de um cultivo de camarão sobre o metabolismo bêntico e a qualidade da água**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 12, n. 3, p. 293 – 301, 2008.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T.. **Dicionário Geológico – Geomorfológico**. Editora Bertrand Brasil. 6ª edição. Rio de Janeiro, 2008. 652 p.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (Orgs). **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2011.

KARMANN, Ivo. **Ciclo da Água, Água subterrânea e sua ação geológica**. In. Decifrando a Terra. Companhia Editora Nacional. 2ª edição. São Paulo, 2009.

KÖPPEN, W. ; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LINHARES, Cláudia de A.; SOARES, João V.; BATISTA, Getúlio T.. **Influência do desmatamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do Ji-Paraná**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3097-3105.

MATIAS, L. Q.; NUNES, E. P. **Levantamento florístico da área de proteção ambiental de Jericoacoara, Ceará**. Acta bot. bras. 15(1): 35-43. 2001

MEDEIROS, A. L. S.; BAUMGARTEN, M.G.Z. **Cadernos de Ecologia Aquática**. Revista Eletrônica, 3 (1): 1-22, jan – jul 2008.

MENDONÇA, F. M.; OLIVEIRA, I. M. D. **Climatologia, noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO; INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**. Brasília, 2005.

MIRANDA, Luiz Bruner; CASTRO, Belmiro Mendes; KJERFVE, Björn. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

MIRIRI, Verbete. **Revista do Instituto Arqueológico e Geográfico Pernambucano**. 1862. Página visitada em 29/01/2014.

MOREIRA, Emília de Rodat F. **O espaço natural paraibano**. João Pessoa: Departamento de Geociências UFPB, 2006.

MOREIRA, Emília de Rodat F.; TARGINO, Ivan. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba**. João Pessoa: Universitária, 1996.

NEVES, S. M. **Caracterização geomorfológica e dinâmica costeira da planície de Lucena – litoral norte da Paraíba**. Salvador: Pós – Graduação em Geologia/Instituto de Geociências/ UFBA, 1997.

OLIVEIRA, J. C. C. **Zoneamento ambiental da APA da Barra do Rio Mamanguape e de seu entorno, Estado da Paraíba, Brasil**. 2003. 119 p. Dissertação (Mestrado) – Programa Regional de Pós – graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFPB, João Pessoa.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Les organismes des nations unies et l'eau**. Notes d'informations à l'intention des coordonnateurs residents/représentants residents, des représentants dans les pays et des directeurs de projet associés à diverses organizations. Nova Iorque: ONU, 1982.

PARAÍBA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado – AESA – PB. **Gestão de Recursos Hídricos no Estado da Paraíba**. João Pessoa, 2007, 27p.

PARAÍBA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado - AESA-PB. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH**, 2006. Disponível em: [<http://www.aesa.pb.gov.br/perh/perh.html>] Acesso em 20 de outubro de 2012.

PARAÍBA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado - AESA-PB. **Proposta de Instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, conforme resolução nº1, de 31 de agosto de 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba**. João Pessoa: AESA-PB, 2004, 78p.

PARVIS, M. **Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks**. Photogrammetric Engineering. Falls Church, v.16, p.3, p.387-408, 1950.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH – UFRGS. v.1, n. 1. p. 20 – 36. 2004.

PRITCHARD, D. W. **What is an estuary: physical view point?** In: Lauff G. H (Ed). **Estuaries**. Washington, D. C., American Association for the Advance of Science.1967.

ROCHA, Alexsandra Bezerra da, CLAUDINO-SALES, Vanda Carneiro de, SALES, Marta Celina Linhares In: Revista Eletrônica do Prodem. **Geoambientes, uso e ocupação do espaço no estuário do Rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil**. Fortaleza, v. 7, n.2, p. 60-75, nov. 2011.

SANTOS, Carlos Henrique dos Anjos; LOURENÇO, Jullyermes Araújo; BRAGA NETO, Francisco Hidalecio Ferreira; RIBEIRO COSTA, Omar; IGARASHI, Marco Antônio. **Características dos ecossistemas estuarinos brasileiros e as atividades antrópicas**. Artigo. Página 2. Universidade Federal de Coritiba.

SEABRA, G. F. Paraíba. João Pessoa. Editora da UFPB, 2014. 339p.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DA PARAÍBA; UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. **Atlas Geográfico do Estado da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985.

SILVA, G. J. F. S. **Avaliação espaço-temporal da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Rio Miriri – PB**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 5 de maio de 2011, INPE p.1803.

SILVA, Jorge Chavier; ZAIDAN, Ricardo Tavares (Orgs). **Geoprocessamento e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

STACHETTI, Geraldo. **Gestão Ambiental Territorial na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB)**. Embrapa, 2008. Página visitada em 29/01/2014.

TANCREDO, K. R.; NOBREGA, R. O.; DIAS, T.; LAPA, K. R. **Impactos Ambientais da Carcinicultura Brasileira**. Anais 3º International Workshop – Advances in Cleaner Production. São Paulo, SP, Brasil, Maio de 2011.

TROPPEMAIR, H. **As áreas verdes em sistemas urbanos**. IN: **Biogeografia e Meio Ambiente**. 2ª ed. Rio Claro: Geografia Teórica, 1995.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO, O. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 192 p.

VINATEA, L. A. A.; **Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira – Florianópolis**. Ed. da UFSC, p. 310, 1999.

VON SPERLING, E. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editora do Dep. de Eng. Sanitária UFMG, 1995. 243 p.

WWC – World Water Council: An International Multi- Stakeholder Platform for a Water Secure World. **Worldwatercouncil.org**. Disponível em: [www.worldwatercouncil.org] Acesso em: 5 de agosto de 2007.

WWF – **Relatório Planeta Vivo 2006**. Suíço, 2006.

[HTTP://WWW.IGBP.NET](http://www.igbp.net)

[HTTP://WWW.INPE.BR](http://www.inpe.br)

[HTTP://WWW.MMA.GOV.BR/PORT/CONAMA](http://www.mma.gov.br/port/conama)

[HTTP://WWW.PORTALLUCENA.COM.BR/LUCENA/HISTORIA/](http://www.portallucena.com.br/lucena/historia/)

[HTTP://WWW.WORSTPOLLUTED.ORG/2013](http://www.worstpolluted.org/2013)