



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
UNIDADE ACADÊMICA DE GEOGRAFIA  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

LUCAS ALVES DE FIGUEIREDO

ANÁLISE GEOAMBIENTAL DOS BIOINDICADORES DE DEGRADAÇÃO E AS  
TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO: UM ESTUDO DE CASO

Cajazeiras

2015

LUCAS ALVES DE FIGUEIREDO

ANÁLISE GEOAMBIENTAL DOS BIOINDICADORES DE DEGRADAÇÃO E AS  
TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

Orientador: Prof. Dr. Aloysio Rodrigues de Sousa

Cajazeiras

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)  
Denize Santos Saraiva - Bibliotecária CRB/15-1096  
Cajazeiras - Paraíba

F475a Figueiredo, Lucas Alves de  
Análise Geoambiental dos Bioindicadores de Degradação e as  
Técnicas de Geoprocessamento: Um Estudo de Caso. / Lucas Alves  
de Figueiredo. - Cajazeiras: UFCG, 2015.  
71f. : il.  
Bibliografia.

Orientador (a): Prof. Dr. Aloysio Rodrigues de Sousa.  
Monografia (Graduação) – UFCG.

1. Meio Ambiente Fluvial. 2. Degradação Ambiental. 3. Rio Piranhas  
- Degradação. 4. Bioindicadores. 5. Geoprocessamento. I. Sousa,  
Aloysio Rodrigues de. II. Título.

UFCG/CFP/BS

CDU – 502.51 (282)

LUCAS ALVES DE FIGUEIREDO

ANÁLISE GEOAMBIENTAL DOS BIOINDICADORES DE DEGRADAÇÃO E AS  
TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial  
para a obtenção do título de Licenciado em Geografia pela  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

Cajazeiras, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

BANCA EXAMINADORA

---

Dr. Aloysio Rodrigues de Sousa – Orientador

---

Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão - Examinador

---

Ms. Marcos Assis Pereira de Sousa - Examinador

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

*Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, aos meus pais Maria Alves de Figueiredo e Francisco Alves de Figueiredo que estiveram ao meu lado sempre, assim como a todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por permitir que a realização desse trabalho acontecesse e em todos os momentos ele foi o maior mestre que pude conhecer.

Ao meu orientador o Prof. Dr. Aloysio Rodrigues de Sousa, por suas contribuições acadêmicas concedidas a esta pesquisa.

A minha Mãe, Maria Alves, por investir na minha educação desde o início, o que colaborou significativamente para o sucesso dessa jornada.

A minha mãe Maria Alves, ao meu pai Francisco Alves, a meu irmão Mateus Alves, a minha tia Marilene Alves e a minha filha Maria Antônia, por toda a compreensão e apoio nos momentos mais difíceis.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

Meus agradecimentos aos amigos Fernando Sousa, Wellington Pádua, Flávio Henrique, Jaíza Ferreira, Rita de Cássia, Ilda Estrela, Klêdson Pinheiro, Denize Dantas, Valcilene, Jocélia Quaresma, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

## RESUMO

A degradação ambiental no ambiente fluvial está diretamente associada aos tipos de uso e gestão dos recursos existentes nas bacias hidrográficas. Nesta perspectiva, é imprescindível investigar as condições do meio ambiente, através da realização de uma análise geoambiental da área. O objetivo da presente pesquisa foi investigar a existência da degradação ambiental a partir de bioindicadores em um trecho do rio Piranhas. Para tanto, os materiais e métodos que subsidiaram este estudo foram compartimentados em fases e se realizaram através do levantamento teórico-conceitual, levantamento cartográfico, estudo de campo para reconhecimento geral da área, registro fotográfico e estabelecimento de parâmetros para estabelecer o grau de vulnerabilidade ambiental. A análise dos dados foi realizada com base no georreferenciamento e no método da vetorização dos fenômenos espaciais. Através desse estudo foram identificados os pontos de vulnerabilidade ambiental na bacia de drenagem do rio Piranhas, com a localização das principais fontes de degradação e a indicação das principais consequências das ações e atividades praticadas, que são o excesso de matéria orgânica presente no canal fluvial, desencadeamento de processos erosivos pela retirada da mata ciliar, poluição das águas por esgotos domésticos e, de modo geral, a redução na qualidade e quantidade dos recursos naturais existentes no ecossistema como um todo, sobretudo impactando na capacidade produtiva do mesmo. Conclui-se que as diversas atividades antrópicas praticadas nessa área exercem pressão negativa sobre o meio ambiente e se tornam ainda mais severas pela falta de consciência ambiental da população e a ineficiência do controle e gestão dos recursos naturais pelos órgãos governamentais competentes sendo assim importantes matrizes para a existência dessa problemática.

Palavras-chave: Bioindicadores. Geoprocessamento. Meio Ambiente. Rio Piranhas.

## **ABSTRACT**

The environmental degradation in the river environment is directly associated with the types of use and management of existing resources in watersheds. In this perspective, it is essential to investigate the environmental conditions through the implementation of a geoenvironmental analysis of the area. The aim of this research was to investigate the existence of environmental degradation from biological indicators in a stretch from the Piranhas River. For so much, the materials and methods that supported this study were compartmentalized in phases and took place through theoretical and theoretic - conceptual, cartographic lift, field study for general knowledge of the area, photographic register and establishing parameters for establishing the degree of environmental vulnerability. The data analysis was based on georeferencing and vectorization method of spatial phenomena. Through this study the environmental points of vulnerability have been identified in the Piranhas River drainage basin, with the location of the main sources of degradation and the indication of the main consequences of the actions and practiced activities, which are excess organic matter present in the river channel, triggering erosion by the removal of riparian forest, water pollution by domestic sewage and in general the reduction in the quality and quantity of natural resources existing in the ecosystem as a whole, especially impacting on the capacity of the same. In conclusion that the various human activities practiced in this area exercise negative pressure on the environment and it becomes even more severe through the lack of environmental conscience of the population and the control of inefficiency and management of natural resources by competent governmental bodies are therefore important matrices for the existence of this problem.

**Keywords:** Bioindicators. Geoprocessing. Environment. Piranhas River.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Recuperação de sistemas degradados. ....	28
Figura 2 - Fluxograma da metodologia empregada no trabalho.....	35
Figura 3 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e Seus Componentes – São José de Piranhas – PB. ....	36
Figura 4 - Desmoronamento de encostas provocado pela extração de areia no rio Piranhas, Sítio Lagoa de Dentro, São José de Piranhas-PB. ....	58
Figura 5 - Esmagamento de anfíbios causadas pelo trânsito de veículos pesados que coletam a areia para construção civil. ....	59
Figura 6 - Retirada de areia e o assoreamento do canal fluvial.....	59
Figura 7 - Criação de suínos de forma rudimentar em confinamento e a criação extensiva de gado bovino as margens do rio Piranhas. ....	60
Figura 8 - Abertura de poços dentro do leito do rio para suprir a necessidade de abastecimento/consumo.....	61
Figura 9 - Indícios do surgimento de processos erosivos provocados pela retirada da vegetação. ....	62
Figura 10 - Ausência de tratamento dos efluentes domésticos.....	63
Figura 11 - Adequação do esgotamento domiciliar da Bacia Rio Piranhas-Açu. ....	64

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização geográfica do Município São José de Piranhas. ....	38
Mapa 2 - Pluviometria Anual Média Estado da Paraíba. ....	40
Mapa 3 - Geologia do Estado da Paraíba. ....	43
Mapa 4 - Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu. ....	46
Mapa 5 - Municípios integrantes da Bacia Piranhas-Açu. ....	48
Mapa 6 - Hidrografia do Município de São José de Piranhas-PB. ....	50
Mapa 7 - Vulnerabilidade Ambiental trecho do rio Piranhas/ Riacho dos Patos. ....	57

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Problemas do assoreamento.....	26
Quadro 2 - Algumas possibilidades de inserção da recuperação de áreas degradadas em instrumentos legais municipais.....	29
Quadro 3 - Algumas medidas de recuperação do meio físico em diferentes tipos de áreas degradadas. ....	71

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

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

Art. – Artigo

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BNB – Banco do Nordeste do Brasil

CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto do Estado da Paraíba

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COORD. – Coordenador

CF. – Constituição Federal

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DOU – Diário Oficial da União

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GPS – Global Positioning System

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

MINTER – Ministério do Interior

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PARAIBAN – Banco do Estado da Paraíba

PB – Paraíba

pH – Potencial Hidrogeniônico

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SR – Sensoriamento Remoto

UFMG – Universidade Federal de Campina Grande

UTM – Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.2 OBJETIVOS .....	<b>16</b>
1.2.1. Geral .....	<b>16</b>
1.2.2. Específicos.....	<b>16</b>
<b>2 BASE TEÓRICO-CONCEITUAL</b> .....	<b>17</b>
2.1 MEIO AMBIENTE .....	<b>17</b>
2.2 RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA .....	<b>19</b>
2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS.....	<b>21</b>
2.4 POLUIÇÃO .....	<b>23</b>
2.5 BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	<b>24</b>
2.6 AS GEOTECNOLOGIAS E APLICAÇÕES EM GEOGRAFIA.....	<b>30</b>
2.6.1 Sistemas de Informações Geográficas ( <i>SIG</i> ) e Sensoriamento Remoto ( <i>SR</i> ).....	<b>30</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
<b>4 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL</b> .....	<b>36</b>
4.1 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS .....	<b>37</b>
4.1.2 Localização Geográfica .....	<b>37</b>
4.2.1 Caracterização Climática.....	<b>39</b>
4.2.2 Cobertura Vegetal.....	<b>41</b>
4.2.3 Geologia e Pedologia.....	<b>41</b>
4.2.4 Relevo.....	<b>44</b>
4.2.5 Hidrografia .....	<b>45</b>
<b>5 FONTES DE DEGRADAÇÃO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS NO TRECHO DO RIO PIRANHAS-SÍTIO LAGOA DE DENTRO</b> .....	<b>51</b>
5.2 FONTES DE DEGRADAÇÃO NO ENTORNO DO RIO PIRANHAS: TRECHO DO SÍTIO LAGOA DE DENTRO .....	<b>52</b>
5.2.1 Práticas Agropastoris.....	<b>52</b>
5.2.2 Extração Vegetal.....	<b>53</b>
5.2.3 Extração Mineral .....	<b>54</b>
5.3 BIOINDICADORES DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO RIO PIRANHAS: TRECHO DO SÍTIO LAGOA DE DENTRO.....	<b>56</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>67</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A apropriação dos recursos naturais é indispensável para existência humana desde os primórdios. Sociedades complexas, cada vez mais evidenciam inúmeras variáveis de interferência no consumo desses recursos. Entre estas variáveis e fatores o aumento populacional tem gerado o produto final denominado superpopulações, efetivando uma grande responsabilidade em pressionar a quantidade e a disponibilidade de uma gama dos recursos naturais.

Nesse sentido, as sociedades estão sujeitas a sofrer os impactos tanto de ordem natural como também de ordem humana. O uso e gestão dos recursos hídricos estão inseridos a esses fatores, então, é evidente que a preferência das populações em habitar áreas próximas ao leito de rios justifica-se pela oferta de recursos hídricos e pelas inúmeras vantagens propiciadas as atividades econômicas, abastecimento humano e descarte de esgotos domésticos.

Na atualidade, os debates referentes a essas questões fomentam as pesquisas e os trabalhos científicos voltados para essa temática. Quer seja, no âmbito de escala global ou local, observa-se que a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos estão passando por uma acentuada redução. Há indicações que a principal causa seja a ação humana através de suas atividades produtivas quer sejam: agrícolas, domésticas e industriais.

Essa constatação é substancial para entender a influência das populações no entorno dos canais fluviais e as consequências do uso e ocupação do solo para a sua degradação. O aumento da carga de sedimentos no canal ou ainda o despejo de substâncias nocivas ao meio ambiente consequentemente poderá vir a reduzir a qualidade ambiental, assim, os processos degradantes podem implicar na redução da área de influência do manancial ou ainda no aproveitamento da água.

No caso do Brasil a degradação ambiental, não obstante do cenário global, caminha paralelo à exploração dos recursos naturais disponibilizados no meio ambiente. Estes recursos são indispensáveis para o crescimento econômico, entretanto, é necessário ressaltar que existe uma irregularidade na distribuição em cada região. Isto ocorre a exemplo do semiárido brasileiro, onde os recursos hídricos são bastante limitados, por uma série de fatores, que partem desde a sua localização geográfica passando por clima, relevo, solo e intervenções antrópicas no meio natural.

Tanto no caso do semiárido brasileiro, assim como em outras regiões, os rios possuem papel crucial na vida de inúmeros indivíduos, propiciando o desenvolvimento de atividades produtivas. Vale a pena destacar que na região semiárida a maioria dos rios possui regime

hídrico de caráter temporário, ou seja, durante alguns meses é possível amenizar a escassez hídrica, típica dos períodos de estiagem, através da captação e retenção de água até o próximo período chuvoso.

No entanto, é necessário entender que qualquer intervenção realizada nesse ambiente requer cautela para não impedir a efetividade do escoamento das águas do canal fluvial e também a contribuição desta para a manutenção do fluxo de um rio. Observando, assim, a necessidade de haver condições de drenagem adequadas, sob pena de efeitos prejudiciais ao meio ambiente. Assim, a falta de gestão e controle sobre esse tipo de recurso, além de prejudicar o meio ambiente, expõe o ser humano aos efeitos e mazelas ocasionados por suas próprias ações.

Em escala local, o trecho rio Piranhas, localizado no Município de São José de Piranhas-PB é o canal principal de escoamento das águas e atende a demanda das populações residentes às suas margens, sobretudo, para o abastecimento humano, práticas agrícolas e a extração e comercialização de areia para construção civil.

Essa área apresenta indícios que vêm sofrendo um processo de degradação da qualidade ambiental. Existem bioindicadores da existência de impactos ambientais negativos nesse ambiente fluvial como: a perturbação do fluxo do rio perceptível pelo alargamento de suas margens devido à retirada de areia em alguns pontos, indícios da alteração da qualidade da água ocasionados pela ausência de mata ciliar e a queda de encostas que geram maior carga de sedimentos a serem depositados no canal fluvial, o despejo de esgotos domésticos e a concentração de matéria orgânica gerada pelas práticas agropastoris desenvolvidas na área de influência do rio.

As condições ambientais da área em questão remetem ao agravamento negativo do equilíbrio ambiental. Deste modo, foi possível formular o seguinte questionamento: De que forma a sociedade e a economia local poderiam ser afetadas pelo comprometimento da qualidade ambiental do rio Piranhas?

Apontar essa possível perda da qualidade ambiental depende inicialmente da análise dos bioindicadores existentes na área e também dos resultados das ações quer sejam humanas ou naturais sobre o meio ambiente capazes de gerar alterações no equilíbrio ecológico. Outra possibilidade para compreender os impactos inclui ainda a falta de gestão e controle sobre os recursos naturais, permitindo assim uma exploração desenfreada, característica da sociedade moderna de consumo.

Os impactos ambientais podem ser analisados por diferentes métodos, porém a presente pesquisa emprega o estudo de campo, a coleta e o tratamento de dados

georreferenciados através das geotécnicas, que permitem a utilização de parâmetros para a análise dos impactos ambientais, tornando-se um instrumento poderoso na detecção de passivos ambientais na área objeto de estudo.

A importância da realização dessa pesquisa extrapola a relevância do ecossistema local, pois torna público que este tem sido degradado ao longo dos anos, sobretudo, pelos próprios beneficiários da área em questão. Assim almeja-se que, ao tomar conhecimento pleno das condições em que se encontra o meio ambiente, a população tenha a compreensão dos riscos do uso da água e das principais ações e atividades sobre os solos causadores da degradação hídrica no rio.

Deste modo, a presente pesquisa visa contribuir, sobretudo, para com a ciência no campo de conhecimento da Geografia, buscando entender o meio ambiente através de sua complexidade e da interação entre diversos elementos presentes no espaço geográfico por meio da relação homem-natureza.

A proposta da presente pesquisa é investigar a degradação geoambiental a partir de bioindicadores em um trecho do rio Piranhas localizado no município de São José de Piranhas com a utilização de Sistemas de Informações Geográficas e as ferramentas do Geoprocessamento. É de suma importância para presente pesquisa contribuir na detecção da qualidade ambiental da área em questão e também ampliar as discussões sobre a relação sociedade e natureza para se ter uma base científica sobre o grau de comprometimento da qualidade ambiental na área de estudo e seus impactos sobre o desenvolvimento socioeconômico.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1. Geral

- Investigar a existência da degradação ambiental a partir de bioindicadores em um trecho do Rio Piranhas, localizado no Município de São José de Piranhas-PB.

### 1.2.2. Específicos

- Levantar os tipos de atividades econômicas desenvolvidas nas propriedades rurais como fator importante para o estabelecimento da degradação ambiental;
- Buscar e avaliar impactos ambientais a partir de bioindicadores na área de estudo;
- Identificar a maximização de processos erosivos nas áreas rurais em decorrência das ações antrópicas;
- Analisar o comprometimento da qualidade ambiental na área de estudo através de um SIG;
- Utilizar ferramentas de Geoprocessamento para fornecer subsídios na análise e localização dos impactos ambientais;

## 2 BASE TEÓRICO-CONCEITUAL

O debate referente ao meio ambiente ganhou espaços, cada vez mais significativos, nas pautas de discussões nos âmbitos políticos, econômicos e acadêmicos. De fato, observa-se que nos últimos tempos indícios de alterações, em escala global, afetando direta e indiretamente a biosfera. Essas variáveis não estão limitadas apenas ao quadro natural; a intensificação dos processos, por ação antrópica, consiste na afirmação de poder e domínio através do espaço social (SANTOS, 1978).

A espécie humana dispersa e interage com o meio natural através da relação Sociedade e Natureza, que ao longo dos séculos vem pressionando e explorando esse meio em detrimento do desenvolvimento dos meios de produção no espaço geográfico, onde o avanço técnico científico e informacional impõe o modelo de consumismo fincado pelo modo de produção capitalista (SANTOS; SILVEIRA, 2001).

Esses padrões de consumo vêm degradando a quantidade e a qualidade dos recursos naturais disponíveis, imprescindíveis para a existência da biodiversidade e da espécie humana. Para realização desta pesquisa ressaltamos a importância de conceituar os elementos necessários para o estudo, tais como Meio Ambiente, Relação Sociedade-Natureza, Impactos Ambientais, Poluição, Bacias Hidrográficas e as Geotecnologias e aplicações em Geografia.

### 2.1 MEIO AMBIENTE

A expressão meio ambiente foi utilizada pioneiramente pelo naturalista francês Geoffrey de Saint-Hilaire, na sua obra denominada *Études progressives d'un naturaliste*, em meados do século XIX. A temática meio ambiente é bastante ampla, em suas várias significações o meio ambiente (*milieu ambience*), para Saint-Hilaire (1835, apud SILVA, 2008, p.01), “*milieu* significa o lugar onde um ser vivo está ou se movimenta; *ambience* é o termo utilizado para designar o que rodeia esse ser”. Através dessa conceituação pode-se entender o caráter positivista do autor, visando sintetizar a descrição do objeto de estudo pela adoção de um termo.

O termo meio ambiente está associado a diversas significações dadas por outros campos do conhecimento científico, onde cada ciência buscou aprofundar seus respectivos objetos de estudo.

A geografia enxerga o espaço geográfico como palco dos acontecimentos naturais, humanos e históricos de forma integrada e assim compreende o meio ambiente através de suas

complexidades. Desta forma, entender o meio ambiente inclui a parcela de responsabilidade dos grupos sociais sobre o meio ambiente.

No Brasil o conceito adotado pelas entidades legais encontra-se disposto no art. 3º, I, da Lei nº. 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, diz que meio ambiente é: “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (SILVA, 2008, p. 03). A partir do âmbito legal, observamos a intenção de abarcar um vasto universo de elementos presentes no meio, porém há uma clara sutileza em restringir apenas esse quadro ao meio natural, ou seja, desconsiderando outros aspectos que compõe a complexidade presente no espaço geográfico.

Até o ano de 1981, o conceito adotado pelas entidades oficiais não levava em conta o meio ambiente artificial. A Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988, dispõe de um capítulo destinado exclusivamente ao Meio Ambiente, conforme se denota do Capítulo VI – Do Meio Ambiente (artigo 225), o qual está inserido no Título VII – Da Ordem Social.

Ainda conforme Silva (2008, p. 05), a Constituição Federal de 1988 adotou dois objetos para tutelar no que tange à questão ambiental, “o primeiro com relação à qualidade do Meio Ambiente em todos os seus aspectos e o segundo na saúde, segurança e o bem-estar do cidadão, expresso nos conceitos de vida em todas as suas formas” – prescrito no artigo 3º, inciso I, da Lei nº 6.938/81 e em qualidade de vida (predisposto no artigo 225, *caput*, da CF).

Os aspectos ambientais passam a ser tutelados sob a compreensão do meio natural, artificial, cultural e do trabalho, definindo, o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.

Concretiza-se a intenção de complementar a Lei de Política Nacional do Meio Ambiente com a inserção do meio ambiente artificial, cultural e do trabalho. Porém, apesar de considerar novos elementos nessa concepção não foi possível estabelecer claramente o entendimento dessa complexidade pela indefinição desses objetos.

O meio ambiente segundo a ABNT (1989), “é um dado espaço onde interagem componentes bióticos (fauna e flora), abióticos (água, rocha e ar) e biótico-abiótico (solo)”. E que através da ação humana, caracteriza-se também o componente cultural. A definição supracitada busca a distinção entre os elementos presentes no meio ambiente trazendo para o homem o sentido de elemento a parte do meio natural, caracterizado como componente cultural.

Conforme ressalta Silva, o conceito de meio ambiente pode-se compreender em:

*Meio ambiente natural*, ou físico, constituído pelo solo, a água, o ar atmosférico, a flora; enfim, pela interação dos seres vivos e seu meio, onde se dá a correlação recíproca entre as espécies e as relações destas com o ambiente físico que ocupam; *Meio ambiente artificial*, constituído pelo espaço urbano construído; *Meio ambiente cultural*, integrado pelo patrimônio histórico, artístico, arqueológico, paisagístico, turístico, que, embora artificial, difere do anterior pelo sentido de valor especial que adquiriu ou de que se impregnou (SILVA, 2004, p. 21).

Dessa forma Silva (2004), busca entender o meio ambiente sob uma ótica de maior complexidade, através da interação dos seres vivos com o Meio Ambiente Natural. O espaço urbano construído está inserido dentro desse universo, o Meio Ambiente Artificial. A cultura, sob essa visão, engloba diversos elementos artificiais que adquirem valor especial constituindo o Meio Ambiente Cultural. Dessa forma as contribuições dessa abordagem tornam-se essenciais para o desenvolvimento dessa pesquisa, abrangendo o enfoque da sociedade sobre a natureza e vice-versa.

## 2.2 RELAÇÃO SOCIEDADE-NATUREZA

Recorrendo à teoria Marxista para entender o processo de deterioração do meio ambiente, sobretudo, pelo capitalismo passamos a considerar esse sistema em uma totalidade complexa.

Para efeito de análise Marx (1981 apud DUARTE, 1986, p. 47), contribui através dos seguintes aspectos, “da alienação das coisas onde: o trabalhador é roubado não só na sua vida, mas também no seu objeto de trabalho”. Esse posicionamento reflete quanto mais o trabalhador se apropriar da natureza, mais ela deixará de lhe servir como meio para seu trabalho e para si próprio.

O segundo aspecto refere-se: a alienação de si próprio do trabalhador, onde o trabalho é exterior ao trabalhador não sendo uma satisfação de uma necessidade, contemplando assim um meio de satisfazer necessidades exteriores a ele.

No terceiro ponto de vista a alienação na sociedade capitalista consiste na alienação do gênero. O homem é um ser genérico na medida em que se relaciona a si mesmo como ser universal. A vida genérica configura fisicamente que o homem vive da natureza inorgânica assim como qualquer outro animal, por mais universal que seja o âmbito da natureza na qual ele vive esta será inorgânica (DUARTE, 1986).

Tais aspectos fundamentam num sistema econômico dependente da existência de recursos naturais finitos em sua grande quantidade. A quarta colocação é a alienação dos

outros homens, em que a apropriação do trabalho em usufruto de outros homens, entre trabalhadores e os que não o são. (DUARTE, 1986).

Assim, o Pós-Segunda Grande Guerra foi um importante marco, apontando em diversos casos o descontrole das variáveis ambientais gerando a necessidade em frear a população mundial para equilibrar a produção de alimentos, controlar o uso dos recursos naturais não renováveis, a poluição e manter a produção industrial em ascensão. Esses ideais sugeriam que somente dessa forma seria possível garantir um estado de “equilíbrio global” na economia mundo, podendo garantir um futuro menos comprometedor para a humanidade (DUARTE, 1986).

Os pensadores marxistas reconhecendo a existência de uma crise na relação homem e natureza consideraram importante o movimento ecológico em termos de mobilização popular, porém não ficaram restritos apenas a essas generalidades. O principal ponto de embate foi feito por meio das análises feitas pelos ecologistas que consideravam crises individuais do capitalismo (crise de energia, crise de matérias-primas etc.) num conceito unitário de “crise ecológica”.

A crítica marxista feita aos movimentos ecológicos rebatia a superficialidade em que era tratada a sociedade capitalista, muitas vezes enxergando apenas “fenômenos” sem compreenderem sua “essência”. Mais especificamente essa crítica incisiva foi ao “romantismo” dirigido à ciência e a técnica por seu papel na agressão à natureza em transformação do ser humano em máquina.

Para os autores marxistas a crise ecológica não é responsabilidade do conhecimento técnico e científico, mas sim a apropriação que o capitalismo exerce sobre eles (DUARTE, 1986). Essa relação tem grande significância no pensamento geográfico contemporâneo exercendo um papel relevante nas análises e na compreensão da natureza através de diferentes concepções teórico-epistemológicas.

Com base nas reflexões marxistas a Natureza é um ponto chave para compreender a organização do modo de produção e estruturação capitalista. A partir desse entendimento a propriedade privada sugere apropriar-se da natureza e conseqüentemente do capital e do trabalho. Essa relação é fruto de diversos momentos históricos, onde o Homem apropria-se do meio natural redefine seu uso, produz expropriação de terras, acumula capital, domina a força de trabalho e reproduz a desigualdade social (DUARTE, 1986).

O olhar marxista aponta a história da divisão social e territorial do trabalho, construída a partir das relações humanas em um determinado tempo, mais precisamente o tempo histórico. Em outros termos Marx (1981 apud RODRIGUES, 2014, p.221) define: “a produção

da relação sociedade-natureza pressupõe pensar a um só tempo, o trabalho do homem sobre a natureza e o trabalho dos homens sobre e para usufruto de outros “homens””.

Por meio de suas contribuições Marx possibilita compreender a relação Homem-Natureza como algo complexo, onde as relações humanas devem ser entendidas junto aos demais elementos. Ainda segundo Rodrigues:

[...] homem e natureza constituem elementos indissociáveis, imantes ao engendramento das relações humanas ao longo do modo capitalista de produção. [...] homem e sociedade são a um só tempo, “objeto sensível” e “atividade sensível”, uma vez que o ser social enquanto produtor de ações transforma o real ao produzir relações entre si e com a natureza (RODRIGUES, 2014, p. 221).

Com base nas definições apresentadas, a dinâmica existente entre Sociedade e Natureza evolui à medida que o capital apropria-se da técnica e da ciência, enquanto o meio ambiente sofre suas ações e modifica-se resultando em impactos trazendo diversos efeitos para o mesmo ao qual será discutido a seguir.

### 2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS

As questões referentes à relação sociedade-natureza discutidas anteriormente estão intimamente ligadas ao consumo dos recursos naturais e a transformação do meio ambiente de maneira significativa, provocando os impactos ambientais. Os Impactos Ambientais podem ser compreendidos em diferentes aspectos, levando em conta os fatores capazes de perturbar ou desequilibrar a ordem de um sistema, de acordo com Tommasi (1993, p.19), “[...] impacto ambiental é qualquer fator ou perturbação que tende a desequilibrar o estado de equilíbrio instável em que se encontra um sistema”.

A definição apresentada acima dispõe sobre os impactos ambientais como fatores ou perturbações ao estado de equilíbrio de um dado sistema, ou ainda, aos fatores ou condições de um sistema capaz de mudar a estrutura do mesmo. Por meio desta compreensão, os impactos ambientais são bastante restritivos e estão basicamente atrelados ao que perturba a ordem natural, desconsiderando diversos outros elementos inseridos no Meio Ambiente.

O conceito de impacto ambiental, de acordo com a Resolução do CONAMA nº 001 de 1986 define-se:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II – as atividades sociais e econômicas;
- III – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- IV – a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986 apud CYSNE; AMADOR, 2000, p. 46).

Essa conceituação, no entanto, evidencia claramente que as atividades humanas resultam da entrada e saída de matéria e energia em um sistema. As alterações resultantes desses processos podem ser de ordem direta e indireta e afetam o ambiente com sua degradação. Há uma clara distinção entre o causador dessa degradação, remetendo atribuições as ações antrópicas em si e ao reflexo dessas ações que afetam os recursos naturais.

Para entender a maximização dos impactos ao meio ambiente é preciso compreender o fortalecimento do modo de produção capitalista. Resgatando o que já foi mencionado, isso ocorre no período Pós-Segunda Guerra Mundial com a geração de estímulos e mudanças no cenário mundial, através da modernização tecnológica e a busca por novos mercados. Como resultado, houve aumento na demanda por grandes volumes de recursos naturais que, por sua vez, pressionaram ainda mais a capacidade da recuperação ambiental. Assim, essa forma equivocada de abordagem configurou a relação do Homem com o Meio Ambiente e a consequente exploração desenfreada dos recursos naturais, culminando na moderna sociedade de consumo (PELIZZOLI, 1999; GRÜN, 2002).

A maximização dos impactos ambientais significa ainda a consolidação de um estilo de vida urbano nos moldes do capitalismo, onde o consumo dos recursos naturais rege o favorecimento das sociedades em caráter primordial. Assim de acordo com Franco:

[...] impacto ambiental são processos que perturbam, descaracterizam, destroem características, condições ou processos no ambiente natural; ou que causam modificações nos usos instalados, tradicionais, históricos, do solo e nos modos de vida ou na saúde de segmentos da população humana; ou que modifiquem de forma significativa, opções ambientais (FRANCO, 2001, p.29).

Os impactos ambientais, resultantes da ação antrópica, intensificaram-se com o aumento da demanda por produtos industrializados e ainda pelo seu consumo. A alteração de diversos segmentos exigiu maior quantidade de matérias primas e descartou o que não foi conveniente para o capital. A dinâmica natural passou a apresentar uma maximização de distúrbios indicando alterações da dinâmica pré-existente. Esses impactos puderam ser vistos de ordem diretos ou indiretos, para classificá-los, são levados em consideração o uso e destino do objeto em questão.

Exemplifica-se, como impacto direto, a exploração de recursos minerais, atividade altamente consumidora de recursos naturais não renováveis e, sobretudo, contaminantes e poluidoras. Isto ocorre através do descarte de rejeitos das minerações e também no despejo de efluentes tóxicos, a exemplo do mercúrio para a separação de minerais. Os impactos indiretos podem estar associados à necessidade de consumo, onde o Homem utiliza bens de consumo, quer sejam duráveis ou não duráveis, posteriormente podendo ser descartados no meio ambiente.

É importante então observar a área em questão a fim de identificar o impacto ambiental para classificá-lo corretamente. Para estabelecermos a significância de um impacto, devemos considerar os seguintes aspectos: importância dos atributos ambientais a serem alterados, distribuição das alterações no tempo e no espaço, magnitude das alterações e a confiabilidade das alterações previstas ou medidas (BITAR et al., 1990).

O conceito de degradação ambiental supracitado é essencial para o estabelecimento de parâmetros, tendo em vista a significância de um impacto. As variáveis presentes no Meio Ambiente são classificadas por meio de atributos e graus de importância conforme seu estado de alteração. Ainda com base nesse conceito, existem outros aspectos importantes a ser considerados como: a questão da distribuição espacial e temporal dessas alterações, a magnitude e a confiabilidade das alterações previstas ou medidas pelos parâmetros estabelecidos (BITAR et al., 1990).

Por isso, as discussões sobre os impactos ambientais trazem a tona outros questionamentos, principalmente sobre poluição, conceito que estabelece sobre algo que desarmoniza e traz desconforto. Na sequência será feita uma discussão sobre os conceitos de poluição sobre diferentes pontos de vista.

## 2.4 POLUIÇÃO

O resultado da intensificação das ações humanas no Meio Ambiente culmina no descarte de dejetos, resíduos ou qualquer material capaz de contaminar ou degradar as condições naturais. A poluição ambiental está associada aos aspectos negativos dos impactos ambientais. No âmbito das entidades legais é oficialmente conceituado no Brasil através da Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, Política Nacional do Meio Ambiente, Art.3º, III:

A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que diretamente ou indiretamente: a) Prejudiquem a saúde; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições

estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (LOPES et al., 2014, p. 151).

A poluição ambiental é definida segundo Sánchez (2006, p.464), como “Introdução, no meio ambiente, de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos”. De fato, a poluição tem o Homem como agente ativo em sua produção, porém vale à pena destacar que ele também é um dos principais prejudicados por esse processo, seja direta ou indiretamente, através do consumo dos recursos naturais.

A poluição representa um impacto ambiental negativo ao Meio Ambiente. No meio artificial são produzidas grandes quantidades de resíduos sólidos e efluentes dispersos muitas vezes de maneira inadequada, afetando o meio natural a grandes distâncias de onde é produzido ou gerado. Assim, o efeito:

[...] acarretado pelo procedimento humano de lançar na natureza, resíduos, dejetos ou qualquer outro material que altere as condições naturais do ambiente, contaminando ou deteriorando nossa fonte natural de recursos, do ar, terra ou água, sendo prejudicial ao próprio homem ou a qualquer ser vivo desejável (GRISI, 2000, p.142).

Os reflexos dessas ações serão visíveis através das condições sociais em áreas adjacentes ao leito dos rios. Os impactos mais comuns nos ambientes fluviais são o despejo de resíduos, por exemplo, o esgoto das cidades, ou fertilizantes provenientes das atividades agrícolas, capazes de escoar levando a contaminação até o lençol freático, riachos e rios, causando a transmissão de bactérias fecais, nutrientes ou metais pesados.

É preciso ainda ressaltar que, apesar das ações humanas desempenharem um papel relevante no despejo de substâncias nocivas nos ambientes fluviais, os rios são ambientes naturais dinâmicos, observando, às enchentes decorrentes da média pluviométrica anual.

Para compreender como ocorre a poluição nos ambientes fluviais faz-se necessário as definições sobre bacias hidrográficas e o papel do homem sobre o uso e gestão dos recursos hídricos.

## 2.5 BACIAS HIDROGRÁFICAS

A bacia hidrográfica é o resultado de uma série de interações de ordem natural, onde a água e outros recursos como: materiais de origem, topografia, clima e vegetação atuam desde a sua gênese acompanhando por todo seu processo de modelação. A delimitação de uma bacia hidrográfica pode ser dada por uma área limitada por meio de um divisor de águas, separando a

das bacias adjacentes e servindo de captação natural da água de precipitação através das superfícies vertentes (BRIGANTE; ESPÍNDOLA, 2003).

Nesse sentido, a função do relevo, também pode ser compreendida como agente captador das águas advindas das precipitações pluviométricas por meio das superfícies vertentes. Assim, as redes de drenagem de uma determinada bacia são formadas por cursos d'água que obedecem ao sentido de escoamento para a seção de exutório, ou seja, seu único ponto de saída (TUCCI, 1997).

A análise do ciclo hidrológico em sua fase terrestre engloba a infiltração e o escoamento superficial, sendo assim, as bacias hidrográficas são importantes elementos na compreensão dessas dinâmicas, como também para a maioria das atividades humanas, já que dependendo de sua capacidade, dispõe de uma grande oferta de recursos hídricos.

As atividades humanas desenvolvidas nas áreas de influência das bacias hidrográficas atendem a diversos fins, porém, visam em sua maioria, atender as demandas dos principais centros urbanos. Obviamente, pela disponibilidade de recursos e ainda pela necessidade, os centros urbanos, buscam suprir suas demandas e lançar resíduos, em áreas próximas a rios e lagos, exercendo grande pressão sobre esses sistemas, carregando desde sua origem um grande passivo ambiental (SILVA; AZEVEDO; MATOS, 2006).

A interferência da ação antrópica no canal fluvial afeta não apenas o canal em si, mas uma série de outros fatores, como a morfologia do terreno, vegetação, uso e ocupação do solo e até mesmo o equilíbrio no ciclo hidrológico através do uso irracional dos recursos hídricos.

Qualquer atividade antrópica exercida sobre a superfície terrestre interfere na dinâmica e nas características de um determinado geossistema e, por fluxos de energia, sobre os aspectos de cada elemento particular. Os geossistemas representam a organização espacial e resultam da interação dos componentes físicos da natureza (sistemas), entre eles: clima, topografia, rochas, águas, vegetações e solos, dependendo ou não da presença de todos os componentes (CHRISTOFOLETTI, 1990).

As atividades humanas situadas nas proximidades das bacias hidrográficas afetam diretamente a oferta e qualidade dos recursos hídricos, desta forma é necessário preservar o meio ambiente atentando para a conservação da fauna, flora e mais as encostas, pois estas são indicadoras da degradação ambiental de um rio. A exposição de raízes nas encostas indica a erosão, como também a perturbação do fluxo do rio, uma vez que seu leito e margens regulam a velocidade do fluxo das águas através da fricção. Os solos mais desprotegidos sofrem a maximização das ações erosivas, assim como outros elementos possam vir a prejudicar a qualidade ambiental por meio da intensificação da ordem natural.

O assoreamento é considerado um problema de grande relevância nos ambientes fluviais, assim, a ocorrência desse processo pode indicar a intervenção antrópica no meio natural. No ponto de vista prático, os problemas mais comumente encontrados encontram-se dispostos no (Quadro 1):

Quadro 1 – Problemas do assoreamento

-perda de volume de reservatórios	-redução de profundidade de canais
-produção de cheias	- perda de eficiência de obras hidráulicas
-deterioração da qualidade da água	-alteração e morte da vida aquática

Fonte: BITAR et al. (1995), Adaptado pelo autor (2014).

O assoreamento deve ser entendido como um quadro de desequilíbrio ambiental, que composto de caracteres geomorfológico, pelo fato de estar associado a um conjunto de processos de modelado do relevo; pedológico porque o assoreamento possui relevante papel nos processos erosivos, transformando fisicamente e quimicamente os solos e ainda hidrológico pelo fato de todos os processos alterarem significativamente no comportamento hídrico dos terrenos, sobretudo, nas taxas de escoamento superficial e de infiltração (OLIVEIRA, 1995).

Os aspectos de degradação ocasionados por esse processo advêm da ocupação e degradação dos recursos naturais (solos e águas) intensificadas essencialmente pelas ações antrópicas em solos urbanos e rurais. Essas alterações consistem, sobretudo, pelas atividades de mineração, construção civil, urbanização e agrícola. Os efeitos colaterais provocados pelas atividades consumidoras de recursos ambientais comprometem a qualidade ambiental e o potencial produtivo nas áreas impactadas.

Diante das visões sintetizadas, áreas degradadas decorrem de inúmeras formas de intervenções no meio físico, deste modo é necessário discutir a noção de recuperação voltada para recuperação de áreas degradadas. São diversos os campos do conhecimento que se empenharam em conceituar a recuperação de áreas degradadas, assim como também em suas inúmeras aplicações.

De acordo com a ABNT existe uma distinção entre os conceitos de restauração, recuperação e reabilitação onde:

a) restauração (“*restoration*”): associado à idéia de reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção;

b) recuperação (“*reclamation*”): associado à idéia de que o local alterado seja trabalhado de modo a que as condições ambientais acabem-se situando próximas às condições anteriores à intervenção, ou seja, trata-se de devolver ao local o equilíbrio e a estabilidade dos processos ambientais alia atuantes anteriormente;

c) reabilitação (“*rehabilitation*”): associado à idéia de que o local alterado deverá ser destinado a uma dada forma de uso do solo, de acordo com projeto prévio e em condições compatíveis com a ocupação circunvizinha, ou seja, trata-se de reaproveitar a área para outra finalidade (BOX, 1976 apud ABNT, 1989).

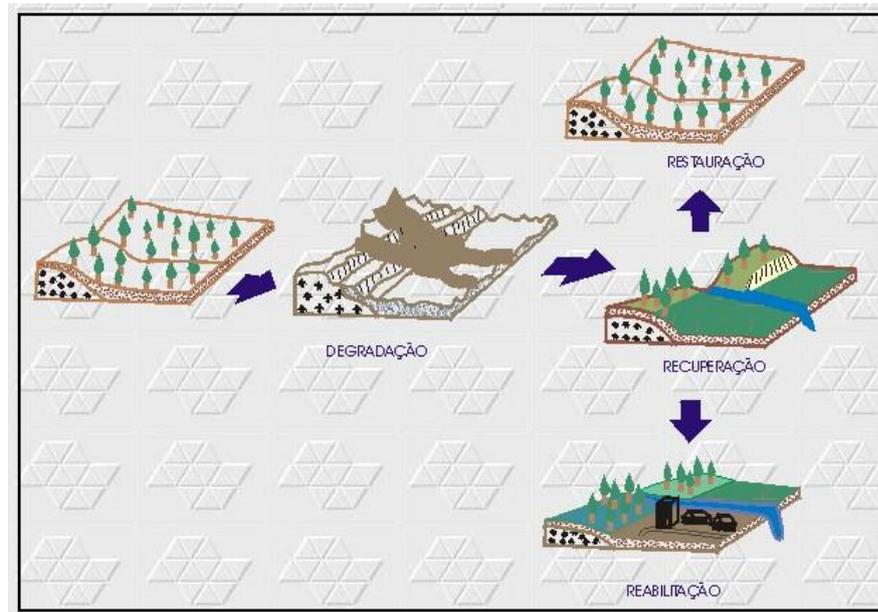
No âmbito legal, o Decreto Federal 97.632/89 atenta para o objetivo da recuperação como sendo o “retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”, deste modo consorciam-se os conceitos de reabilitação ao de recuperação, ampliando sua abrangência, e os tornando mais difundidos.

Existem ainda outros termos utilizados, a exemplo: remediação tem a aplicação voltada para áreas degradadas por contaminação de resíduos, ou seja, nas quais medidas mitigadoras são empregadas por meio de tecnologias ou ações que objetivem eliminar, neutralizar ou transformar os agentes contaminantes presentes nos solos e águas subterrâneas. O termo regeneração é largamente empregado em biociências, de acordo com Bitar; Braga (1995, p.166) é: “próprio das possibilidades naturais que os vegetais apresentam”.

O conceito de recuperação de áreas degradadas é amplo e complexo, contudo, há uma clara visão de que as alterações da dinâmica natural no meio físico são potenciais desencadeadores de degradação do solo. A efetividade técnica da recuperação em áreas degradadas pressupõe necessariamente dois tipos de ações básicas e, em muitos casos, indissociáveis “a correção da degradação, no sentido de estabelecer o equilíbrio dos processos, e a manutenção, de modo a evitar a reativação destes processos e a decorrente anulação das medidas corretivas (Bitar; Braga, 1995, p.166)”. Dessa forma, as propostas de integração das medidas corretivas e de manutenção contribuem para a efetivação da recuperação de áreas degradadas.

Ao analisar de forma ampla, os autores, classificam os sistemas degradados como insustentáveis, sendo que a sua recuperação ou reabilitação os levaria à condição de potencialmente sustentáveis (BITAR; BRAGA, 1995). Conforme ilustra a (Figura 1):

Figura 1 - Recuperação de sistemas degradados.



Fonte: ABNT (1989), Modificado de Bitar e Braga (1995).

A recuperação de áreas degradadas no âmbito jurídico foi prevista inicialmente com base na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei Federal 6938/81), considerando a “recuperação da qualidade ambiental” proposta em seus objetivos. Ainda no aspecto legal foi previsto o princípio da “recuperação de áreas degradadas” (caput e inciso VIII do Artigo 2º, respectivamente) na forma da lei permitiu a instrumentação técnica em complemento à Política Nacional do Meio Ambiente.

Por meio da Constituição Federal de 1988, Parágrafo 2º do Artigo 225, “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”. Posteriormente o Decreto Federal 97632/89 estabeleceu um prazo de 180 dias para a apresentação de um Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD aos empreendimentos mineradores já existentes, ou seja, essa medida estava restrita às atividades ligadas a mineração.

Daí por diante, os Estados da Federação foram incluindo as normas às suas legislações por meio das Secretarias de Meio Ambiente – SEMA’s. Os municípios também incorporaram as normas à sua legislação, de acordo com Cepam (1991 apud BITAR; BRAGA 1995, p.168), “ao analisar a questão da exploração dos recursos naturais, o assunto pode ser previsto nos instrumentos legais de implantação da Política Municipal do Meio Ambiente”. Conforme segue o (Quadro 2):

Quadro 2 - Algumas possibilidades de inserção da recuperação de áreas degradadas em instrumentos legais municipais.

Instrumentos legais	Característica	Possibilidades de inserção de recuperação de áreas degradadas
1. Lei de Plano Diretor	-Instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana	- identificar as áreas degradadas e propor programas de recuperação
2. Lei de Uso e Ocupação do Solo	-Regulamenta a utilização do solo em todo território municipal	-regulamentar a extração de recursos minerais -prever sanções civis e administrativas, tais como a recuperação de áreas degradadas.
3. Lei de parcelamento do Solo Urbano	- Estabelece diretrizes para projetos de parcelamento de glebas urbanas, em conformidade com interesses municipais.	-fixar normas para evitar a degradação de áreas urbanas pela implantação de projetos de parcelamento -vedar o parcelamento de áreas degradadas
4. Código de Obras	-Disciplina as edificações com o fim de garantir condições de higiene, saúde e segurança.	-fixar normas técnicas para edificações destinadas ao armazenamento de produtos capazes de degradar áreas
5. Código de Posturas	-Regula a utilização de espaços públicos ou de uso coletivo	-estabelecer sanções administrativas para os que degradem áreas públicas
6. Código Tributário	-Estabelece a política municipal de tributação	-prever incentivos tributários (isenções, anistia, etc.) para os que recuperem áreas degradadas. -prever a cobrança de contribuição para recuperação de área degradada
7. Legislação Orçamentária	-Estabelece diretrizes orçamentárias, prevendo receitas e fixando as despesas necessárias.	-prever a origem e aplicação de recursos financeiros nos projetos de recuperação de áreas degradadas

Fonte- BITAR 1993 baseado em CEPAM (1991), adaptado pelo autor (2014).

Como visto anteriormente, a legislação do meio ambiente é ampla. Esse conjunto de normas tem dificultado a atuação dos instrumentos legais municipais pelo fato de possuir diferentes legislações. Outro ponto importante a ser destacado é que poucas pessoas conhecem de fato toda a regulamentação oficial, na qual o cidadão possui deveres nos processos de criação e gestão de unidades de conservação.

Para que exista a atuação dos órgãos competentes nas áreas degradadas é direito dos cidadãos denunciar atividades e empreendimentos não licenciados ou que estejam descumprindo as licenças concedidas (SCHULT; EDUARTE; BOHN, 2006). As Secretarias de Meio Ambiente Municipais dentro de suas atribuições devem estar atentas às denúncias e se necessário mobilizar técnicos para realizar diagnósticos das Áreas de Preservação Permanentes e posteriormente apresentar relatórios.

Mobilizar equipes técnicas sem adotar a tecnologia espacial SIG segundo Leal, Todt e Thum (2012, p. 968), faz “despender muito tempo para realizar o trabalho [...] apelar para a prorrogação de prazos perante a justiça por mais de uma vez [...]”.

Esses fatos têm grande relevância para justificar a necessidade de usar as geotecnologias, sobretudo, porque as informações de um SIG são sistematizadas, georreferenciadas e especializadas em imagens. A seguir será discutido a relevância de utilizar as geotecnologias e como fazer suas aplicações em Geografia.

## 2.6 AS GEOTECNOLOGIAS E APLICAÇÕES EM GEOGRAFIA

É de suma importância para este trabalho aplicação das geotecnologias (Sistema de Informações Geográficas – SIG e Sensoriamento Remoto – SR), pois ambos constituem-se num suporte para análise e representação de fenômenos naturais dinâmicos do meio ambiente tais como, clima, geomorfologia, geologia, entre outros (FITZ, 2008; FLORENZANO, 2007).

O uso dessas técnicas e tecnologias permitem diversas análises para produção de informações geográficas. As Geotecnologias, constituídas pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR) são entendidas como um conjunto de tecnologias responsáveis pela coleta, análise, manipulação, confecção e representação de informações geográficas (ROSA, 2005).

A partir da inserção dessas técnicas a coleta de dados e produção cartográfica tornou-se mais rápida, em contraponto tornou-se mais complexa. As Geotecnologias agrupam componentes físicos *hardware*<sup>1</sup> e *software*<sup>2</sup>, que em uso conjunto propiciam poderosas ferramentas para tomada de decisões, planos estratégicos, planejamento urbano, entre outras possibilidades (ROSA, 2005).

### 2.6.1 Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR)

Um SIG é um poderoso aliado ao se trabalhar com unidades de paisagem por meio de feições espaciais/estruturais observáveis e mensuráveis. Assim, permite caracterizar as condições da área de estudo através de seu desenvolvimento e mudança temporal.

Os Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas projetadas para coletar, manipular e apresentar grandes volumes de dados espaciais. Os sistemas de informações geográficas realizam o tratamento de dados computacional e geográfico localizando-as

---

<sup>1</sup> O termo Hardware segundo Rosa (2005) refere-se ao conjunto de equipamentos necessários para que o *software* possa desempenhar as funções descritas, ou seja, é todo componente eletrônico e eletromecânico do computador.

<sup>2</sup> Software refere-se ao conjunto de programas instalados em um computador, cuja finalidade é: coletar, armazenar e analisar dados geográficos, Rosa (2005).

espacialmente. Esse tipo de processamento torna-se possível devido às formas geométricas e de atributos de dados sintetizados em um *software* onde são devidamente georreferenciados em uma projeção cartográfica, a partir de um determinado ponto da superfície terrestre (DAVIS, 2002).

As características espaciais permitem expressar a influência humana sobre a paisagem espelhada através do uso do solo. A alta capacidade de processar dados em um *SIG* permite regular as intervenções e a previsões de efeitos sobre o meio ambiente, servindo para minimizar possíveis prejuízos que venham ocorrer, apoiando à tomada de decisões de planejamento adequadas para o meio ambiente.

Nessa perspectiva os métodos de processamento das informações geográficas a partir de um *software SIG* indicam a adequação dos dados de acordo com os diferentes procedimentos de planejamento. Segundo Lang e Blaschke (2009), o conceito metodológico básico de *SIG* é a utilização de uma chave espacial inequívoca (*spatial key, geocode*), com a ajuda da qual todos os fenômenos geográficos da Terra podem ser relacionados entre si. Esse princípio é vantajoso, pois permite que objetos de diferentes categorias possam ser integrados por uma única chave espacial, e que apenas determinados processos existentes no espaço se tornem aparentes.

Escolher e aplicar métodos de análise espacial depende do modelo de dados a ser utilizado, entre eles dois modelos são essenciais: o modelo vetorial e o modelo *raster*. O primeiro (modelo vetorial) caracteriza-se pelo *geocode* dados temáticos (atributos) e dados de geometria (linhas, polígonos e pontos). Esse modelo associa as formas geométricas (vetores) a uma tabela (dados de atributos), assim ao acessar qualquer objeto espacial cada entidade será associada ao correspondente na tabela de atributos.

A utilização de um modelo vetorial pode ser adequada para representar dados espaciais da superfície claramente delimitáveis por um sistema cartesiano de coordenadas, podemos citar a exemplo: limites administrativos, tipos de solo, estradas e rios. Esses dados vetoriais são construídos a partir de um *software SIG* recebendo o formato (*\*.shp*). Em um “*shapefile*” são agrupados objetos da mesma dimensão espacial (pontos, linhas e polígonos), já os dados de atributos usam o formato database (*\*.dbf*) e podem ser usados em outros programas de cálculo de tabelas, como o *Microsoft Excel*. A confiabilidade e precisão de um arquivo *shapefile* depende da origem de seus dados e conseqüentemente da disponibilidade completa dos dados de geometria (*\*.shp*), dados temáticos (*\*.dbf*) e de um arquivo de associação (*\*.shx*).

O modelo “*raster*” consiste em informações obtidas através de imagens capturadas por sensoriamento remoto. Florenzano (2011, p.07) define Sensoriamento remoto como: “[...] a tecnologia que permite obter imagens - e outros tipos de dados – da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície”. O sensoriamento remoto possui grandes vantagens ao proporcionar a captação e armazenamento de imagens em grandes faixas de terras, permitindo posteriormente o georreferenciamento a partir da adoção de uma projeção cartográfica.

Em um “*raster*” as informações espaciais são apresentadas pela divisão de pequenas células (*pixels*) que formam uma imagem, essas divisões seguem um parâmetro de regularidade e somente em poucas exceções permitem a sua quebra em quadrados mínimos. A utilização do *raster* pode ser vantajosa ao representar fenômenos espaciais de ocorrência contínua. Isso significa que os fenômenos de um dado *raster* podem assumir outros valores no espaço como, por exemplo: altitude do terreno em relação ao nível do mar, valor do pH do solo e a distribuição de substâncias tóxicas.

É preciso destacar que na maioria das vezes os fenômenos contínuos espaciais não podem ser detectados em pequenas escalas de mediações, entretanto, os dados *raster* estabelecem dados amostrais (*samples*) da área. A geração de superfícies dependem da utilização de diversos procedimentos de interpolação, onde o princípio geral da autocorrelação espacial proposto por Câmara (2002), diz que os pontos espacialmente próximos apresentam valores semelhantes.

Existem poucos parâmetros para determinar os aspectos geométricos de um dado raster. O formato *GRID* é um deles e pode ser definido por três parâmetros: o primeiro através das coordenadas de origem (*origin*), segundo pelo tamanho do raster (*resolution, cell size*) e pelo número de colunas e linhas (*cell extent*). Vale a pena ressaltar que existe um valor *NoData* para definir o corte retangular para os setores que não possuem valores, ou seja, para valores situados à esquerda do “0” zero, pois em alguns casos valores nulos podem ter um valor de mediação válido.

O formato designado para os dados de um raster é o geodatabase (base de geodados), um banco de dados em escala construído a partir do *Microsoft Access Format (\*.mdb)*. Essa base de geodados agrupa diferentes tipos de dados como vetores, *raster* e imagens associadas a tabelas e documentos de texto descritores.

Ainda é preciso ressaltar que um dado *raster* é algo essencialmente genérico e que a precisão e confiabilidade de suas informações depende do georreferenciamento e interpretação das geoinformações dentro de um sistema de referência espacial.

Souza (2009), em sua dissertação de mestrado intitulada “A utilização de tecnologias digitais de geoprocessamento na identificação de unidades de paisagem na bacia hidrográfica do rio Igaçu-Sapuí”, aplicou o *SIG* para avaliação dos impactos ambientais existentes no local de estudo, avaliando a ocupação irregular nas áreas de proteção permanentes e os impactos causados pela extração de brita na serra de Madureira, além do crescimento urbano nas áreas de encosta, no município de Nova Iguaçu-RJ. Um dos objetivos específicos dessa proposta foram a elaboração de um diagnóstico físico-ambiental da bacia em estudo para subsidiar no planejamento ambiental, o levantamento de problemas ambientais e socioeconômicos da bacia com a criação de mapas de sensibilidade ambiental e a elaboração de uma matriz de limitações físicas e ambientais, através da análise das unidades de paisagem e dados existentes com o suporte e utilização de um Sistema de Informação Geográfica (*SIG*), explorando suas funcionalidades de análises espaciais.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para que o presente trabalho monográfico fosse desenvolvido, foi necessário compartimentá-lo em, pelo menos, três fases: na primeira foi realizada uma revisão teórico-conceitual acerca dos conceitos de Meio Ambiente, Relação Sociedade-Natureza, Poluição, Bacias Hidrográficas, Impactos Ambientais.

A segunda fase foi dedicada ao levantamento de dados cartográficos, de forma gratuita, junto ao IBGE, AESA, EMBRAPA, CPRM e ANA. Também foi nessa fase que ocorreu a visita de campo para o reconhecimento geral da área em estudo, visando detectar pontos susceptíveis a vulnerabilidade ambiental e posteriormente seu registro fotográfico. Após a detecção dos pontos, foram coletadas as coordenadas (UTM e/ou Lat. Long) através de *GPS*, posteriormente criando um banco de dados geográficos através de planilha (\*.xls) no Excel a partir das informações obtidas em campo.

A terceira fase foi atribuída à confecção de mapas que representam a localização geográfica e a distribuição espacial da vulnerabilidade ambiental na área de estudo. Assim, foram confeccionados ainda mapas referentes à delimitação da bacia hidrográfica, e outro a hidrografia. Além desses foram confeccionados também, mapas do domínio morfoclimático e da distribuição média anual das chuvas do local.

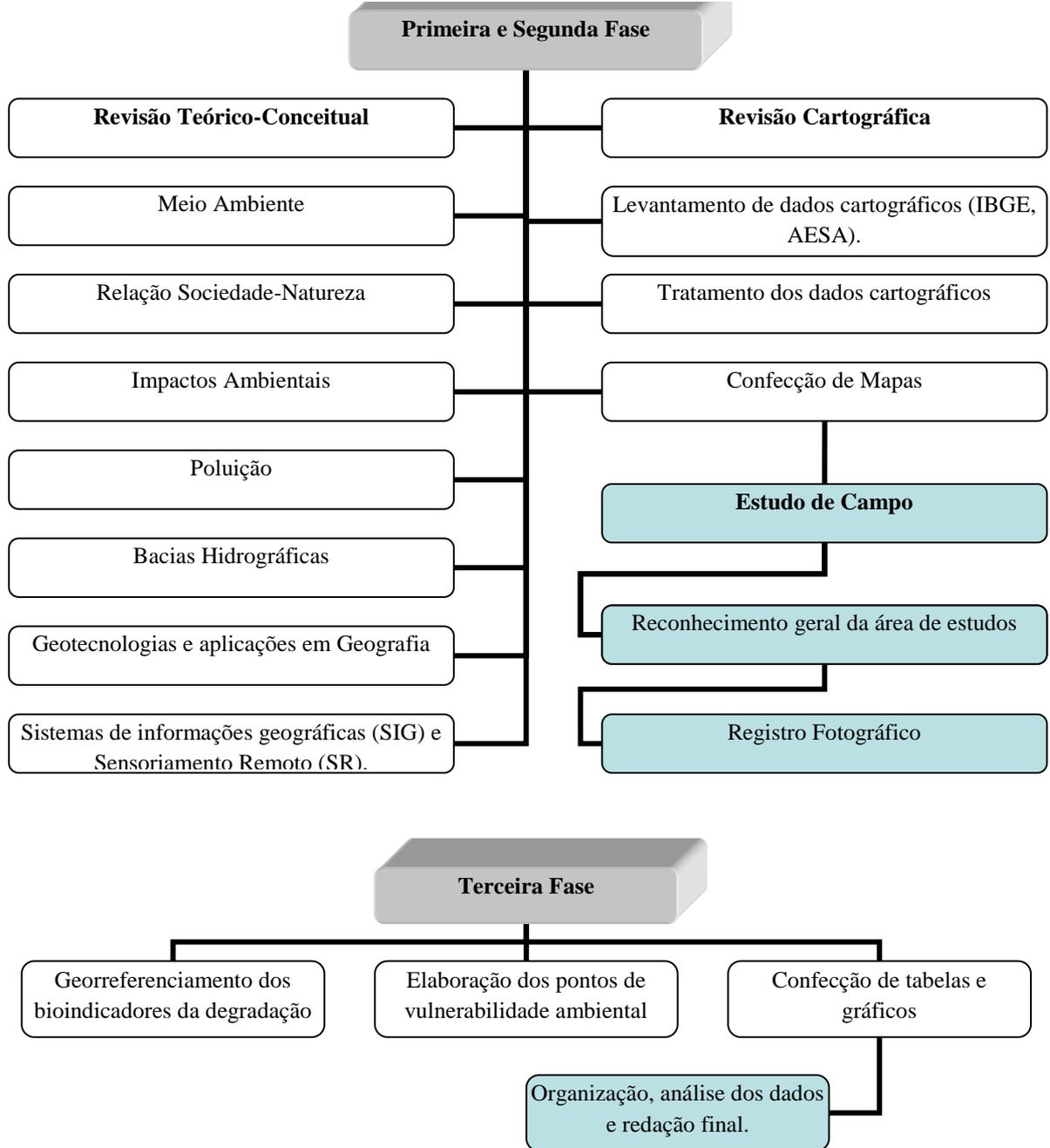
Para a confecção dos mapas, a fase anterior foi indispensável, pois, a partir da planilha (.xls) Excel, foi gerado um *shapefile* (\*.shp) dos pontos de vulnerabilidade ambiental detectados. O software ArcGIS 10.1 foi utilizado para abrir um projeto, através da extensão ArcMap, largamente utilizada em trabalhos técnicos e acadêmicos. A ferramenta utilizada foi a *Layers and Table Views* (caixa de diálogo do *ArcToolbox*), método de vetorização.

Este método é utilizado em mapas temáticos contendo feições poligonais, tais como tipos de solos, vegetação, uso do solo, entre outros. Com base na proposta de Sousa (2009), aplica-se os *SIG's* para avaliar os impactos causados pela extração mineral e a ocupação irregular em Áreas de Proteção Permanentes. A partir da elaboração de um diagnóstico físico-ambiental da bacia em estudo é possível subsidiar o planejamento ambiental através do levantamento de problemas ambientais e socioeconômicos da bacia com a criação de mapas de sensibilidade ambiental com o suporte e utilização de um Sistema de Informação Geográfica (*SIG*), explorando suas funcionalidades de análises espaciais.

O projeto criado no ArcMap foi configurado no Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), pelo sistema de referencial elipsoidal South American Datum 1969, Fuso 24S. Segundo Fitz (2008), essa configuração é importante, pois, permite manter a

padronização cartográfica do mapeamento. Abaixo segue um fluxograma da metodologia empregada no trabalho (Figura 2).

Figura 2 - Fluxograma da metodologia empregada no trabalho.



Fonte: Elaborada pelo Autor, Nov./2015.

#### 4 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL

A área objeto de estudo é constituída por um trecho do Rio Piranhas, localizado na Zona rural do município de São José de Piranhas mais precisamente no Sítio Lagoa de Dentro.

O trecho apresenta indícios de degradação ambiental por parte da ação antrópica, onde um dos aspectos mais significantes refere-se à retirada da mata ciliar para ocupação e construção de domicílios, despejo de esgotos domésticos e descarte de resíduos sólidos, atividades agropastoris, extração vegetal e a retirada de areia para a construção civil.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) em São José de Piranhas é 0,591. Está situado na faixa de 0,5 e 0,599 considerado como Desenvolvimento Humano Baixo. As famílias residentes na área são de maioria com baixo poder aquisitivo e de pouca formação escolar conforme ilustra a (Figura 3).

Figura 3 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e Seus Componentes – São José de Piranhas – PB.

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes - São José de Piranhas - PB			
IDHM e componentes	1991	2000	2010
<b>IDHM Educação</b>	0,097	0,233	0,461
% de 18 anos ou mais com ensino fundamental completo	9,25	15,53	28,05
% de 5 a 6 anos na escola	19,32	71,55	95,87
% de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental ou com fundamental completo	10,87	23,14	79,79
% de 15 a 17 anos com fundamental completo	5,16	15,57	32,95
% de 18 a 20 anos com médio completo	4,10	4,11	27,54
<b>IDHM Longevidade</b>	0,598	0,642	0,755
Esperança de vida ao nascer (em anos)	60,87	63,52	70,31
<b>IDHM Renda</b>	0,395	0,483	0,594
Renda per capita	93,23	161,99	321,53

Fonte: Pnud, Ipea e FJP

Fonte: IPEA.

Nas áreas de influência do canal fluvial a ocupação ocorre de maneira bastante variada, quase sempre, com precárias condições de saneamento localizadas bem próximas ao leito do rio.

Nesta área a prática da agricultura rudimentar é predominante, contudo, é preciso ressaltar que determinadas técnicas empregadas pelos pequenos agricultores carecem instrução técnica. O cultivo de determinadas espécies vegetais podem não estar adequadas ao tipo de solo exigindo quantidades excessivas de insumos agrícolas para correção de suas

limitações, e ainda podendo ser prejudiciais às espécies vegetais, animais e pessoas residentes na área.

Ainda atrelada à agricultura rudimentar está a suinocultura, desenvolvida as margens do rio Piranhas. A proximidade do canal fluvial é um fator importante na captação de recursos hídricos necessários para esse tipo de atividade e ainda permite o fácil escoamento dos fluídos e excrementos eliminados durante o manejo dos suínos.

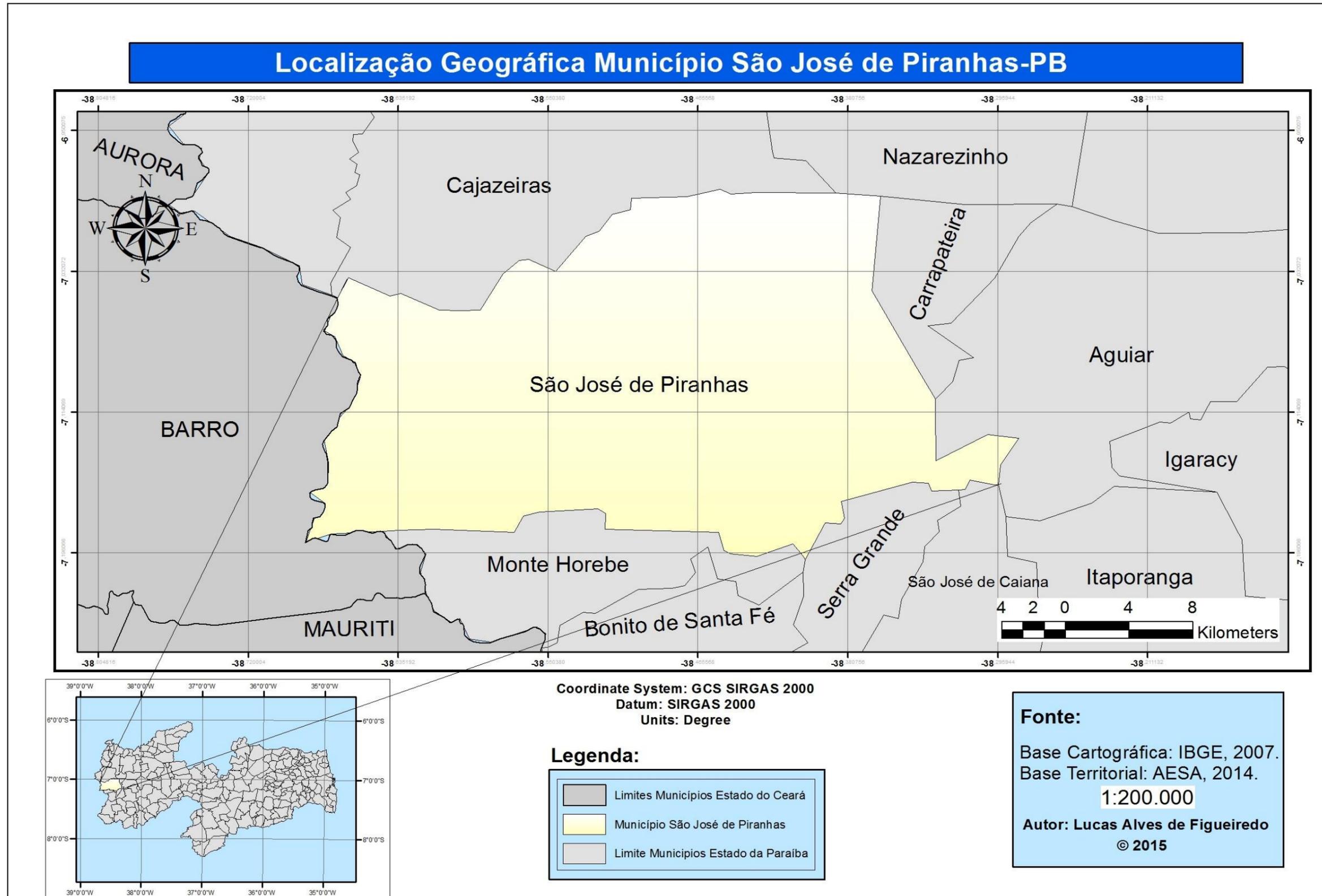
Outro ponto relevante é a extração e comercialização de areia pelos pequenos proprietários de terra visando complementar a renda familiar. É preciso destacar que a extração vegetal, na maioria das vezes, ocorre paralelamente à extração de areia para abertura de vias de acesso ao leito do rio e expansão das áreas de extração mineral. A supressão vegetal atende basicamente a fim de produzir lenha para abastecer pequenos empreendimentos locais.

#### 4.1 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

##### 4.1.2 Localização Geográfica

O município de São José de Piranhas está localizado na Região Nordeste do Brasil, mais precisamente no extremo Oeste do estado da Paraíba. O mesmo faz parte da Messorregião do Sertão Paraibano e da Microrregião de Cajazeiras limitando-se a Leste com os municípios de Carrapateira e Aguiar, ao Sul Monte Horebe, Serra Grande e São José de Caiana, a Norte Cajazeiras, Nazarezinho e Cachoeira dos Índios e a Oeste com Barro no Estado do Ceará. Ocupa uma área de 697,9 km<sup>2</sup>, conforme ilustra o (Mapa 1) a seguir:

Mapa 1 - Localização geográfica do Município São José de Piranhas.



Fonte: Organizado pelo autor (2014).

#### 4.2.1 Caracterização Climática

Em termos climatológicos o município de São José de Piranhas está inserido na região semiárida. Esta região semiárida está situada sob as latitudes sub-equatorial compreendidas entre 2° 45' e 17° 21' Latitude Sul, essa proximidade junto a linha do Equador caracteriza seu clima como quente e seco “*BSh*”, segundo a classificação climática de Köppen (1956).

A continentalidade e os movimentos das massas de ar que contribuem para a caracterização deste tipo de clima e influenciam o meio físico. Conforme ressalta, Ab' Sáber:

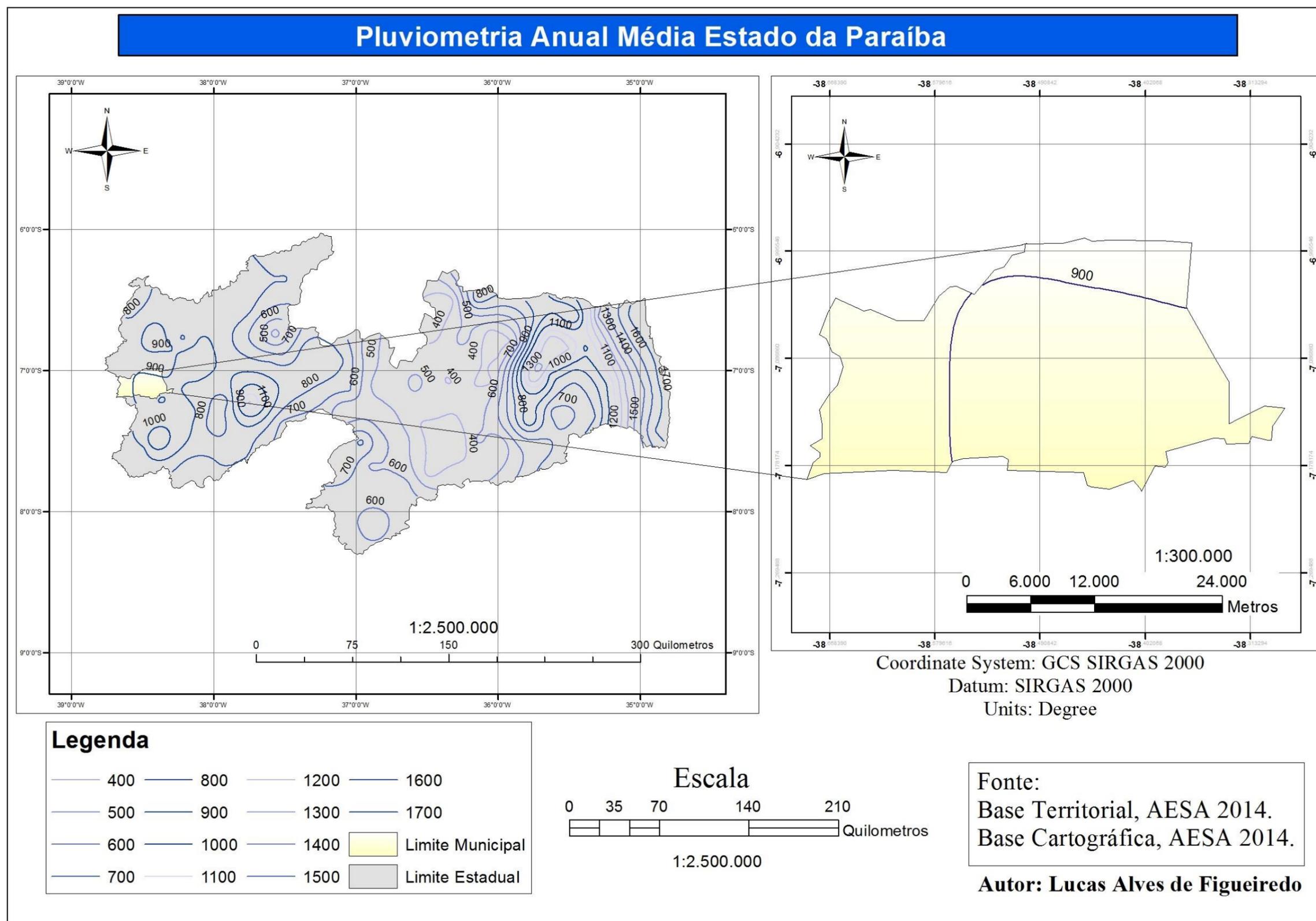
[...] há uma certa importância no fato de a massa de ar EC (equatorial continental) regar as depressões interplanálticas nordestinas. Por outro lado, células de alta pressão atmosférica penetram fundo no espaço dos sertões durante o inverno austral, a partir das condições meteorológicas do Atlântico centro-ocidental. No momento em que a massa de ar tropical atlântica (incluindo a atuação dos ventos alísios) tem baixa condição de penetrar de leste para oeste, beneficia apenas a Zona da Mata, durante o inverno (AB'SÁBER, 2003, p.84).

Segundo Andrade-Lima (1981, p.23) “o domínio da Caatinga está inserido no interior da isoietas de 1000 mm”. A quantidade de precipitações pluviométricas ocorre dentro de um período que varia de novembro a junho intercalando-se pelo menos em três meses, aos quais ainda podem apresentar torrencialidade ou irregularidades na distribuição das chuvas. Pode-se dizer ainda que no geral, as chuvas concentram-se em poucos meses e possuem alta variabilidade anual de precipitações. Ainda de acordo com Andrade-Lima (1981, p.23), “[...]na maior parte desse domínio, chove menos de 750 mm anuais, concentrados e distribuídos irregularmente em três meses consecutivos no período de novembro a junho (verão ou verão-outono)”.

A partir de uma escala de análise mais detalhada é possível observar que dentro da região semiárida encontramos diferentes aspectos, sobretudo, pela influência da altitude no microclima local que de acordo com Andrade-Lima (1981, p.23), “a média anual de temperatura varia pouco, em torno de 26°C, mas diminui nas altitudes acima de 500m das serras e chapadas”.

Conforme sua caracterização climática possui médias anuais de 849,6 mm/ano e mínimas e máximas de 201,3 e 1561,3 mm/ano. Ilustrado a partir do (Mapa 2) a seguir:

Mapa 2 - Pluviometria Anual Média Estado da Paraíba.



Fonte: Organizado pelo autor (2014).

#### 4.2.2 Cobertura Vegetal

A localização geográfica e o clima são fatores determinantes para a formação e caracterização da cobertura vegetal de uma área. Desta forma, a proximidade da região semiárida sob a latitude sub-equatorial resulta na intensificação do processo de evaporação nessa região, que por sua vez é afetada pela alta incidência de raios solares tornando mais intensa a escassez hídrica. Assim, através desse conjunto de fatores há uma limitação dos recursos disponíveis para a vegetação, gerando a necessidade de adaptação das espécies através de mecanismos capazes de reter líquido: os espinhos e a perda de folhas durante a estiagem, características das espécies caducifólias.

De acordo com Alves et al.:

A cobertura vegetal é representada por formações xerófilas - as caatingas – muito diversificadas por razões climáticas, edáficas, topográficas, e antrópicas. Ao lado destas formações dominantes, ocorrem também as florestas dos relevos (florestas perenifólias e sub-perenifólias dos brejos de altitude e encostas expostas aos fluxos úmidos de ar e de florestas semi-decíduas) e as florestas ripárias e os cerrados (ALVES et al., 2009, p.144).

É importante ainda ressaltar que a caatinga apesar de ser afetada pela escassez hídrica apresenta uma significativa variedade de espécies, onde também destacam-se a ocorrência de endemismos em graus acentuados, embora ainda não existam estudos aprofundados em relação a esse bioma. Em suas contribuições Andrade-Lima:

Individualiza a caatinga como uma vegetação arbórea e arbustiva na qual, em todas as espécies, predomina a caducidade das folhas sobre as outras formas de resistência às deficiências hídricas sem excluí-las; mais ou menos rica em cactáceas e bromeliáceas, com um grande número de outras espécies também espinhentas e vários endemismos (ANDRADE-LIMA, 1981 apud ALVES, 2009 p.145).

O município de São José de Piranhas possui diversas variedades de espécies em sua cobertura vegetal, conforme a CPRM (2002, p.03), “A vegetação é de pequeno porte, típica da caatinga xerófila, onde se destaca a presença de cactáceas, arbustos e árvores de pequeno a médio porte”.

#### 4.2.3 Geologia e Pedologia

A região semiárida é caracterizada pela ocorrência de terrenos cristalinos com baixíssima permeabilidade, como também da formação de terrenos sedimentares que

apresentam significativa capacidade de reter água em seu subsolo. De acordo com a ANA (2012), as formações geológicas apresentam características que guardam uma relação direta com as formas de escoamento das águas de uma bacia. O estado da Paraíba possui aproximadamente 89% de seu território situado sobre as rochas pré-cambrianas, porcentagem que é complementada por bacias sedimentares fanerozóicas, rochas vulcânicas cretáceas, coberturas plataformais paleógenas/neógenas e formações superficiais quaternárias (CPRM, 2002).

Na maior parte da Bacia do Rio Piranhas-Açu a formação litológica é cristalina, formada por rochas impermeáveis, com baixa capacidade de armazenamento de água, porém, a Bacia Potiguar e do Rio do Peixe possuem formação sedimentar. O embasamento cristalino é um sistema descontínuo, heterogêneo, de dimensões volumétricas praticamente não avaliáveis, principalmente em relação aos limites da profundidade das fraturas, ainda um desafio às técnicas geofísicas.

O município de São José de Piranhas está representado nas folhas Itaporanga (SB.24Z-C-II), Milagres (SB.24Z-C-I), Cajazeiras (SB.24Z-A-IV) e Souza (SB.24Z-A-V), escala 1:1.200.000, editadas pelo MINTER/SUDENE em 1972 (CPRM, 2002). Conforme (Mapa 3) adiante:



A formação do solo nessas áreas decorre da ação intempérica, sobretudo, pela desagregação mecânica das partículas dos minerais menos resistentes e, de maneira menos significativa pelo intemperismo químico ou decomposição das partículas minerais presentes nas rochas. Estes minerais de acordo com a CPRM (2002, p.03), “são resultantes da desagregação e decomposição das rochas cristalinas do embasamento, sendo em sua maioria do tipo Podizólico Vermelho-Amarelo de composição areno-argilosa, tendo-se localmente latossolos e porções restritas de solos de aluvião”.

A classificação de um solo é obtida por meio da avaliação dos dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos do perfil que o apresenta. A nova Classificação Brasileira de Solos compreende 13 ordens, conforme conceitos da Embrapa.

Com esta classificação os Argissolos são:

Solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou alta conjugada com saturação por bases baixas 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 de Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos (EMBRAPA, 2006).

Os latossolos também encontrados na área em questão são classificados segundo a Embrapa como:

Solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte superficial, exceto hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações do material constitutivo. São virtualmente desprovidos de materiais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e tem a capacidade de troca de cátions da fração argila, inferior a 17cmol/kg de argila sem correção de carbono (EMBRAPA, 2006).

#### 4.2.4 Relevô

O domínio geomorfológico da caatinga apresenta basicamente dois tipos de formações dominantes, os planaltos e as grandes depressões, constituídas por fragmentos de rochas intemperizadas.

A topologia do estado da Paraíba é bastante diversificada em relação a formas, entretanto, o Planalto da Borborema merece maior destaque pela sua área de influência. Em média 650m de altitude podendo atingir os 1000m no pico mais elevado.

Essa formação interage significativamente no comportamento das massas de ar afetando sua passagem em direção ao interior do continente, retendo a umidade do Oceano Atlântico quando alcançam determinada altitude e provocam as chuvas orográficas ou de relevo, beneficiando a parte voltada a barlavento. Alves et al., (2009, p.144) reporta que, “Vertentes a barlavento das serras e chapadas, especialmente das situadas próximas da costa, recebem maior precipitação devido as chuvas de convecção forçada, que causam as chamadas chuvas orográficas ou de relevo”.

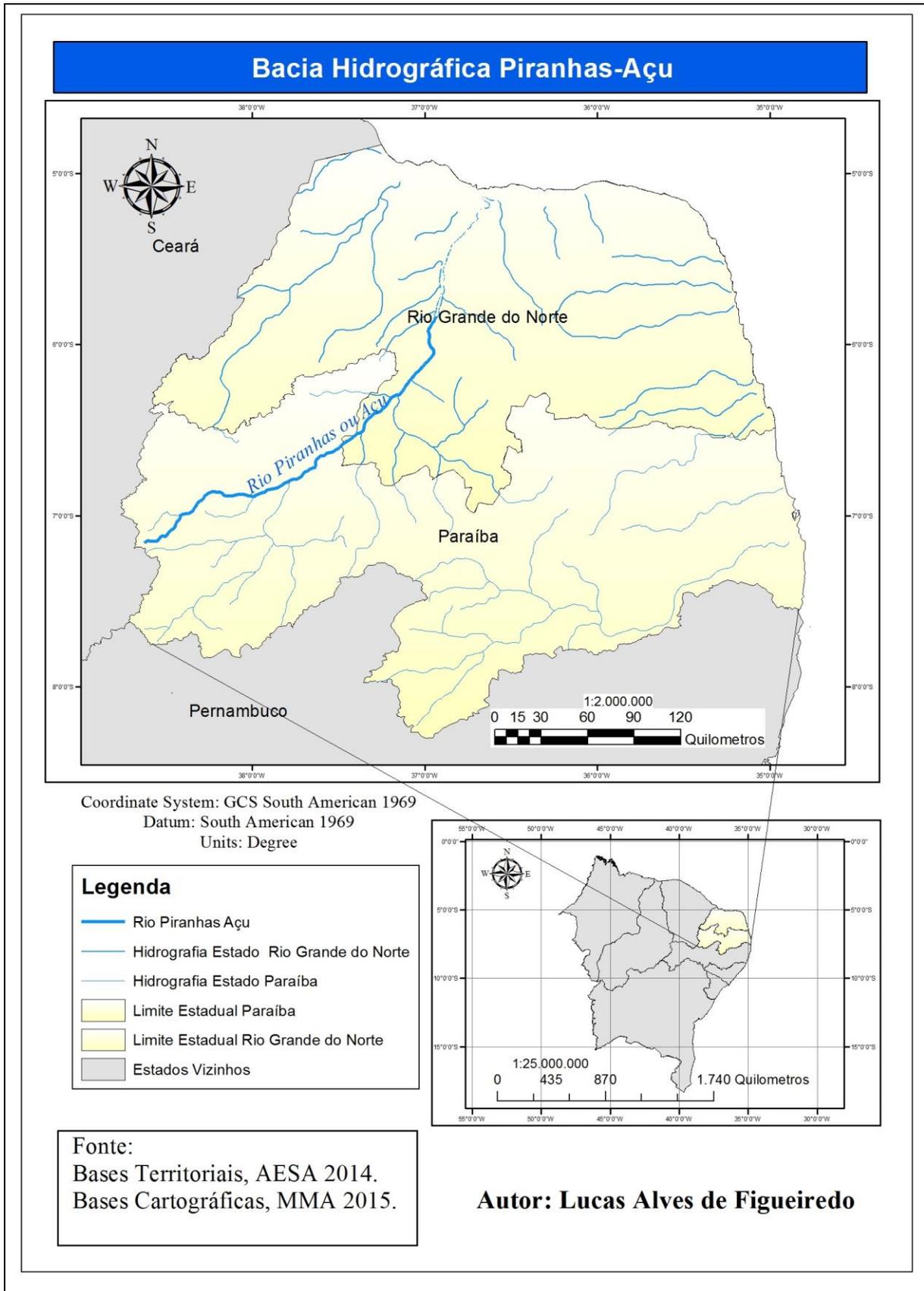
O município de São José de Piranhas está inserido no setor ocidental subúmido e semiárido. Segundo o CPRM (2002, p.04) o relevo deste município acha-se, “[...] incluso na denominada ‘Planície Sertaneja’, a qual constitui um extenso pediplano arrasado, onde localmente se destacam elevações residuais alongadas e alinhadas com o “trend” da estrutura geológica regional”.

#### 4.2.5 Hidrografia

A região semiárida do nordeste brasileiro apresenta uma significativa rede hidrográfica, onde a maioria dos rios que cortam a Caatinga é de grande parte de planalto e intermitente. O fator geológico é crucial para a predileção desse comportamento durante o período de ausência das precipitações pluviométricas. Isso significa dizer que há o desaparecimento da lâmina superficial de água retida no solo através da infiltração em camadas mais profundas, sobretudo, devido à existência de fraturas geológicas CPRM (2002).

A Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu situa-se na região semiárida do Nordeste brasileiro, localizando-se entre as coordenadas geográficas 38° 75’ e 36° 17’ de longitude Oeste e 5° 06’ e 7° 83’ de latitude Sul. Encontra-se parcialmente inserida nos estados da Paraíba (60%) e Rio Grande do Norte (40%), conforme ilustra o (Mapa 4):

Mapa 4 - Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu.



Fonte: Organizado pelo autor (2014).

As bacias hidrográficas sob o domínio geomorfológico da caatinga podem ser divididas em quatro regiões hidrográficas: Maranhão-Piauí, Nordeste Médio-Oriental, São Francisco e bacias do Leste. A bacia do Rio Piranhas-Açu pertence a grande região hidrográfica Nordeste Médio-Oriental, a qual compreende as bacias localizadas entre os rios Paraíba e o São Francisco.

Essa grande região hidrográfica é subdividida em Setentrional ou Oriental. De acordo com Rosa et al.:

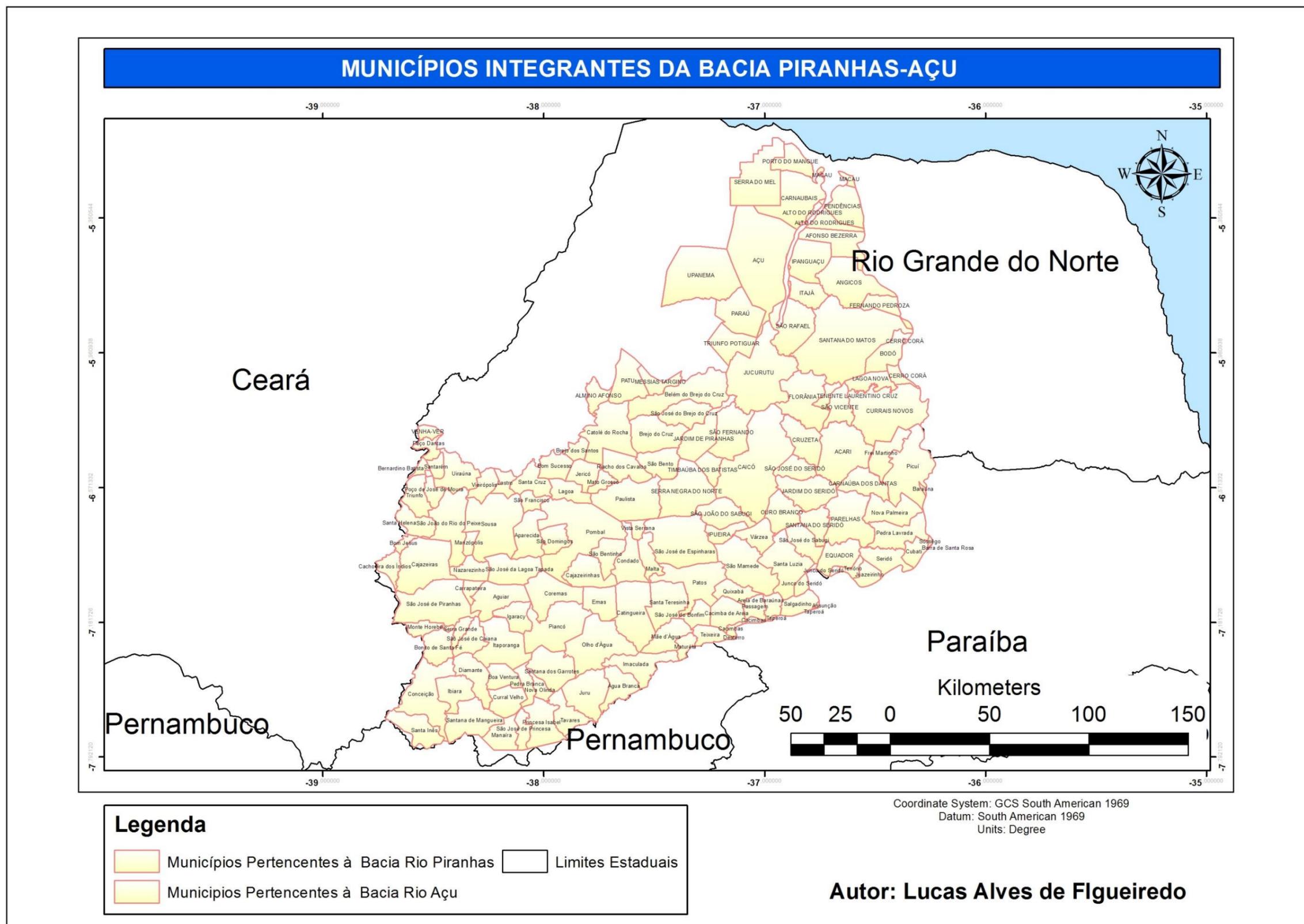
A sub-região Oriental estão as bacias costeiras de pequeno e médio porte, localizadas ao sul do rio Potengi, nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Seus Principais rios são o Potengi, Mamanguape, Paraíba do Norte, Capibaribe, Ipojuca, Una e Camaçari”. A porção Setentrional é composta por bacias costeiras de pequeno porte como as dos rios Coreaú, Choró, Apodi, e bacias de médio porte, como as dos rios Jaguaribe e Piranhas-Açu, drenando a porção leste das serras de Ibiapaba e Grande, porção norte da chapada do Araripe e a porção norte do planalto da Borborema, nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e interior da Paraíba (ROSA et al., 2003, p.142).

As bacias hidrográficas localizadas nessa região sofrem grande influência do regime irregular das chuvas, apresentando a característica de intermitência na maior parte de seu curso à exceção de alguns pontos localizados no baixo curso desses rios ou em áreas úmidas provenientes de nascentes em serras. Os rios Jaguaribe, no Ceará e Piranhas-Açu, nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte são os principais rios desta região. A influência do regime irregular de chuvas sob os rios dessa região provoca a interrupção do escoamento superficial em alguns trechos nos períodos de maior estio, com exceção dos baixos cursos que recebem grande influência da penetração das marés (ROSA et al., 2003).

A Bacia do rio Piranhas – Açu possui 57 cursos d’água de dominialidade federal (cruzam os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte), 13 que possuem trechos federal/estadual e 151 cursos d’água de dominialidade estadual.

De acordo com dados da ANA (2012), a bacia hidrográfica do rio Piranhas – Açu possui 147 municípios, dos quais 47 pertencem ao estado do Rio Grande do Norte e 100, ao estado da Paraíba (Mapa 5). Deste total, 132 municípios têm sua sede dentro dos limites da Bacia.

Mapa 5 - Municípios integrantes da Bacia Piranhas-Açu.



Fonte: Organizado pelo autor (2015).

Ainda com base em dados da ANA (2012), o Rio Piranhas – Açú possui 405 quilômetros de extensão sendo o principal rio desta bacia. Sua nascente se encontra no município de Bonito de Santa Fé, na Paraíba, na fronteira deste Estado com o Ceará.

Em todo estado da Paraíba, a AESA classifica/considera a existência de onze bacias hidrográficas, entre elas: Rio Paraíba, Rio Abiaí, Rio Gramame, Rio Miriri, Rio Mamanguape, Rio Camaratuba, Rio Guaju, Rio Piranhas, Rio Curimataú, Rio Jacu e Rio Trairi. Do total, cinco bacias são de domínio federal (AESAs, 2014).

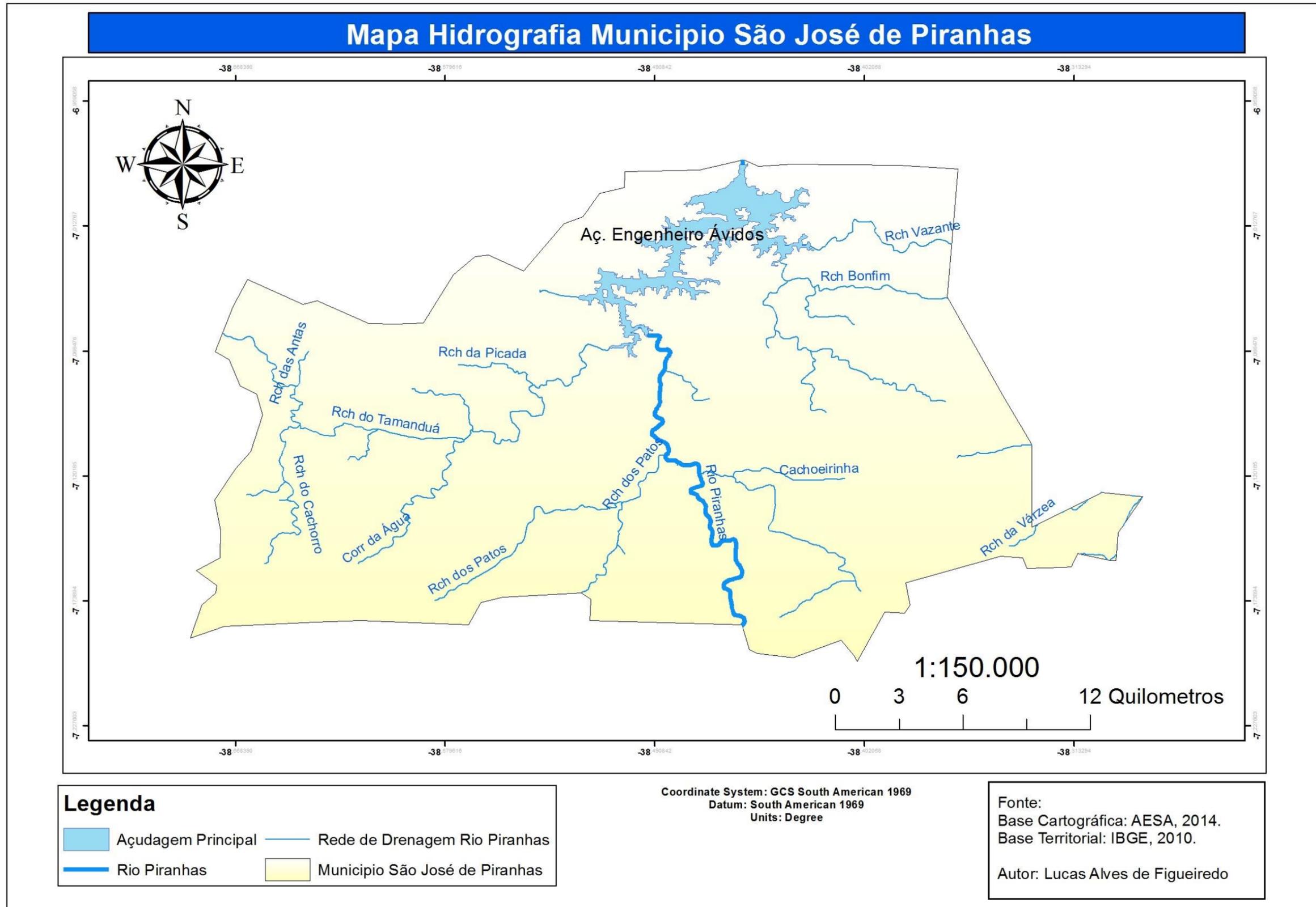
A bacia do rio Piranhas pode ser dividida em quatro sub-bacias (Rio do Peixe, Rio Piancó, Rio Espinharas e Rio Seridó) e duas regiões hidrográficas (Alto Piranhas e Médio Piranhas). De acordo com o CPRM (2002, p.04), “O município de São José de Piranhas encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, parte na região do Alto Piranhas e parte na sub-bacia do Rio Piancó”.

Os riachos e demais cursos d’água que drenam a área, constituem afluentes da denominada Bacia do Rio Piranhas. Entre os principais tributários dessa estão: o Rio Piranhas e os riachos: Bonfim, do Caboclo, Croatá, das Antas, Catingueira, Cachoeira do Pau, do Meio, da Picada, Verde, das Varas, Papagaio, Irapuá, do Tamanduá, da Violeta, dos Patos e da Várzea, além dos córregos: dos Pereiros, Boa Vista, Junco, Jaburu, da Égua e dos Cachorros.

O Rio Piranhas no trecho pertencente ao Estado da Paraíba tem seu maior ponto de acumulação no Complexo Coremas – Mãe D’Água construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, o Açude Engenheiro Ávidos e destaca-se ainda “[...] a construção de expressivas barragens como a de Bom Jesus, utilizada para abastecimento humano, animal e lides agrárias” (CPRM, 2002).

Adiante segue o (Mapa 6) representando a rede de drenagem principal do Município de São José de Piranhas.

Mapa 6 - Hidrografia do Município de São José de Piranhas-PB.



## **5 FONTES DE DEGRADAÇÃO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS NO TRECHO DO RIO PIRANHAS-SÍTIO LAGOA DE DENTRO**

O Rio Piranhas-Açu possui 405 quilômetros de extensão, e corta pelo menos dois estados, considerando-se uma bacia de domínio federal. Sua nascente localiza-se no município de Bonito de Santa Fé, estado da Paraíba, mais precisamente na fronteira deste com o Ceará.

Porção do município de São José de Piranhas é cortado por esse rio, classificado como principal desta bacia. No estado da Paraíba, denomina-se apenas de rio Piranhas por ser o principal canal de drenagem da região e ainda formar um sistema hidrográfico constituído pelos alto e médio curso, através das bacias dos rios do Peixe e Piancó e parte das bacias dos rios Espinharas e Seridó.

A qualidade ambiental na referida área apresenta significativas alterações de caráter negativo, vindo a comprometer a qualidade e quantidade da oferta hídrica para a população local que ao longo dos anos são prejudicados pela falta de planejamento ambiental e pelo uso desenfreado dos recursos naturais.

Como a maioria dos rios do semiárido brasileiro, o regime hídrico do Rio Piranhas é temporário, requerendo assim maior atenção para preservação do meio ambiente, pois evidentemente áreas como essa estão sujeitas a maior vulnerabilidade socioeconômica e ambiental. Outras questões ligadas ao abastecimento humano e irrigação encontram-se potencialmente comprometidas pelas sucessivas barragens, que acabam impedindo o curso natural do rio e substancialmente agravadas pela retirada da vegetação ciliar para o plantio de pastagens, pecuária, remoção da massa vegetal e extração mineral de areia.

Sob os aspectos anteriormente destacados é possível mensurar a importância desse rio para toda uma cadeia produtiva, sobretudo, para manutenção do equilíbrio ecológico no meio natural. As áreas rurais, no entanto estão mais sujeitas aos problemas referentes à escassez hídrica e a falta de controle sobre a quantidade de dejetos orgânicos despejados no canal fluvial, até mesmo pelo fato de que não possui nenhuma estação de tratamento de esgotos.

Em relação às atividades de extração vegetal e mineral, existe na prática a associação de ambas agravando significativamente o comprometimento da qualidade ambiental, demonstrando assim o claro descumprimento da legislação ambiental e a ineficiência de fiscalização para coibir esse tipo de prática ilegal.

Com relação aos afluentes desse rio, é preciso citar a degradação efetivada sobre eles, sobretudo, na questão do despejo de esgotos domésticos vindos da zona urbana que são

incorporados aos sucessivos outros impactos prejudicando ainda mais a qualidade da água para outras populações residentes ao longo do curso do rio.

## 5.2 FONTES DE DEGRADAÇÃO NO ENTORNO DO RIO PIRANHAS: TRECHO DO SÍTIO LAGOA DE DENTRO

O uso do solo possui grande relevância ao considerarmos as atividades desenvolvidas no entorno do rio Piranhas, pois existe o comprometimento de áreas de captação ou ainda das condições da bacia de drenagem. As áreas de captação de um corpo d'água estão sujeitas ao desenvolvimento de atividades que afetam a qualidade hídrica, diretamente relacionada, a modalidade de uso do solo e das condições de sua bacia de drenagem (MARGALEF, 1981).

O processo de apropriação do espaço geográfico pelo homem e a ação antrópica classifica a magnitude dos impactos gerados para o meio ambiente. Nesse trecho do rio Piranhas dentre os principais usos identificados estão à prática agropastoril, extração vegetal e a extração mineral, onde logo à adiante serão abordados considerando os impactos sobre a qualidade ambiental da área.

### 5.2.1 Práticas Agropastoris

Na localidade em questão os grupos familiares utilizam o solo com o intuito da produção para própria subsistência, na maioria dos casos não possuem instrumentação técnica suficiente, porém, possuem certa experiência adquirida pela vivência no campo. A agricultura na modalidade familiar ocorre preferencialmente em pequenas propriedades, onde são cultivadas lavouras temporárias, com ciclo inferior a um ano, abrangendo os cultivos de arroz, feijão, melancia, mandioca, melão, batata-doce, milho, cebola e tomate.

O uso agropecuário da Bacia do Rio Piranhas na região hidrográfica do Alto Piranhas está ligado diretamente ao cultivo de milho consorciado, cana-de-açúcar, a agricultura de subsistência de feijão e as criações extensivas de gado bovino e confinadas de suínos e aves. Com relação à pecuária extensiva, apesar da limitação de recursos para se manter grandes rebanhos, existem propriedades que possuem um número considerável de bovinos convivendo em espaços limitados causando a vulnerabilidade erosiva do solo.

Além disso, é preciso destacar que a pecuária aliada ao superpastoreio é altamente consumidora dos recursos hídricos. Pois, além da dessedentação, é utilizada para higienização e controle térmico (FRAIHA, 2006).

Outro ponto importante refere-se à criação de aves e suínos próximo ao leito do rio, fato esse bastante comum, em que o confinamento em estruturas precárias tende a gerar impactos desde o consumo hídrico, quanto na eliminação dos dejetos produzidos pelos animais que escoam diretamente para o canal fluvial.

A agricultura rudimentar apesar de utilizar insumos agrícolas em pouca quantidade não necessariamente abole seu uso, muito pelo contrário, podem mesmo utilizar proporções concentradas de agrotóxicos, mesmo que em alguns pontos específicos da área provocando riscos à saúde. Isto porque as culturas produzidas no leito do rio principalmente o milho, feijão, frutas, legumes e verduras são integrantes da dieta humana. Deve ser citado, também, que a produção dessas culturas incentiva o desmatamento da área e as queimadas para limpa do terreno. Essas práticas de preparo para o uso agrícola acabam por interferir na dinâmica natural do canal fluvial, causando distúrbios à fauna e flora local.

O caso da suinocultura é impactante pelo despejo de matéria orgânica em excesso dentro do canal fluvial. A oferta de matéria orgânica favorece a reprodução de microorganismos e bactérias decompositoras, tornando essa água imprópria ao abastecimento e consumo por parte de humanos e animais. A significativa redução da quantidade de oxigênio disponível na água, por conta dos processos químicos desencadeados através desses microorganismos, poderão ainda ser exalados odores característicos da liberação de gases fétidos como o Metano acarretando em prejuízos aos moradores da área gerando desconforto olfativo ou problemas de saúde.

### 5.2.2 Extração Vegetal

A supressão da cobertura vegetal atribui-se a diversos fatores, entre eles estão à necessidade de desmatar para a prática agrícola, pastoril, cercamento da propriedade rural e abertura de lotes para a venda. Sobretudo, como combustível para panificadoras, olarias e pequenos empreendimentos locais.

Esse tipo de atividade intensificou-se principalmente nas margens do canal fluvial, principalmente pelo fato de ser bastante rentável a sua venda no mercado local e de fácil aceitação pela demanda de consumo. A grande problemática não está apenas no ato de remover a vegetação do solo e deixá-lo desprotegido, existe ainda a questão do avanço desse desmatamento em direção ao leito do rio, fazendo com que a mata ciliar seja totalmente devastada ocasionando a erosão e o desmoronamento das margens para o fundo do canal

fluvial, provocando o assoreamento e conseqüentemente a diminuição da lâmina de água disponível.

Com o passar dos anos esse solo tende a perder seu potencial produtivo devido à redução da quantidade de matéria orgânica disponível no solo e pelos processos de intemperismo atuantes durante todo o período dos anos subsequentes após o desmatamento. Deve-se enfatizar que a informalidade desse tipo de atividade, e a possível rentabilidade econômica acabam por induzir as famílias a fazer essas práticas de maneira inconsciente e irresponsável do ponto de vista legal.

### 5.2.3 Extração Mineral

A área compreendida pela Bacia do Rio Piranhas-Açu apresenta uma diversidade de recursos minerais, que pontualmente chegam a ter aptidão para exploração econômica, apesar disso poucos contribuem diretamente ou indiretamente para o desenvolvimento para a economia regional. Segundo o MMA (2001), “O Zoneamento Ecológico Econômico do Vale do Piranhas-Açu classifica em seis grupos os diversos tipos de ocorrências minerais na bacia, sendo eles: minerais metálicos, minerais industriais, minerais e rochas para construção civil, minerais de pegmatitos, metais nobres e energéticos”. É preciso destacar ainda que as formas atuais de exploração dessa bacia ocorrem de maneira diversificada, onde o MMA (2001) destaca: “[...] a exploração das argilas, especialmente nas planícies aluviais dos principais rios, intensamente utilizadas na construção civil” (MMA, 2001).

O processo de exploração mineral no Município de São José de Piranhas ocorre na modalidade da retirada de areia do leito do rio, com a finalidade de atender a demanda da construção civil por esses materiais. Essa extração de areia ocorre dos depósitos aluvionares, planícies de inundações e leitos ativos do rio, fato esse responsável pelo comprometimento significativo da qualidade ambiental da área. Os depósitos aluviais distribuem-se ao longo de toda bacia com largura e extensão significativas.

A granulometria do material arenoso é variável, e conforme a ANA (2012), “constituídos predominantemente de níveis de areias quartzosas inconsolidadas, mal selecionadas, de granulação variável, com quantidades subordinadas de feldspatos, micas e outros minerais”. Ainda de acordo com a ANA (2012), “[...] depósitos sedimentares recentes (aluviões), consideram-se como áreas potencialmente favoráveis as coberturas cenozóicas e mesozóicas”. Deste modo são considerados depósitos superficiais eluviais, devido ser proveniente da lixiviação de rochas sedimentares subjacentes.

Esse comércio de areia já é algo bastante comum nessas localidades e essa atividade é perpetuada principalmente pela demanda da construção civil não apenas do próprio município de São José de Piranhas, mais de outras cidades da região. Os principais interessados nesse tipo de comércio são construtores e revendedores de materiais de construção locais, que arrendam ou compram determinados trechos para a exploração deste recurso. Para a coleta e transporte de material arenoso são utilizados veículos pesados que se deslocam com destino as áreas de exploração mineral, as vias de acesso nessa área permitem chegar até a margem do rio.

Em relação aos indícios de degradação ambiental observou-se a intensificação dos processos erosivos pela supressão vegetal praticada com o intuito da abertura de vias de acesso ao canal fluvial. Como consequência da supressão vegetal e da atuação dos processos erosivos, a deposição dos sedimentos junto ao canal fluvial desencadeará o processo de assoreamento. Esses tipos de processos são significativamente nocivos ao meio ambiente, pois resultam na redução da qualidade e disponibilidade do recurso hídrico, além de provocar o aumento da mortandade da vida aquática e outros fatores como o aumento das cheias e a perda de eficiência de obras hidráulicas.

Esse tipo de exploração realizada sem o devido planejamento ambiental poderá vir ainda a comprometer não somente a qualidade ambiental do rio, inclusive porque a compactação do solo ocorrerá acentuada pelo trânsito de máquinas pesadas sobre o terreno fragilizado pela supressão vegetal. Outro agravante do processo de compactação do solo nessa região está ligado ao fato de não haver nenhuma balança para realizar a pesagem desses veículos, a ausência de fiscalização por parte das autoridades competentes estimula a prática do sobrepeso sobre o eixo, tornando esse processo mais danoso.

Esse tipo de extração ainda pode exercer pressão sobre o hábitat de espécies anfíbias e aquáticas da área, contribuindo significativamente para o atropelamento ou esmagamento de alguns indivíduos. Outro ponto deve ser focado, com relação à etapa de separação dos tipos de materiais arenosos, pois, junto com esses podem ser transportados indivíduos como: Sapo-Cururu (*Bufo Marinus*), Musgos (*Vesicularia Dubyana*), Búzios (*Achatina Fulica*) e até mesmo o Cágado (*Phrynops geoffroanus*) misturados com o material arenoso despejado no interior dos veículos basculantes.

### 5.3 BIOINDICADORES DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO RIO PIRANHAS: TRECHO DO SÍTIO LAGOA DE DENTRO

O espaço geográfico visto sob a ótica proposta nessa pesquisa entende que o homem apropria-se dos recursos naturais em detrimento do desenvolvimento de uma sociedade de consumo, permitindo assim a estipulação de padrões a serem alcançados. Conseqüentemente o uso demasiado do solo resultará em uma sobrecarga em seu potencial produtivo, gerando assim futuramente perdas. O uso inadequado do solo associa-se à prática geradora de efeitos adversos devendo assim ser consideradas impróprias para determinados tipos de solo, foram através dessas premissas que se possibilitaram detectá-las na área estudada, e ainda analisar a magnitude desses impactos dispersos pontualmente.

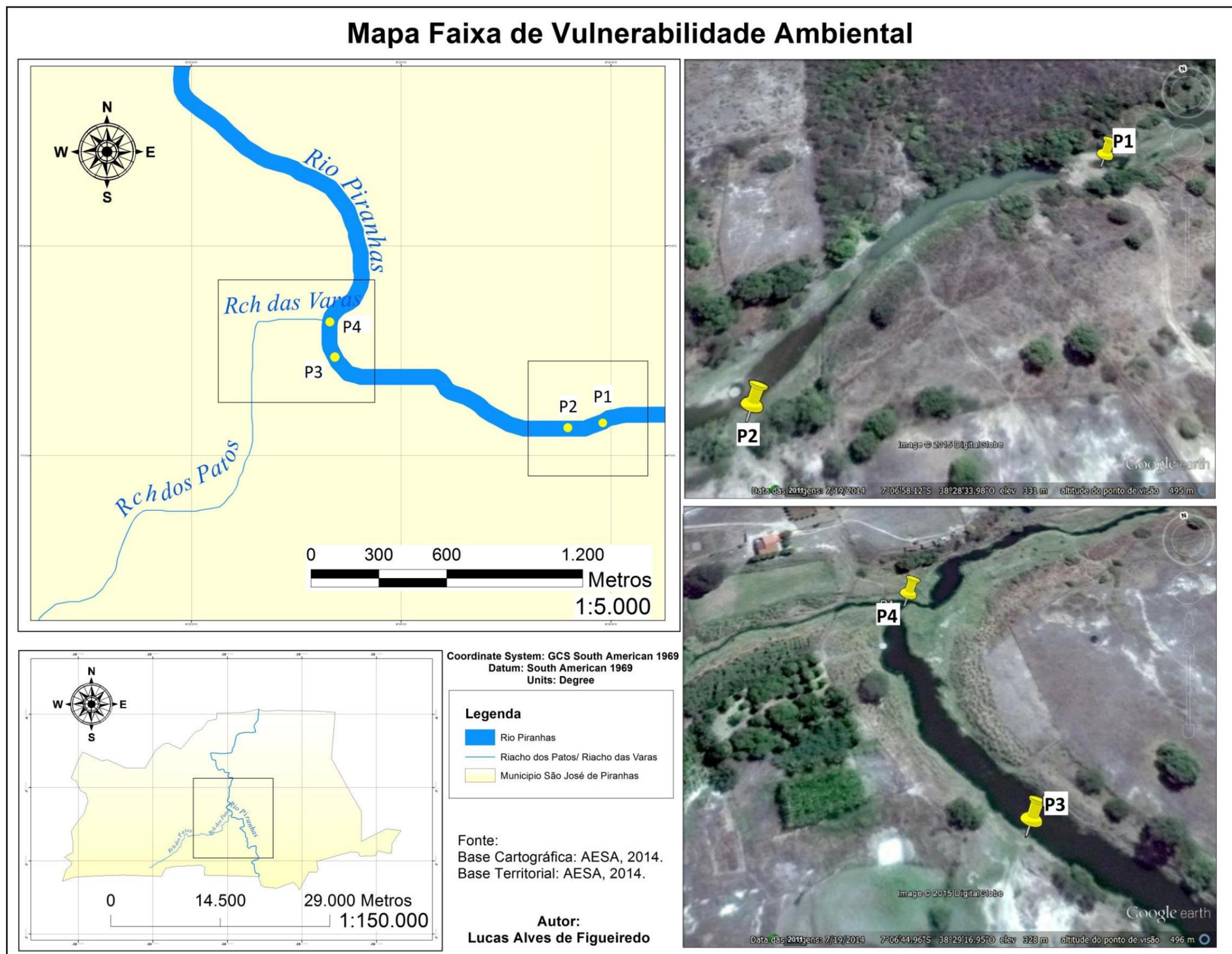
Nessa etapa, os estudos de campo tiveram fundamental importância para a identificação, localização e análise das condições do meio ambiente a partir da observação e registro dos efeitos resultantes da ação antrópica. O roteiro do estudo de campo foi a Zona rural mais precisamente no Sítio Lagoa de Dentro em pelo menos quatro pontos de maior significância.

Os pontos foram observados e visitados durante os meses de Maio de 2013 a Janeiro de 2014 alternadamente entre as estações chuvosas e de estiagem. Todo processo de demarcação, visitação e observação foram preferencialmente no período da manhã. O levantamento bibliográfico, informações dos moradores da área e a utilização de formas de sensoriamento remoto por meio de imagens de satélites e dados provenientes de órgãos governamentais foram indispensáveis durante toda realização da pesquisa. As visitas “*in loco*” possibilitaram a demarcação de pontos aos quais foram realizados com o auxílio de GPS permitindo assim maior precisão com base nas coordenadas geográficas da área.

Com base em Sánchez (2006), pontos podem ser utilizados para delimitar fontes de impactos adversos de maior expressividade, além disso, outros critérios podem ser incrementados como: a pressão antrópica sobre o meio ambiente e a susceptibilidade do meio aos impactos a partir de suas vulnerabilidades.

O estudo de campo para reconhecimento geral da área resultou na identificação das fontes de vulnerabilidade ambiental conforme aponta a representação do (Mapa 7):

Mapa 7 - Vulnerabilidade Ambiental trecho do rio Piranhas/ Riacho dos Patos.



Fonte: Organizado pelo autor (2015).

## P1- Extração de Areia

O ponto um (P1), localizado à Latitude: 7° 6'56.61" Sul e Longitude: 38°28'31.32" Oeste, corresponde a uma propriedade particular no Sítio Lagoa de Dentro a qual realiza a retirada de areia para o comércio voltado para construção civil. Essa área encontra-se impactada pela retirada da mata ciliar, compactação do solo e desmoronamento das encostas representadas na (Figura 4).

Figura 4 - Desmoronamento de encostas provocado pela extração de areia no rio Piranhas, Sítio Lagoa de Dentro, São José de Piranhas-PB.



Fonte: Foto do autor – Março/2015.

Nessa área praticamente toda massa vegetal foi retirada sobrando apenas algumas árvores esparsas e pequenos arbustos. Existem aberturas de trilhas em direção ao leito do rio com o rastro de veículos de grande porte. Como anteriormente citado esses veículos excessivamente pesados compactam o solo intensamente provocando a falta de aeração e consequentemente morte de espécies vegetais ampliando o escoamento superficial. Outro ponto bastante significativo é o esmagamento de pequenos anfíbios, espécies aquáticas e a dispersão desses junto com o material transportado nos caminhões, provocando assim um total desarranjo na cadeia alimentar da biota local conforme ilustra a (Figura 5).

Figura 5 - Esmagamento de anfíbios causadas pelo trânsito de veículos pesados que coletam a areia para construção civil.



Fonte: Fotos do autor – Março/2015.

A lâmina de água nesse ponto também está significativamente comprometida, com a grande quantidade de sedimentos depositados no fundo do canal fluvial há um assoreamento em estágio avançado impedindo assim a passagem do fluxo de água, conforme ilustra a (Figura 6).

Figura 6 - Retirada de areia e o assoreamento do canal fluvial



Fonte: Foto do autor – Março/2015.

Deve-se considerar que o curso natural desse rio ainda se enquadra nas condições de rio temporário. Esse tipo de degradação provoca ainda o desabastecimento hídrico de toda comunidade local, gerando a necessidade de perfurar poços e buscar água cada vez mais distante ou em maior profundidade gerando custos inacessíveis para parcela da população residente na área.

#### P2- Criação de Suínos e Bovinos

No ponto dois (P2), Latitude – 7° 6'59.54"Sul e Longitude - 38°28'36.62" Oeste, estão localizados pequenos criadouros de suínos confinados e o gado bovino criado extensivamente as margens do Rio Piranhas representadas pela (Figura 7).

Figura 7 - Criação de suínos de forma rudimentar em confinamento e a criação extensiva de gado bovino as margens do rio Piranhas.



Fonte: Foto do autor – Março/2015.

Esses empreendimentos comprometem significamente a qualidade da água na área, pois não há um controle efetivo do despejo de matéria orgânica no canal fluvial de onde os próprios moradores retiram a água de que necessitam para realizar as tarefas rurais e ainda o próprio abastecimento humano. Assim, em determinadas épocas do ano a estação chuvosa carrega maiores volumes de matéria orgânica em direção ao canal fluvial e nas estiagens apesar desse volume diminuir a evaporação provoca a perda de grande parte dos recursos hídricos resultando em uma grande concentração de matéria orgânica na água, mantendo assim o comprometimento da qualidade desse recurso.

Outro efeito perceptível é que a extração de areia à montante acarreta na baixa vazão no canal fluvial e provoca a recarga precoce do lençol freático, obrigando a abertura de poços no leito do rio para suprir as necessidades de abastecimento e consumo conforme mostra a (Figura 8) a seguir:

Figura 8 - Abertura de poços dentro do leito do rio para suprir a necessidade de abastecimento/consumo.



Fonte: Foto do autor – Março/2015.

### P3- Desmatamento para abertura de Loteamento

O ponto (P3), Latitude: 7° 6'46.61" Sul e Longitude: 38°29'16.34" Oeste compreende a localização de um empreendimento imobiliário, trata-se de um loteamento para venda de terrenos já próximo à Zona Urbana em que foram retiradas significativas porções de massa vegetal destinadas para os fins de cercamento e queima de biomassa, deixando o terreno totalmente exposto ao processos erosivos.

Apesar de não estar muito próximo ao rio este empreendimento fica entre o rio Piranhas e o Riacho dos Patos um de seus afluentes com maior comprometimento da

qualidade ambiental. O baixo potencial para habitação e comércio na área deve-se à proximidade de uma área periférica e do canal de escoamento do Riacho dos Patos utilizado para o despejo de todo o esgoto doméstico da cidade de São José de Piranhas sem o devido tratamento adequado dos efluentes domésticos. A problemática da área está ligada à retirada da massa vegetal e ao desencadeamento de processos erosivos no terreno conforme mostra a (Figura 9).

Figura 9 - Indícios do surgimento de processos erosivos provocados pela retirada da vegetação.



Fonte: Foto do autor – Março/2015.

Essa área constitui-se ainda como potencialmente vulnerável a contaminação do lençol freático pelo esgoto e da proliferação de doenças causadas por vetores de transmissão que circundam a área em questão, causando assim a baixa especulação do terreno e o abandono da área.

#### P4- Efluentes Domésticos

O ponto (P4), Latitude: 7° 6'42.67" Sul e Longitude : 38°29'17.28" Oeste representa a falta de saneamento básico que é um problema ambiental que aflige praticamente todos os países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, que por falta de políticas públicas eficazes contribuem significativamente para um agravamento nas condições de degradação do meio ambiente. Entre as práticas mais comuns estão o descarte de esgoto doméstico junto ao canal fluvial, diretamente no solo ou em fossas improvisadas sem a devida impermeabilização.

Na área rural esse tipo de efeito adverso costuma ocorrer de forma mais pontual, devido à quantidade de moradias apresentarem maiores intervalos em relação à área urbana. Porém, a comunidade local tende a depender exclusivamente do recurso hídrico do rio para realização de suas atividades como: as práticas agropastoris, abastecimento humano e de atividades econômicas secundárias. Desta forma ficam vulneráveis a diversos prejuízos, quer sejam pela falta de saneamento ou pelas outras formas citadas anteriormente, principalmente pelo fato de não possuírem nenhum sistema alternativo de abastecimento e a ausência de um tratamento adequado dessa água para o consumo humano, fato esse representado na (Figura 10) a seguir:

Figura 10 - Ausência de tratamento dos efluentes domésticos.



Fonte: Foto do Autor – Março/2015.

Por outro lado, na área urbana o uso do solo e o consumo dos recursos hídricos são bastante diferenciados. A zona urbana possui outra forma de abastecimento que se dá pelo açude governador Wilson Braga, possuindo assim o tratamento, distribuição e o esgotamento sanitário conforme aponta a (Figura 11).

Figura 11 - Adequação do esgotamento domiciliar da Bacia Rio Piranhas-Açu.

UPH	Total na Bacia				Urbana				Rural			
	Total	Adequada	Semi-adequada	Inadequada	Total	Adequada	Semi-adequada	Inadequada	Total	Adequada	Semi-adequada	Inadequada
Seridó	85.788	44.914	38.108	2.767	67.413	44.575	22.764	74	18.375	339	15.344	2.692
Peixe	56.143	19.102	33.859	3.182	36.013	18.637	17.309	66	20.130	465	16.550	3.116
Médio Piranhas Paraibano	26.329	7.822	16.374	2.132	16.468	7.793	8.654	22	9.861	29	7.720	2.111
Espinharas	42.999	22.835	18.375	1.784	34.939	22.618	12.270	50	8.060	217	6.104	1.734
Alto Piranhas	18.387	4.683	11.674	2.031	8.809	4.526	4.268	15	9.578	156	7.406	2.016
Piancó	68.639	18.821	43.921	5.897	42.654	18.639	23.917	97	25.986	183	20.005	5.801
Bacia do Piranhas-Açu	359.029	133.445	205.160	20.421	242.445	131.334	110.693	414	116.584	2.112	94.468	20.007

Nota: Os dados são da Amostra

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2010

Fonte: IBGE, 2010.

Embora, saneado alguns bairros e outros não, o destino final desses efluentes acabam sendo bastante parecidos no final do processo, pois escoam em direção ao Riacho dos Patos que contribui diretamente para o canal fluvial do Rio Piranhas.

Além dos prejuízos ambientais na área de despejo, existe toda uma problemática em relação ao consumo dessa água, é preciso ressaltar que existe a criação de bovinos nessas áreas de modo extensivo e dessa forma são afetados os consumidores dos derivados desses rebanhos, ou seja, as condições sanitárias das populações residentes nas áreas periféricas estarão cada vez mais comprometidas através da oferta de alimentação imprópria na mesa de inúmeras famílias.

## 6 CONCLUSÃO

É certo que o uso demasiado dos recursos naturais provoca graves danos ao meio ambiente. A degradação ambiental detectada no trecho do rio Piranhas que corta o sítio Lagoa de Dentro é o reflexo do que acontece em diversos outros pontos ao longo do curso desse rio, assim, é evidente que o desenvolvimento das atividades humanas visa à possibilidade de obter vantagens financeiras com a exploração dos recursos naturais sem que haja qualquer preocupação com o planejamento ambiental.

Os pontos impactados comprovam a ineficiência no gerenciamento e controle dos recursos naturais existentes na bacia rio Piranhas pelo poder público e órgãos competentes. É possível também afirmar que há a decadência na relação sociedade-natureza e esta tem sido esfacelada pela falta de esforços técnicos e humanos em equilibrar a demanda e o consumo pela capacidade produtiva do meio ambiente.

A interferência humana sobre a dinâmica natural especificamente nessa área tem gerado resultados de perda de potencial hídrico e o estabelecimento de processos erosivos mais intensos comprovados pela necessidade em perfurar poços no canal fluvial devido à recarga precoce do lençol freático, a queda de encostas pela retirada de mata ciliar e desmoronamento de barreiras pela retirada de areia para comercialização.

Os objetivos desse trabalho puderam ser alcançados com sucesso pelo fato do estabelecimento de bioindicadores que passaram a ser vistos como parâmetros existentes dessas relações. O desenvolvimento da pesquisa através da sistematização dos dados por meio das ferramentas de Geoprocessamento permitiu durante todo processo a investigação e materialização das observações colhidas em campo. A coleta de dados através de sistemas de informações geográficas e a análise realizaram-se de forma precisa com base nos sistemas de Georreferenciamento sem gerar grandes deslocamentos a campo ou gastos onerosos com análises químicas de água e solos garantindo confiabilidade as informações obtidas.

Foi de suma importância para este trabalho atingir seus objetivos, pois assim, abrem-se novas dimensões do grau dos impactos existentes na área em questão, subsidiando uma proposta para que futuros estudos possam ser realizados e também para que se apresentem propostas viáveis para recuperação das áreas degradadas. Essa necessidade tem sido cada vez mais evidente e importante para a manutenção da biodiversidade e da economia local.

A recuperação de áreas degradadas é uma alternativa viável para esses problemas, devendo ser pensada em função do tipo de atividade praticada. A valorização de áreas rurais seja por especulação imobiliária ou produtiva permitem o avanço de processos naturais no

meio físico intensificados pela ação humana. Entre elas estão a erosão pela desnudação do solo, a sedimentação e os escorregamentos de encostas pela retirada da mata ciliar.

Deste modo, adequar o solo a novos usos significa corrigir as alterações feitas e reverter o quadro de degradação da área. São utilizados indicadores que permitam detectar o grau ou estágio de degradação e ainda a quantidade de esforços técnicos e econômicos que deverão ser usados nos trabalhos de recuperação.

As atividades e problemas que exigem aplicar técnicas para recuperação de áreas degradadas contemplam a mineração, deposição de resíduos, ocupação de encostas, boçorocas urbanas e rurais, agricultura irrigada, cursos e corpos d'água assoreados.

Portanto, é indispensável o emprego de técnicas de recuperação nesse trecho do rio Piranhas, pois na atualidade não existe nenhuma ação de revegetação das áreas degradadas, sobretudo, nos pontos de minerações de areia. É de grande importância para qualquer atividade consumidora de recursos naturais detectarem previamente os processos atuantes no meio físico, entendendo os mecanismos reagentes de seu funcionamento, propiciando a aplicação de medidas necessárias à contenção chamadas tecnologias de estabilização que podem ser vistas na (Tabela 3) em anexo a este trabalho.

Por fim, é de suma importância para toda a população da área em questão a conscientização sobre as reais condições em que se encontra o meio ambiente, da necessidade em se preservar o ecossistema local na qual toda economia está apoiada e assim não sofrer duras penas por meio dos impactos negativos mais severos futuramente.

Diante do exposto, conclui-se que a conservação do meio ambiente depende inicialmente do nível de conscientização ambiental da sociedade, da efetividade das políticas públicas e das ações de contenção dos impactos ambientais voltadas para o desenvolvimento da economia sem deixar de atender necessariamente as exigências impostas pela sociedade no consumo e exploração dos recursos naturais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz N. Caatingas: O Domínio dos Sertões Secos. In: \_\_\_\_\_. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 1. ed. São Paulo: Atêlie Editorial, 2003. p-83-100.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu**. Brasília: ANA, 2014. Disponível em: <<http://www.piranhasacu.ana.gov.br/produtos/sinteseDiagnostico.pdf>>. Acesso em: 15 de jul. 2015.

\_\_\_\_\_. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piranhas-Açu. **Diagnóstico da Bacia do Rio Piranhas-Açu**. Relatório Parcial (RP-03). Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <[http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/.../RP03\\_Dagnostico\\_Bacia\\_Piranhas-Acu.pdf](http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/.../RP03_Dagnostico_Bacia_Piranhas-Acu.pdf)>. Acesso em: 10 de ago. 2015.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecográfica. **Revista Caminhos de Geografia**, Mossoró, v. 9, p. 143-155, 2008.

ANDRADE-LIMA, D. A. The caatinga dominium. **Rev. Bras. Bot.** Rio de Janeiro, v.4, n.1, p. 149-153, 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10703:1989 - Degradação do solo: terminologia**. São Paulo, 1989.

BITAR, O.Y. (Org.). 1995. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – Instituto de Pesquisa Tecnológica, Divisão de Geologia. 247p.

\_\_\_\_\_; FORNASARI FILHO, N.; VASCONCELOS, M.M.T. Considerações básicas para a abordagem do meio físico em estudos de impacto ambiental. In: BITAR, O.Y. (Coord.). **O meio físico em estudos de impacto ambiental. Publicação Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)**, São Paulo, boletim 56, cap.03, p.09-13, 1990.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm)>. Acesso em: 01 set. 2014.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

\_\_\_\_\_. Decreto no 97.632, de 10 de Abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 abr. 1989.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providencias. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 set.1981.

BRIGANTE, J. e ESPÍNDOLA, E. L. G. **Limnologia fluvial: um estudo do Rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: Rima, 2003.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. O canal fluvial. In: \_\_\_\_\_. **Geomorfologia Fluvial**. 1. ed. v. 1. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CRISTOFOLETTI, A. A aplicação da abordagem em sistema na Geografia Física. **Revista Brasileira de Geografia**. IBGE, v, 52, n 2, p. 21-35, 1990.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Caracterização geológica**. AESA, 2002. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio\\_final/Capitulo%202/pdf/2.8%20%20CaracGeologica.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio_final/Capitulo%202/pdf/2.8%20%20CaracGeologica.pdf)> Acesso em: 15 de jun. de 2014.

CÂMARA, Gilberto et al. **Análise espacial de dados geográficos**. 2 ed. v. 2, 2002.

CYSNE, Mauricio; AMADOR, Teresa (Orgs.). **Direito do Ambiente e Redação Normativa: teoria e prática nos países lusófonos**. Alemanha: UICN, 2000.

DUARTE, Rodrigo A. de Paiva. **Marx e a Natureza em O Capital**. São Paulo: Loyola, 1986.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

\_\_\_\_\_. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FRAIHA, M. **Consumo Hídrico em Produção Animal Intensiva**. In: III Simpósio Internacional de Ciência e Tecnologia. Campinas, 2006. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/279.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/279.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2014.

FRANCO, M. A. R. (2001). **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. 2ª ed. São Paulo: Annablume: FAPESP.

GRÜN, M. **Ética e educação ambiental: A conexão necessária**. 5 ed. Campinas, São Paulo: Papyrus. 120p. 2002.

GRISI, B. M. **Glossário de Ecologia e Ciências Ambientais**. João Pessoa: UFPB, Universidade Federal da Paraíba, 2ª. ed.,200p.,2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE:cidades@**: São José de Piranhas:PB. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de set. 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Índice de Desenvolvimento Humano e seus componentes**. Brasília: IPEA, 2013. Disponível em: <[http://www.ideme.pb.gov.br /index...idhm/1894-sao-jose-de-piranhas.html](http://www.ideme.pb.gov.br/index...idhm/1894-sao-jose-de-piranhas.html)>. Acesso em: 15 de jan. 2015.

LANG, BLASCHKE, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo, SP: Oficina de Texto, 2009.

LOPES, Motta Fábio; WENDT, Emerson (orgs). **Investigação Criminal: ensaios sobre a arte de investigar crimes**. Rio de Janeiro: Brasport, 2014.

LEAL, Josabeth Viana; TODT, Viviane; THUM, Adriane Brill. O uso de sig para monitoramento de áreas degradadas-estudo de caso: app do arroio gil, **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio grande do Sul, v. 5, n. 65/5, 2013.

MARGALEF, R. 1981. **Ecologia**. Ediciones Omega, Barcelona, 951p.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia Alemã**. São Paulo: Boitempo, 2007.

OLIVEIRA, A.M. . Assoreamento em cursos e corpos d'água. In: BITAR, O. Y. **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, p. 59-76, 1995.

PELIZZOLI, M. L. **A emergência do paradigma ecológico: Reflexões ético-filosóficas para o séc. XXI**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes. 160p. 1999.

RODRIGUES, Jovenildo Cardoso; RODRIGUES, Jondison Cardoso. Relação sociedade-natureza no pensamento geográfico: reflexões epistemológicas. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 27, p. 211-232, 2014.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia, USP**, 16, 2005, p. 81-90.

\_\_\_\_\_.; F. G ROTH. (no prelo). Ictiofauna dos Ecossistemas de Brejos de Altitude de Pernambuco e Paraíba. In K. C. Porto.; M. Tabarelli (eds.) **Brejos de altitude: história natural, ecologia e conservação**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

SAINT-HILAIRE, G. **Études progressives d'un naturaliste**. Paris, 1835. Disponível em: <[http://books.google.com.br/books?id=pTcAAAAAQAAJ&printsec=frontcover&dq=%C3%89tudes+progressives+d%E2%80%99un+naturaliste&source=bl&ots=e\\_EkMVLVol&sig=GeYH\\_WOBKqmsMxf8J6ZWnuUihng&hl=pt-BR&ei=0-2eTNyxJ4TG1QfJ1eHsAg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBUQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=pTcAAAAAQAAJ&printsec=frontcover&dq=%C3%89tudes+progressives+d%E2%80%99un+naturaliste&source=bl&ots=e_EkMVLVol&sig=GeYH_WOBKqmsMxf8J6ZWnuUihng&hl=pt-BR&ei=0-2eTNyxJ4TG1QfJ1eHsAg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBUQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 09 set. de 2013.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 495 p., 2006.

SANTOS, Milton. **Por uma geografia nova: da crítica da geografia a uma geografia crítica**. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1978, 236p.

SANTOS, M; SILVEIRA, M. L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. Rio de Janeiro, São Paulo: Record, 2001.

SANTOS, Antônio Silveira R. dos. **Meio ambiente do trabalho: considerações**. Jus Navigandi, Teresina, ano 4, n. 45, set. 2000. Disponível em:

<<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=1202>>. Acesso em: 08 set. 2013.

SCHULT, Sandra Irene Momm; Maria Eduarte, Noemia Bohn. **Conselho Municipal de Meio Ambiente: um Guia Prático**. Blumenau: Projeto Piava, 2006, 71 p.

SILVA, B. A. W.; AZEVEDO, M. M.; MATOS, J. S. Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas Urbanas. **Revista VeraCidade**. Ano 3. Nº 5. 2006.

SILVA, José Afonso da. **Direito ambiental constitucional**. 5. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

SILVA, Thomas de Carvalho. **O meio ambiente na Constituição Federal de 1988**.

Disponível em: <[http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id\\_dh=940](http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=940)>. Acesso em: 18 jun. 2014.

SOUZA, P.A.V. **A utilização de tecnologias digitais de geoprocessamento na identificação de unidades de paisagem na bacia hidrográfica do rio Iguaçu-Sarapuí (RJ)**. 2009. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Geomática (UERJ).

TOMMASI, Luiz Roberto. **Estudo de Impacto Ambiental**. São Paulo: Cetesb: Terragraph Artes e Informática, 1993, 354 p.

TUCCI, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4). 1997.

## ANEXO

Quadro 3 - Algumas medidas de recuperação do meio físico em diferentes tipos de áreas degradadas.

<b>Tipo de área Degradada</b>	<b>Principais processos de degradação (Meio físico)</b>	<b>Algumas medidas corretivas (Meio físico)</b>
Mineração abandonada em áreas urbanas	-escoamento das águas superficiais -erosão por sulcos e ravinas -escorregamentos -deposição de sedimentos e partículas	-revegetação -captação e condução das águas superficiais -estabilização de taludes e blocos
Depósito de resíduos industriais e urbanos	-interações físico-químicas no solo (poluição do solo) -escoamento das águas superficiais -movimentação das águas de subsuperfície	-prospecção do depósito -remoção total ou parcial, transporte e deposição dos resíduos -tratamento “in situ” do solo -descontaminação ou remediação do solo
Ocupação habitacional de encostas em situação de risco	-escorregamentos -escoamento das águas em superfície	-captação e condução das águas superficiais -estabilização da encosta (com ou sem estruturas de contenção) -revegetação
Boçorocas urbanas ou rurais	-erosão por boçorocas -movimentação das águas de subsuperfícies	-controle do uso e ocupação -captação e condução das águas superficiais -drenagem das águas de subsuperfície/fundo -estabilização dos taludes da boçoroca ou aterramento
Ocupação agrícola irrigada	-adensamento e compactação do solo -acidificação do solo por lixiviação	-controle da irrigação -aragem profunda do solo -correção da acidez do solo
Cursos e corpos d'água assoreados	-deposição de sedimentos e partículas -enchentes e inundações	-controle da erosão a montante -dragagem dos sedimentos -obras hidráulicas

Fonte: BITAR; BRAGA (1995), adaptado pelo autor (2014).