



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA

JOELSON KAYTO FEITOSA BARBOSA

**CONFLITO DE USOS DA ÁGUA E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU NO MUNICÍPIO DE MACAÍBA, RN**

Natal
2006

JOELSON KAYTO FEITOSA BARBOSA

**CONFLITO DE USOS DA ÁGUA E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU NO MUNICÍPIO DE MACAÍBA, RN**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, em Engenharia Sanitária, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária.

Orientador: Prof. Livre Docente Arthur Mattos

Natal

2006

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central
Zila Mamede. Divisão de Serviços Técnicos

Barbosa, Joelson Kayto Feitosa.

Conflito de usos da água e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do rio Pitimbu no município de Macaíba, RN / Joelson Kayto Feitosa Barbosa. – Natal, 2006.

97 p. : il.

Orientador: Prof. Livre Docente Arthur Mattos.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária.

1. Uso e ocupação do solo 2. Bacia Hidrográfica. 3. Área de Proteção Ambiental - APA I. Barbosa, Joelson Kayto Feitosa. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

JOELSON KAYTO FEITOSA BARBOSA

**CONFLITO DE USOS DA ÁGUA E OCUPAÇÃO DO SOLO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PITIMBU NO MUNICÍPIO DE
MACAÍBA, RN**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, em Engenharia Sanitária, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Sanitária.

BANCA EXAMINADORA

Livre Docente Arthur Mattos – Orientador

Dra. Karen Maria da Costa Mattos – Examinador Interno UFRN

Dra. Yvonilde Dantas Pinto Medeiros – Examinador Externo UFBA

Natal, 20 de novembro de 2006.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele nada disso seria possível.

À minha família pelo apoio prestado nos momentos essenciais da vida.

Ao meu orientador Prof. Arthur Mattos pela confiança depositada em mim e pela oportunidade da realização deste trabalho.

Aos professores Righetto, João Abner, Lúcio Flávio, Luís Pereira, Ada, Pilar e André Calado pelas palavras de incentivo quando preciso.

Ao LARHISA pela disponibilidade do Laboratório para realização das análises de qualidade de água.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte - FAPERN, pelo apoio financeiro despendido nas viagens de campo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPS pela bolsa cedida, o que proporcionou um melhor desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo financiamento das pesquisas em laboratório na aquisição de material.

A Secretaria Estadual de Recursos Hídricos – SERHID, por estar sempre a disposição em fornecer material de pesquisa.

Ao amigo Marcos da Prefeitura Municipal de Macaíba pela orientação nas realizações das visitas em campo.

Aos amigos Carlos Alberto Batista de Araújo, Diógenes Santos de Sena, Eulina Maria de Moura e Victor Moisés Medeiros pela contribuição dada a este projeto.

E um muitíssimo especial às amigas: Cibele Gouveia, Lícia Regina, Lumenna Barros, Sayonara Medeiros e Thaíse Emmanuele por sempre estarem dispostas a contribuir no desenvolvimento deste trabalho principalmente, na realização pessoal.

E a todos que, de certa forma, ajudaram na realização desta pesquisa.

RESUMO

Devido às atividades crescentes e sua ocupação desordenada, a bacia do rio Pitimbu é motivo de preocupação para a população, visto que o rio deságua na lagoa do Jiqui onde 30% da água desta lagoa é captada para o abastecimento da cidade de Natal, desempenhando um papel importante na disponibilização de água doce superficial para a capital do estado do Rio Grande do Norte. O trecho superior da bacia hidrográfica do rio Pitimbu – Macaíba/RN, objeto deste estudo, é denotado pela ocupação eminentemente rural com a utilização da agricultura irrigada nas diversas propriedades que compõem este trecho. Diante disto faz-se necessário analisar a disponibilidade dos recursos hídricos na bacia do rio Pitimbu, no trecho superior, frente ao uso e ocupação do solo existente. O trecho em estudo foi dividido em oito pontos aos quais foram realizadas coletas de água e analisado os parâmetros físico-químicos e metais pesados que são preconizados pela resolução CONAMA nº 357 e, visitas em campo com levantamento fotográfico para caracterização deste verificando a situação em que se encontra o rio. O trecho apresentou alguma divergência nos parâmetros de pH e ferro, porém os resultados denotam uma característica da região. Foi observada a grande quantidade de barramentos ao longo do rio e as passagens molhadas, também se verificaram o lançamento de lixo próximo às margens e, a grande quantidade de vegetação aquática. Com isso conclui-se que a água do rio pode ser utilizada para abastecimento humano, pois apresenta uma qualidade de água potável dentro dos padrões exigidos pela resolução CONAMA nº 357, desta forma, o trecho em estudo poderia vir a ser adotado como uma Área de Proteção Ambiental (APA), para preservar e garantir, pelo menos neste trecho, que sua condição permaneça inalterada e continue a fornecer de forma permanente uma água de excelente qualidade.

Palavras-chave:

1. Uso e ocupação do solo 2. Bacia Hidrográfica. 3. Área de Proteção Ambiental - APA

ABSTRACT

Due to the increasing activities and its disordered occupation, the catchment of the Pitimbu river is reason of concern for the population, since the river empties in the lagoon of the Jiqui where 30% of the water of this lagoon are caught for the supplying the city of Natal, playing an important function in the supply of water superficial for the capital of the Rio Grande do Norte. The superior stretch of the hydrography catchment of the Pitimbu river - Macaíba/RN, object of this study, is denoted by the eminently agricultural occupation with the use of the irrigated agriculture in the many properties that compose this stretch. Because of this becomes necessary to analyze the availability of the water resources in the catchment of the Pitimbu river, in the superior stretch, collating with the use and occupation of the existing terrain. The stretch in study was divided in eight points which had been performed tests throughout the water and analyzed the parameters physicist-chemistries and heavy metals that are praised by resolution CONAMA nº 357 e, visits in field with photographic survey for characterization of this verifying the situation where if it finds the river. The stretch presented some divergence in the parameters of pH and iron, however the results denote a characteristic of the region. The great amount of slide barrages throughout the river and the wet street was observed, had also verified near the edges the launching of garbage and, the great amount of aquatic vegetation. With this it is concluded that the water of the river can be used for human supplying, therefore inside presents a quality of drinking waters of the standards demanded for resolution CONAMA nº 357, in this way, the stretch in study could be adopted as an Environmental Area Protection (APA), to preserve and to guarantee, at least in this stretch, that its condition remains unchanged and continues to supply of permanent form a water of excellent quality.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
1-INTRODUÇÃO.....	1
2- OBJETIVOS.....	5
3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1- Aspectos Institucionais.....	6
3.2- Bacia do rio Pitimbu.....	9
4 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	16
4.1-Localização geográfica.....	16
4.2-Characterização física e biótica.....	21
5 – MATERIAL E MÉTODOS.....	30
5.1-Uso e ocupação da área.....	30
5.2- Características do curso d'água.....	39
5.3-Parâmetros de qualidade da água.....	45
6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
6.1-Characterização Visual.....	50
6.2-Resultados de Qualidade da Água.....	77
6.3-Comparação dos resultados com a resolução CONAMA nº 357.....	88
7 – CONCLUSÃO.....	90
8 – RECOMENDAÇÕES.....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.01 – Mapa de localização da bacia do rio Pirangi.....	19
Figura 4.02 – Mapa de localização da bacia em estudo.....	20
Figura 4.03 – Mapa Geológico do trecho em estudo na bacia hidrográfica do rio Pitimbu.....	24
Figura 4.04 – Mapa Geo-morfológico do trecho em estudo na bacia hidrográfica do rio Pitimbu.....	26
Figura 5.01 – Mapa de uso e ocupação do solo.....	32
Figura 5.02 – Mapa das propriedades (usuários de terra).....	34
Figura 5.03 – Barramentos ao longo do rio Pitimbu na área em estudo.....	35
Figura 5.04 – Mapa de altitudes.....	37
Figura 5.05 – Mapa de cobertura vegetal.....	38
Figura 5.06 – Pontos de coleta para análise de qualidade da água.....	41
Figura 5.07 – Medição de vazão no ponto P08 – ponte passagem do vigário..	44
Figura 5.08 – Medição de vazão no ponto P08 – ponte passagem do vigário..	44
Figura 5.09 – Medição de vazão no ponto P08 – ponte passagem do vigário..	45
Figura 6.01 – Ponto P01 – caracterizada por ser uma passagem molhada – divisa entre as propriedades fazenda Bom Conselho e Assentamento Quilombo dos Palmares.....	52
Figura 6.02 – Ponto P01 – caracterizada por ser uma passagem molhada.....	52
Figura 6.03 – Produção de mamão na fazenda Bom Conselho em parceria com a empresa Calimã.....	53
Figura 6.04 – Queimada para utilização da madeira para produção de alimentos no assentamento Quilombo dos Palmares.....	53
Figura 6.05 – Pequeno barreiro no assentamento Quilombo dos Palmares servindo para pesca de subsistência.....	54
Figura 6.06 – Muitos coqueiros, porém com pouca produção no assentamento Quilombo dos Palmares.....	54
Figura 6.07 – Panorâmica do ponto P02 na fazenda Reirada – ao fundo área de reserva.....	55
Figura 6.08 – Ponto P02 na fazenda Reirada – área próximo ao leito bastante	56

preservado – vegetação rasteira – área de alagadiço.....	
Figura 6.09 – Fazenda de pecuária – área quase que totalmente desmatada para criação de gado.....	56
Figura 6.10 – Fazenda Lagoa Seca – Comunidade de Lagoa Seca – Macaíba/RN – Panorâmica do açude.....	57
Figura 6.11 – Fazenda Lagoa Seca – Comunidade de Lagoa Seca – Macaíba/RN – Vista do sangradouro do barramento no rio Pitimbu.	58
Figura 6.12 – Assentamento Eldorado dos Carajás – ponte sobre o rio Pitimbu no ponto de coleta P04.....	59
Figura 6.13 – Assentamento Eldorado dos Carajás – resíduos (lixo) no ponto de coleta P04.....	60
Figura 6.14 – Assentamento Eldorado dos Carajás – Comunidade de Lamarão - óleo no ponto de coleta P04.....	60
Figura 6.15 – Vegetação aquática juntamente com lixo lançado no rio Pitimbu.....	61
Figura 6.16 – Espelho d’água quase que totalmente encoberto por vegetação aquática.....	61
Figura 6.17 – Um dos afluentes do rio Pitimbu localizado no assentamento Eldorado dos Carajás – totalmente desmatado para o cultivo de lavoura.....	62
Figura 6.18 – Ponte sobre o rio Pitimbu – estrada para Lamarão – Vista longitudinal do rio.....	62
Figura 6.19 – Ponto P05 – passagem molhada – trânsito constante de carros movidos a combustível e carros de boi.....	64
Figura 6.20 – Barramento na fazenda Paraíso.....	65
Figura 6.21 – Trecho a montante do ponto P05 – grande presença de vegetação aquática.....	65
Figura 6.22 – Trecho a jusante do ponto P05 – grande presença de vegetação aquática.....	66
Figura 6.23 – Espelho d’água totalmente encoberto na granja do Pica-pau amarelo.....	66
Figura 6.24 – Curso do rio Pitimbu após o barramento na granja do Pica-pau amarelo.....	67

Figura 6.25 – Trecho de coleta do ponto P06 – barragem com espelho totalmente encoberto por vegetação aquática – fazenda Lagene.....	68
Figura 6.26 – Vegetação aquática – alface aquática – no barramento da fazenda Lagene.....	68
Figura 6.27 – Barramento onde apresenta passagem molhada na fazenda São José.....	70
Figura 6.28 – Vista panorâmica do lago formado pelo barramento na fazenda São José.....	70
Figura 6.29 – Vista do sangradouro da barragem na fazenda São José.....	71
Figura 6.30 – Resíduos Industriais dispostos na Fazenda São José pela Fábrica de produtos Aromáticos Rarus.....	71
Figura 6.31 – Engarrafadora de água mineral.....	73
Figura 6.32 – Lançamento de resíduos de pena de frango.....	73
Figura 6.33 – Barramento para recreação na granja Passagem do Vigário.....	74
Figura 6.34 – Vista do barramento rompido com excesso de chuvas na fazenda Novo Horizonte.....	74
Figura 6.35 – Vista aproximada do barramento rompido na fazenda Novo Horizonte.....	75
Figura 6.36 – Uso do rio para recreação.....	75
Figura 6.37 – Uso do rio para lavagem de roupas.....	76
Figura 6.38 – Uso do rio para lavagem de roupas.....	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.01 – Valores mensais de temperatura da Estação Climatológica do CATRE e da UFRN.....	22
Tabela 4.02 – Valores mensais de precipitação segundo série histórica dos anos de 1911 a 2004.....	22
Tabela 5.01 – Cadastro dos usuários localizados na área em estudo.....	33
Tabela 5.02 – Barramentos ao longo do rio localizados na área em estudo.....	36
Tabela 5.03 – Horário das coletas.....	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 6.01 – Valores de pH encontrados nos pontos de coleta.....	78
Gráfico 6.02 – Valores de Temperatura encontrados nos pontos de coleta.....	78
Gráfico 6.03 – Valores de Condutividade encontrados nos pontos de coleta..	79
Gráfico 6.04 – Valores de TDS encontrados nos pontos de coleta.....	80
Gráfico 6.05 – Valores de Turbidez encontrados nos pontos de coleta.....	80
Gráfico 6.06 – Valores de OD encontrados nos pontos de coleta.....	82
Gráfico 6.07 – Valores de DBO encontrados nos pontos de coleta.....	83
Gráfico 6.08 – Valores de Fósforo encontrados nos pontos de coleta.....	84
Gráfico 6.09 – Valores de Coliformes Fecais encontrados nos pontos de coleta.....	84
Gráfico 6.10 – Valores de Nitrito encontrados nos pontos de coleta.....	85
Gráfico 6.11 – Valores de Nitrato encontrados nos pontos de coleta.....	86
Gráfico 6.12 – Valores de Ferro encontrados nos pontos de coleta.....	86
Gráfico 6.13 – Valores de Manganês encontrados nos pontos de coleta.....	87
Gráfico 6.14 – Valores de Zinco encontrados nos pontos de coleta.....	87
Gráfico 6.15 – Valores de Chumbo encontrados nos pontos de coleta.....	88
Gráfico 6.16 – Comparativo dos valores que estiveram dentro do padrão CONAMA nº 357 e os valores que estiveram fora.....	88
Gráfico 6.17 – Comparativo dos valores que estiveram dentro do padrão CONAMA nº 357 e os valores que estiveram fora.....	89

1- INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, a preocupação com os recursos naturais tem aumentado consideravelmente. A degradação dos ecossistemas avança de forma generalizada. A água, o solo, o ar e os seres vivos sofrem com os efeitos indesejáveis causados, principalmente, pela ação do homem através de atividades industriais, urbanas, agropecuárias, entre outras. O aumento da população global somado com o avanço tecnológico origina na maioria das vezes efeitos adversos prejudiciais ao meio ambiente, como poluição e contaminação.

A escassez da água em escala mundial reflete-se tanto pela limitação da qualidade da água quanto pela quantidade. No Brasil, o Sul e Sudeste apresentam a escassez da qualidade da água, já no Semi-Árido nordestino encontra-se a escassez da quantidade, porém a limitação da qualidade é um problema adicional que, se solucionado, ainda não resolveria o problema da escassez.

A crescente demanda dos recursos hídricos, aliados a sua também crescente degradação, culminou na escassez destes recursos e incentivou o governo, tanto Federal como Estadual, a legislar sobre o uso dos recursos hídricos através da sanção das respectivas Políticas de Recursos Hídricos. No Estado do Rio Grande do Norte, desde 01 de Julho de 1996, foi instituída a Política Estadual de Recursos Hídricos através da Lei Nº 6.908, a qual também institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos e dá outras providências.

A legislação em vigor, que trata do planejamento e gestão dos Recursos Hídricos no Brasil é a Lei Federal nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997, que proclama os seguintes princípios:

- Adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento;
- O uso múltiplo dos recursos;
- O reconhecimento da água como um bem finito e vulnerável;
- O reconhecimento do valor econômico da água;
- A gestão descentralizada e participativa.

Os princípios básicos destas leis são a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, o uso múltiplo dos recursos, quebrando a hegemonia de um usuário sobre os demais, o reconhecimento da água como um bem finito, vulnerável e com valor econômico e finalmente, que a gestão descentralizada e

participativa deve ser adotada, permitindo aos usuários influenciar no processo de tomadas de decisão.

Dentro destas Políticas estão previstos cinco instrumentos de gestão da água que são:

- 1) Plano de Recursos Hídricos (Nacional ou Estadual) e por bacia hidrográfica;
- 2) Outorga o direito de uso dos recursos hídricos;
- 3) Cobrança pelo uso da água;
- 4) Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso;
- 5) Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (Nacional e Estadual).

A aplicabilidade destas legislações exige um conhecimento das bacias hidrográficas, adotadas como unidade de planejamento, no que diz respeito, especialmente, às suas demandas e disponibilidades hídricas. A meta é atender aos princípios básicos preconizados na legislação, através dos instrumentos de gestão adotados como ferramentas.

A gestão de oferta de água no mundo é relacionada com a exploração de novos recursos para atender ao aumento (demanda) do suprimento de água. Porém, a nova idéia de recursos de água para minimizar a escassez é a conservação e utilização da água de forma racional. Atualmente, para a racionalização da água faz-se necessário encontrar novas tecnologias para o mesmo uso, que outrora não existia devido à falsa sensação de recurso abundante e infinito, hoje, porém, a utilização deve ser pensada na conservação sendo utilizado o mínimo necessário para cada atividade (gestão de demanda).

GRIGG *apud* CAMPOS e STUDART (2003), “o significado de ‘conservação’ sofreu alterações nos últimos anos. O que antes significava armazenar água e guardá-la para futuros usos produtivos significa hoje reduzir ao máximo o uso da água para uma dada finalidade. Assim, no abastecimento urbano, conservar água significa usar o mínimo necessário para lavagem, higiene pessoal e outros usos domésticos; na indústria, significa usar o mínimo possível para produzir um bem e, na agricultura, aplicar o mínimo necessário para uma dada cultura”.

A gestão dos recursos hídricos deve abranger de forma integrada os aspectos relativos a: legislação, interesses múltiplos e conflitantes de diferentes usuários da água, aspectos sociais e à irregularidade da distribuição espacial e temporal de disponibilidades e demandas. As estratégias de gestão devem estar baseadas em

critérios e objetivos extraídos do ambiente socioeconômico, considerando-as como parte de uma estrutura de decisões mais ampla.

Dois importantes princípios de tomadas de decisão devem ser contemplados na gestão de recursos hídricos. O primeiro se refere à integração de objetivos ambientais, econômicos e sociais nas tomadas de decisão, uma vez que os resultados tendem a ser pobres quando as decisões avaliam um universo muito limitado. O segundo princípio destaca a importância do envolvimento da comunidade no processo de tomada de decisão e implica na participação ativa de grupos de interesses múltiplos. Ambos os princípios geram um ambiente decisório complexo envolvendo negociações entre objetivos conflitantes, contribuições de diferentes grupos de interesse e síntese de extensas bases de dados.

Sistemas hierárquicos para tomada de decisão são particularmente adequados às decisões de gerenciamento, que envolvam objetivos múltiplos e conflitantes sujeitos ao julgamento humano. Para preservar a consistência e a confiabilidade do processo de decisão, a resolução dos problemas deve ser abordada de forma direta e objetiva.

A existência de cenários de conflitos de uso dos recursos hídricos impõe a necessidade de identificar e implementar instrumentos, que sejam capazes de propiciar o exercício eficiente e eficaz dos diversos usos da água, proporcionando o gerenciamento dos recursos hídricos. Essa gestão pode ser concebida a partir da definição de regras de distribuição de água entre diferentes usos e entre diferentes usuários de um mesmo uso para enfim ser tomada uma decisão.

O processo de tomada de decisão deve utilizar ferramentas que guiem a escolha da melhor alternativa, tanto na fase de planejamento como no controle operacional.

As atividades crescentes das bacias dos rios e sua utilização são praticadas desde a existência da humanidade até hoje, com grande degradação e poluição ambiental e problemas sócio-econômicos a eles relacionados. Vêm-se suscitando sobre as perspectivas futuras da população, sendo verificado as formas de consumo e alternativas de uso, visando harmonizar as atividades humanas e condições sociais sadias. A bacia do rio Pitimbu se enquadra nessa realidade e sua ocupação desordenada preocupa a população, visto que o rio deságua na lagoa do Jiqui onde é captada cerca de 30% da água de abastecimento da cidade de Natal,

desempenhando um papel importante na disponibilização de água doce superficial para a capital do estado do Rio Grande do Norte.

Estudos e pesquisas realizadas na área indicam a degradação que vem passando o rio, através de ocupações e usos desordenados. Desta forma, o risco para a qualidade da água e conseqüentemente, para o abastecimento torna-se muito grande, necessitando de uma política de gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Pitimbu. Essa política de gestão de recursos hídricos relaciona-se com a busca de soluções sustentáveis para os problemas encontrados.

A gestão de recursos hídricos está fortemente relacionada à legislação, aos usos múltiplos e conflitantes da água e entidades sociais, a distribuição espacial e temporal inadequada das disponibilidades e as demandas. A existência de critérios conflitantes gera a necessidade de identificação e implementação de instrumentos adequados para o gerenciamento dos recursos hídricos.

A gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do rio Pitimbu é um importante mecanismo para o planejamento e desenvolvimento das ações, exigindo estudos preliminares que envolve variáveis ambientais, sociais, econômicas e culturais, visando avaliar qualitativamente as implicações ambientais decorrentes das diversas formas de uso e ocupação do solo nesta bacia.

Dentro deste contexto, pretende-se: analisar a disponibilidade dos recursos hídricos na bacia do rio Pitimbu frente ao uso e ocupação do solo existente, visando a utilização racional dos recursos hídricos; analisar as fontes de degradação das águas do rio, verificando a situação na qual se encontra o trecho estudado, qualitativamente e quantitativamente; verificar a existência de conflitos: irrigação com utilização de defensivos agrícolas; barramentos ao longo do rio; lançamento de lixo no leito do rio; utilização do solo sem manejo adequado.

2- OBJETIVOS

Geral

Analisar os conflitos de usos da água e ocupação do solo tomando como caso de estudo a Bacia Hidrográfica do rio Pitimbu visando à utilização racional e preservação ambiental dos recursos hídricos.

Específicos

- Analisar as fontes de degradação das águas do rio, verificando a situação que se encontra o trecho estudado, qualitativa e quantitativamente;
- Verificar a existência de conflitos: irrigação com utilização de defensivos agrícolas; barramentos ao longo do rio; lançamento de lixo no leito do rio; utilização do solo sem manejo adequado;
- Identificar atores envolvidos, instituições e legislações existentes.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Aspectos Legais

O uso das águas no Brasil foi regulamentado pelo estabelecimento de regras que disciplinem o acesso a este recurso natural e assegurem que os usos deste bem público sejam feitos respeitando o interesse público. As regras para administrar as relações entre os fatores sociais que participam do processo de gestão integrada das águas sejam elas governamentais ou não-governamentais são elencadas a seguir.

Decreto Federal nº 24.643, de 10 de Julho de 1934, o Código das Águas que legisla sobre as águas em geral e suas propriedades, estabelecendo diretrizes sobre o aproveitamento das águas públicas, comuns e particulares.

Os seus Artigos 1º e 2º dizem:

As águas públicas podem ser de usos comuns ou dominicais.

São águas públicas de uso comum:

- Os mares territoriais, nos mesmos incluídos os golfos, baías, enseadas e portos;
- As correntes, canais, lagos e lagoas navegáveis ou fluviáveis;
- As correntes de que se façam estas águas;
- As fontes e reservatórios públicos;
- As nascentes quando forem de tal modo consideráveis que, por si só, constituam o *caput fluminis*;
- Os braços de quaisquer correntes públicas, desde que os mesmos influam na navegabilidade ou fluviabilidade.

A Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981 dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

Artigo 2º - A Política Nacional de Meio Ambiente tem por objetivo a preservação e recuperação da qualidade propícia à vida, visando assegurar, no

País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

- I – ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- II – racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- III – planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;
- IV – proteção dos ecossistemas, com a preservação das áreas representativas;
- V – controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;
- VII – acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- VIII – recuperação de áreas degradadas;
- IX – proteção de áreas ameaçadas de degradação;

A “Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 tem por objetivo: Instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos, que cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentando o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989”.

O seu Art. 1º baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I – a água é um bem de domínio público;
- II – a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III – em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e atuação no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- IX – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

O Art. 2º que trata dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos diz:

- I – assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II – a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III – a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;

Em 17 de Julho de 2000, com a Lei nº 9.984, cria a ANA - Agência Nacional de Águas, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos

Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

No Rio Grande do Norte a Lei nº 6.908 de 01 de julho de 1996, publicada em 03 de julho de 1996, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências; o Decreto nº 13.836, de 11 de março de 1998 – regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNERH. O Decreto nº 13.283 de 22 de março de 1997 – regulamenta o inciso III do art. 4º da Lei citada, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e, o Decreto nº 13.284 de 22 de março de 1997 – regulamenta o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH.

O Art. 1º discorre sobre os objetivos e diz:

“I – planejar, desenvolver e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, o uso múltiplo, controle, conservação, proteção e preservação dos recursos hídricos;
II – assegurar que a água possa ser controlada e utilizada em padrões de quantidade e qualidade satisfatórios por seus usuários atuais e pelas gerações futuras.”

O modelo de gestão hídrica brasileiro vai se tornando, cada vez mais, resistente às mudanças de rumo sofridas quando a nova administração é empossada, pois os governantes costumam priorizar suas próprias obras em detrimento à continuidade das anteriores. E a razão disto ocorrer é o fato de o comitê de bacia hidrográfica, que é encarregado de tomar as decisões sobre os destinos da bacia hidrográfica, ser formado por representantes das três esferas do poder (neste caso quando a bacia estiver alocada em mais de um Estado da União, sendo a bacia inserida totalmente dentro de um único Estado, esta ficará com representantes apenas do Estado e Municípios); representantes dos usuários dos recursos hídricos e os representantes da sociedade civil organizada.

A economia da água aliada ao reuso tendem a reduzir os custos de tratamento e infra-estrutura que são envolvidos no processo.

A idéia lançada em 1991 com Informal Copenhagen Consultation e reiterada em 1992 na Declaração de Dublin e na Agenda 21, que a água é um recurso escasso e o seu uso deve ser controlado, sendo taxado valor mais alto para a utilização, tenderá controlar o uso da água de forma mais eficiente. Desta forma, vários incentivos poderiam ser implantados, como cobrança pelo uso da água,

taxação da poluição, relocação para usos de maior valor e até campanhas educativas junto à população.

As medidas adotadas influenciadas pelo comportamento do usuário, induzindo-o a redução de volume, dão-se o nome de Gestão de Demanda.

Para a gestão de demanda e o uso racional da água algumas regras devem ser colocadas em prática como o direito de uso da água, propriedade da terra, instituições sociais e civis e legislações. Desta forma os usuários são motivados a agir de forma mais racional.

A bacia hidrográfica como unidade de gestão torna-se importante para a disponibilização hídrica da bacia como um todo, porém existem regiões que utilizam a água desta bacia, mas estão somente preocupadas com a realidade da sua região, não importando com o que venha a acontecer a jusante desta. As propostas de utilização do recurso hídrico devem abranger o uso racional daquela localidade, mas dentro da disponibilidade hídrica que ela pode ofertar, para isso faz-se necessário a implantação de leis que venham reger a sua utilização.

As leis são importantes para disciplinar e gerenciar o uso, mas faz-se necessário os arranjos entre a legislação e a realidade da região, pois para se alterar o modo de uso e ocupação da região, o que é muito difícil, é necessário agrupar os anseios e desejos da região, buscando uma harmonia com o que estabelece a legislação. Desta forma, cada modelo adotado será único e exclusivo daquela região, não sendo possível estabelecer um modelo universal que possa abranger todas as possibilidades. Assim, faz-se necessário conhecer a região e estabelecer as suas necessidades para utilizar o recurso da forma mais racional.

3.2. Bacia do rio Pitimbu

Com o passar dos anos, têm-se observado uma maior preocupação com o rio Pitimbu, isto é percebido com os vários trabalhos realizados relacionados à sua área de abrangência.

LIRA (1983) realizou um estudo da poluição hídrica do rio Pitimbu, que utilizou informações de fontes primárias (coletadas *in loco*) e informações secundárias (análise físico-química e bacteriológica fornecidos pela CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte) fez análise dos dados, tendo como referências os valores mínimos e máximos em mg/L dos padrões de potabilidade

estabelecidos pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e pela OMS (Organização Mundial de Saúde). Foram elaborados e aplicados questionários com responsáveis por indústrias; de granjas e matadouros. Com os dados obtidos foram elaboradas tabelas e gráficos e com os resultados dos questionários concluiu-se sobre alguns pontos críticos ao longo do rio Pitimbu. Ela conclui demonstrando quais os pontos de poluição que são os efluentes orgânicos oriundos dos matadouros, localizado em Parnamirim, dejetos inorgânicos provenientes das descargas de óleo combustível, possivelmente lançada pelas empresas de transporte de passageiros na ponte da BR-304, também a própria decomposição natural dos vegetais e a ação do solo, especialmente no período de chuvas, ainda os resíduos inorgânicos provenientes da INPASA (fábrica de papel) e as possíveis providências e/ou alternativas que poderão ser realizadas para reduzir e controlar as causas e efeitos da poluição na área em estudo avaliando as cargas polidoras, a capacidade atual e futura de auto-depuração, vazão do rio nos diferentes meses do ano e características físico-química da água; estudar a possibilidade de reaproveitar os resíduos poluidores como subproduto; determinar normas de proteção contra a poluição; efetivar imediatamente medidas rigorosas, porém alerta que a poluição é um assunto muito complexo e que necessita de estudos mais constantes e detalhados.

Em 1984, o “Relatório de Qualidade do Meio Ambiente”, publicado pela Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico do Rio Grande do Norte – IDEC constituiu uma avaliação ao relatório publicado pela CAERN no ano anterior. Neste, confirma-se que as águas do sistema hídrico enquadravam-se na classe III, e que até 1978 enquadrava-se na classe II, conforme Art. 2º da Lei nº 2.183 de 23 de julho de 1953. A modificação deve-se ao despejo de águas servidas pela atividade industrial, urbana e agrícola. O estudo alerta para a necessidade urgente para que as indústrias tratem os seus efluentes e sugere a necessidade de novos estudos para identificar possíveis outros pontos de poluição nos aquíferos e águas subterrâneas.

OLIVEIRA (1994) em seu trabalho “Autodepuração e monitoramento do rio Pitimbu”, averiguou a qualidade da água através de monitoramento sistemático. As análises objetivaram determinar os parâmetros físicos, químicos e biológicos e compará-los com os parâmetros da Resolução nº 20/86 do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, enquadrados na Classe 2 desta resolução. Para

calcular a autodepuração usou o modelo de Streeter e Phelps. O método dos mínimos quadrados de Reed e Theriault foi empregado para calcular o coeficiente de desoxigenação k_1 . Foram analisados nove pontos de coletas em todo o rio Pitimbu que são: ponto 01 – nascente na fazenda Redenção; ponto 02 – Lamarão; ponto 03 – fazenda Rarus; ponto 04 – ponte do vigário; ponto 05 – passagem de areia; ponto 6 – moita verde, BR-304; ponto 07 – Cidade Satélite; ponto 08 – ponte velha, BR-301 e ponto 09 – fazenda Olavo Motenegro. A DQO encontrada no trecho onde o curso d'água corta áreas agrícolas pode ser resultado da presença de fertilizantes; as indústrias também são um outro fator dos valores de DQO, bem como a lavagem de roupas, presença de sabão, próximo a áreas urbanas. Foram sugeridas a realização de levantamento do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica; a identificação de ações poluidoras pontuais ou distribuídas ao longo do curso d'água; monitoramento e gerenciamento do manancial; registros de chuvas e medição de vazão e a atuação de órgãos públicos restringindo a ocupação nas áreas próximas as margens do rio.

ECONATAL (1995) realizou diagnóstico e zoneamento da margem esquerda do rio Pitimbu, trecho da jurisdição de Natal, descrevendo diretrizes para um uso e ocupação do solo. Foi feito o mapeamento com base em fotografias aéreas para caracterização física, sendo priorizado a geologia, a geomorfologia, os recursos hídricos o uso e ocupação do solo e a cobertura vegetal. Após análise verificou-se ser possível dividir a área em 4 unidades ambientais que são: Unidade 1 – Tabuleiro Costeiro, vertente e microbacia receptora de águas pluviais, área passível de loteamento residencial; Unidade 2 – Dunas, área de preservação; Unidade 3 – Terraço T_1 e trecho de vertente adjacente ao terraço T_2 , área para atividades agrícolas, com restrição para loteamentos residenciais e industriais; Unidade 4 – Terraço T_2 e canal de escoamento do rio Pitimbu, área de uso agrícola, com restrição para pecuária, avicultura e suinocultura.

No estudo “Alteração da cobertura vegetal atual da microbacia do rio Pitimbu/RN devido à ocupação antrópica”, COSTA (1995) levantou informações relacionadas com os condicionantes climáticos, geológicos, pedológicos, geomorfológicos e composição vegetal com a finalidade de classificar, delimitar, mapear e quantificar a área de vegetação natural removida entre 1979 e 1988 na microbacia. O estudo considerou que as modificações ocorridas sobre a composição vegetal era resultado das atividades antrópicas. A forma desordenada do uso do

solo podia comprometer as condições ambientais das reservas hídricas, com possibilidade de risco para o abastecimento urbano da cidade de Natal.

MELO (1995) avaliou os riscos potenciais de contaminação das águas subterrâneas utilizadas no abastecimento de água da cidade de Natal (RN) devido às ações impactantes sobre a superfície do solo e identificou as áreas já afetadas realizando um estudo denominado “Impactos do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal (RN)”. O estudo evidenciou os principais contaminantes e verificou como o mais importante envolvido é o nitrato (NO_3). Os setores com maior densidade populacional apresentaram os maiores índices de nitrato (NO_3), ocorrendo, provavelmente, devido à oxidação dos amoníacos provenientes da disposição local de efluentes domésticos através de fossas e sumidouros e sugerem a implantação de um sistema de esgotamento sanitário eficiente, dando prioridades às áreas pouco afetadas por nitratos.

SANTOS; COSTA e SILVA (1997), no artigo “caracterização e atuação antrópica na sub-bacia do rio Pitimbu”, realizaram análise sobre as condições ambientais dessa paisagem associadas ao tipo de relação praticada entre o homem e o meio. A região vem sofrendo um processo de descaracterização de sua paisagem, a qual se transforma de área agrícola em urbana, em virtude da expansão dos sítios urbanos de Natal e Parnamirim.

FUNPEC (1998) elaborou o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) referente à implantação do Centro Industrial Avançado do Rio Grande do Norte (CIA/RN), para atender a Resolução do CONAMA nº 001/86, Art. 9º, incisos I a VIII, objetivando conhecer as condições ambientais da superfície que seria ocupada com instalações industriais para atrair novos investimentos para o Estado.

Buscando identificar a influência da Expansão Urbana na paisagem da sub-bacia hidrográfica do rio Pitimbu entre Natal e Parnamirim, SANTOS (1999) analisou os problemas ambientais oriundos do processo de uso e ocupação do solo, para isso utilizou-se de fotografias aéreas, imagens de satélite e bases cartográficas e atualização de dados em pesquisas de campo. O rio encontrou-se bastante eutrofizado, com a presença de plantas aquáticas, com altas concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio e Coliformes. A expansão na área alterou o equilíbrio do sistema, a área de proteção ambiental, situada na margem esquerda do rio Pitimbu, sofreu um processo de degradação, isso devido à ocupação

desordenada. Na área de Parnamirim a ampliação da zona urbana comprometeu as condições de equilíbrio do ambiente constituinte da bacia. A intervenção antrópica, na mudança da paisagem geográfica, alterou o regime hídrico, influenciando o curso fluvial. É sugerida a criação do Plano Diretor de Parnamirim e a efetivação do Plano Diretor de Natal, e a realização do planejamento integrado, com participação do poder público, da sociedade civil e da iniciativa privada. É sugestão do Santos também, a criação do Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica baseado no princípio usuário/poluidor-pagador (quem capta, paga; quem polui, paga; quem despolui, tem impostos diminuídos).

OLIVEIRA (1999) fez um estudo utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS), objetivando mapear e georeferenciar as Zonas de Proteção Ambiental (ZPA's) da cidade de Natal, realizando diagnóstico ambiental, através das características e influenciadores físicos, antrópicos e estruturais. As áreas testes são as ZPA's do Parque Estadual Dunas de Natal, a de Lagoinha no bairro de Ponta Negra e a compreendida entre o rio Pitimbu e a avenida dos Caiapós no bairro Pitimbu. As ZPA's em estudo estão passando por processo contínuo de especulação imobiliária com expansão direta em seu entorno. Por serem zonas urbanas, são de grande importância para a qualidade de vida da população. A falta de conscientização da população que desconhece essas zonas é um agravante ao problema, pois foram verificados pontos de depósito de lixo, queimadas, retirada de material sedimentar, entre outros. Sugere a efetivação das leis ambientais com sua regulamentação; elaboração de um plano de desenvolvimento sócio-ambiental envolvendo a participação dos municípios que estão inseridos na Grande Natal; fortalecer a prática de licenciamento ambiental; exigir os EIA e RIMA para qualquer atividade nas ZPA's.

BORGES *et al.* (1999) elaboraram um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente à implantação do sistema para tratamento de efluentes líquidos industriais (SITEL) do Centro Industrial Avançado do Rio Grande do Norte (CIA/RN), objetivando a realização de estudos sobre as áreas de influência desse sistema e alternativas para minimizar os riscos ao meio ambiente. Concluíram que as alternativas de implantação do SITEL na área é inadequada visto a fragilidade ambiental e a grande importância que o contribuinte possui no rio Pitimbu.

A pesquisa realizada por RAMALHO (1999) sobre a “evolução dos processos erosivos em solos arenosos entre os municípios de Natal e Parnamirim (RN)”,

compreendendo a bacia hidrográfica do rio Pitimbu, denotou através de amostragens e pesquisas de campo, zonas de encostas, barrancos, depósitos de fundo de ravinas e zona de espraiamento, a natureza do processo erosivo. Apesar de ser complexa a sua determinação, constatou que alguns fatores exercem influência na erosão dos solos tais como a intensidade pluvial, as propriedades físicas e químicas do solo, a declividade das encostas, a cobertura vegetal e a ação antrópica. Ainda, o uso indiscriminado do solo, destruindo a vegetação natural, propicia alterações ambientais em virtude da ação dos ventos removendo os sedimentos.

O Governo do Estado do Rio Grande do Norte, através do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte (EMATER) elaborou em 2000, um projeto de recuperação e conservação das matas ciliares, objetivando a recuperação de 120 ha da mata ciliar ao longo do rio e lagoa do Jiqui, e também incutir, nas pessoas que ali habitam, um processo de conservação e regeneração natural, visando fortalecer o ecossistema e a qualidade devida. Alguns ecossistemas da região encontram-se comprometidos devido à ação antrópica, provocada pela grande especulação imobiliária, turismo e ação agrícola desordenada. Como proposta do projeto, deve-se fomentar o envolvimento de órgãos governamentais das três esferas, órgãos não-governamentais (ONG's), entidades de bairros, associações de proprietários de terra, etc.

Com o objetivo de avaliar as condições do sistema água-sedimentos ao longo do rio Pitimbu, GUIMARÃES SEGUNDO (2002) fez coletas de amostras de sedimentos e água em 50 pontos de coleta, sendo 34 para sedimentos e 16 para água. Foram considerados os parâmetros físico-químico, bacteriológicos e compostos orgânicos, chegando a conclusão que as substâncias encontradas na água estão dentro dos padrões exigidos pela RESOLUÇÃO CONAMA nº 20/86 e Ministério da Saúde. Apesar de se ter encontrado coliformes, turbidez, óleos e graxas em três pontos de coleta e, alguns metais pesados em pontos esparsos, o rio apresenta boa capacidade de autodepuração, fazendo-se necessário o seu monitoramento.

BORGES (2002) em seu trabalho "Implicações ambientais na bacia hidrográfica do rio Pitimbu (RN) decorrentes das diversas formas de uso e ocupação do solo", objetivou investigar as condições ambientais analisando a problemática através de uma abordagem teórica contemplando o inter-relacionamento das

variáveis do meio, com respectivo uso e ocupação do solo. Os resultados mostraram uma área ambientalmente frágil, com processo rápido de degradação, ocasionado por uso inadequado do solo. A degradação ambiental promove a deterioração da qualidade da água. Sugeriu a necessidade de desenvolver a gestão integrada da bacia, observando a participação da sociedade.

Em “Diagnóstico Ambiental da Microbacia do Rio Pitimbu” SILVA (2003), procurou fornecer alguma visibilidade da enorme tarefa da avaliação dos impactos ambientais evidenciados na área em estudo. Com base nos resultados, ela concluiu que a área apresenta uma fisionomia natural bastante modificada, onde a erosão do solo constitui a forma de degradação identificada. Com o estudo do mapa de hipsometria pode-se observar que a região situada entre o médio e baixo Pitimbu é ocupada por terrenos com altimetria superior a 30 metros. Em relação à qualidade ambiental, constatou-se a interferência antrópica ocorrendo de forma desordenada, com desmatamento, construção civil e agricultura que intensifica os processos erosivos. Conclui com a importância de se realizar um constante monitoramento do sistema Pitimbu, feito por órgãos competentes.

4- ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

4.1. Localização geográfica

A Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu constitui um polígono irregular, cujo retângulo situa-se entre os paralelos 5°50'00" e 5°57'53" de latitude Sul e os meridianos 35°11'08" e 35°23'19" de longitude Oeste. Esta bacia faz parte de uma bacia maior a Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi, que é composta pelos rios Pirangi, do Canto, Cajupiranga e Jiqui, além do rio Pitimbu. Possui uma área de contribuição de 441.971.292 m², ou seja, uma área aproximada de 441,97 km².

Os municípios integrantes da bacia hidrográfica do rio Pitimbu são Macaíba, Natal e Parnamirim. Contribuem com parcelas de seus territórios, cujos percentuais de área na bacia em divisa são 43, 10 e 47% respectivamente.

A bacia hidrográfica do rio Pitimbu (BHRP) possui área de contribuição aproximadamente igual a 132,46 km². O município de Macaíba apresenta uma área de contribuição para a bacia de aproximadamente 54,74 km², que corresponde a 43% da bacia hidrográfica considerando a lagoa do Jiqui como seu exutório, sendo que para esse estudo somente será analisado o trecho superior desta bacia, trecho este totalmente inserido no município de Macaíba/RN que compreende uma área aproximadamente igual a 42,05 km² correspondendo a aproximadamente 31,75% da área total da BHRP e a 76,82% da área inserida no Município de Macaíba/RN.

A justificativa da escolha dessa área foi a proximidade da capital do Rio Grande do Norte, Natal, e ao fácil acesso; também a grande importância desse rio para o abastecimento da cidade de Natal, porém o motivo principal foi a utilização de uma área menor para se ter um estudo mais detalhado principalmente do trecho superior, visto a grande quantidade de trabalhos desenvolvidos na área da Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu (BHRP) e com o intuito de levantar subsídios que levem aos órgãos governamentais e suas instituições a protegerem aquela área desenvolvendo um programa de conservação com intenso sistema de monitoração e fiscalização, a exigir que a jusante deste trecho seja diminuídos os impactos causados pela exploração agrícola ali existente garantindo um rio e, conseqüentemente, a lagoa do Jiqui (exutório do rio Pitimbu), uma qualidade superior perpetuada para as futuras gerações, visto que a lagoa do Jiqui é responsável por diluir 70% da água consumida na cidade de Natal, pois os poços,

principal meio de abastecimento, encontram-se com a quantidade de nitratos muito acima dos padrões estabelecidos. Desta forma, a alternativa apresentada para este estudo é a conservação do rio Pitimbu iniciando-se pelo trecho superior e transformando-o em uma área oficialmente protegida.

A cidade de Macaíba dista 22 km da cidade de Natal sendo interligada pelas rodovias federal BR-304 e BR-226 e a rodovia estadual RN-160, possuindo uma área geográfica de 492,00 km² e uma população estimada em 54.812 habitantes, sendo 37.805 habitantes na área urbana e 17.007 habitantes na área rural. Os limites geográficos do município são: ao Norte, com os municípios de Natal e São Gonçalo do Amarente; ao Sul, com os municípios de Vera Cruz e São José de Mipibú; a Leste, com o município de Parnamirim; a Oeste, com os municípios de São Pedro, Bom Jesus e Ielmo Marinho (MACAÍBA, 2000).

O trecho em estudo está compreendido desde a sua nascente na comunidade de Lagoa Seca, na fazenda Bom Conselho de propriedade do Sr. José Jailson Barbosa, e termina na comunidade de Passagem de Areia no sítio Rã Natal de propriedade do Sr. José do Nascimento Brandão. Este trecho possui aproximadamente 13,7 km de extensão de rio onde é caracterizada por uma concentração fundiária muito grande, com algumas grandes propriedades de terra e muitos outros pequenos sítios. Após o sítio Rã Natal, encontra-se inserida a margem da BR-304 o CIA-RN (Centro Industrial Avançado) configurando-se como o mais recente pólo industrial do Rio Grande do Norte e, o SITEL (sistema de tratamento de efluentes industriais) para tratamento de efluentes que são produzidos pelas fábricas do CIA. O CIA não é objeto de estudo deste trabalho, pois a área não poderia ser enquadrada como uma Área de Proteção Ambiental (APA), desta forma, foi limitado o estudo a uma área que pudéssemos propor a criação e desta forma preservá-la deixando o trecho a jusante com a garantia de se ter um trecho de bacia a montante com suas características intocadas.

Nessa área pode-se verificar o predomínio da atividade rural, sendo caracterizada pela agricultura de subsistência desenvolvida na planície de inundação e nos terraços que pertencem ao leito do rio Pitimbu, bem como pela agricultura desenvolvida para comercialização de frutas, mas que não apresenta um planejamento ou acompanhamento técnico, desta forma, poderia apresentar o lançamento desordenado de agrotóxicos no leito do rio provocando a diminuição da capacidade de autodepuração do mesmo.

A agricultura de subsistência é a predominante, ou seja, as produções são desenvolvidas para consumo da população ribeirinha, dentre as que se apresentam podemos destacar as produções de mandioca, batata doce, mamão havaí, feijão, banana, capim, sorgo, milho, coco, caju e manga.

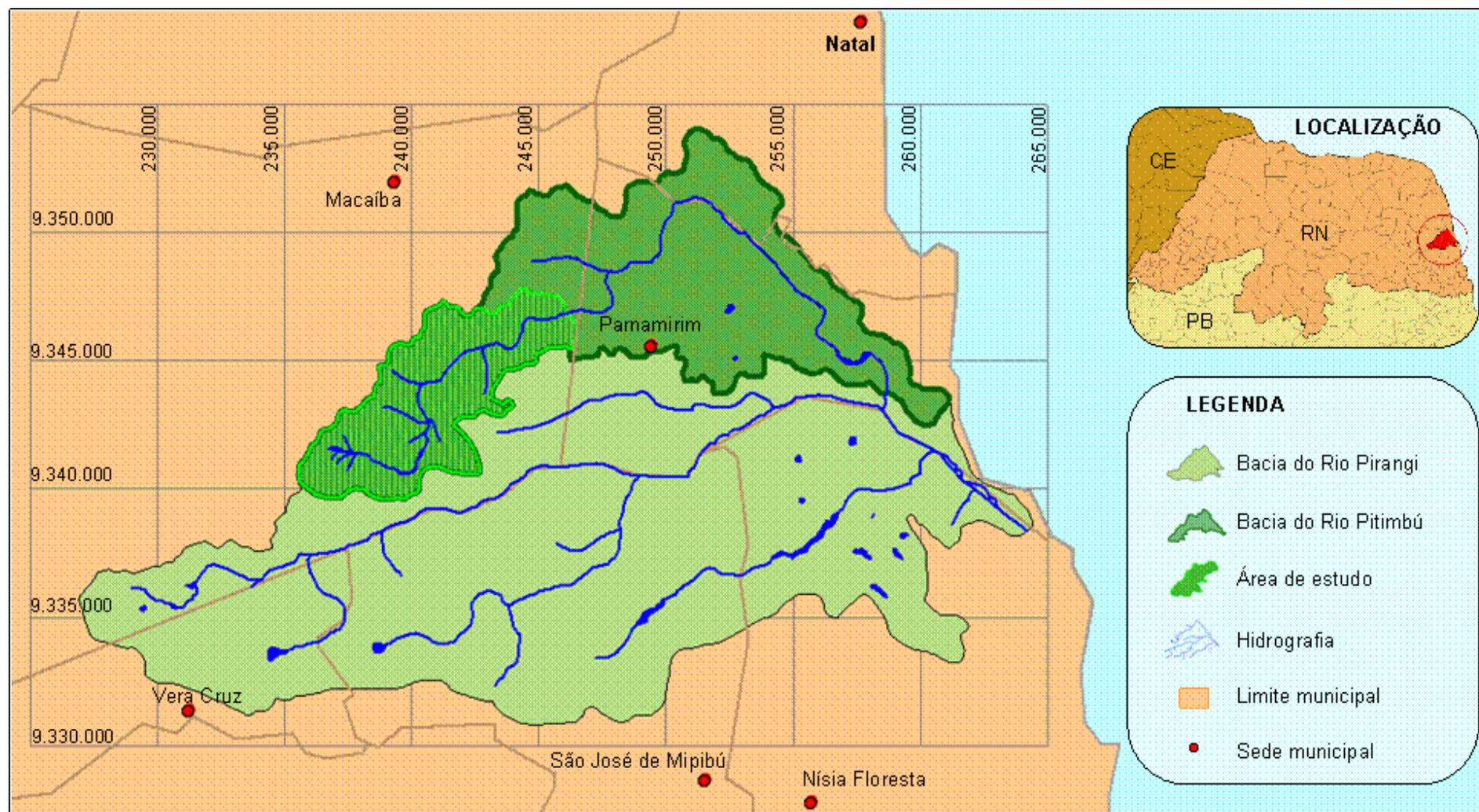


Figura 4.01 - Mapa de localização da bacia do rio Pirangi

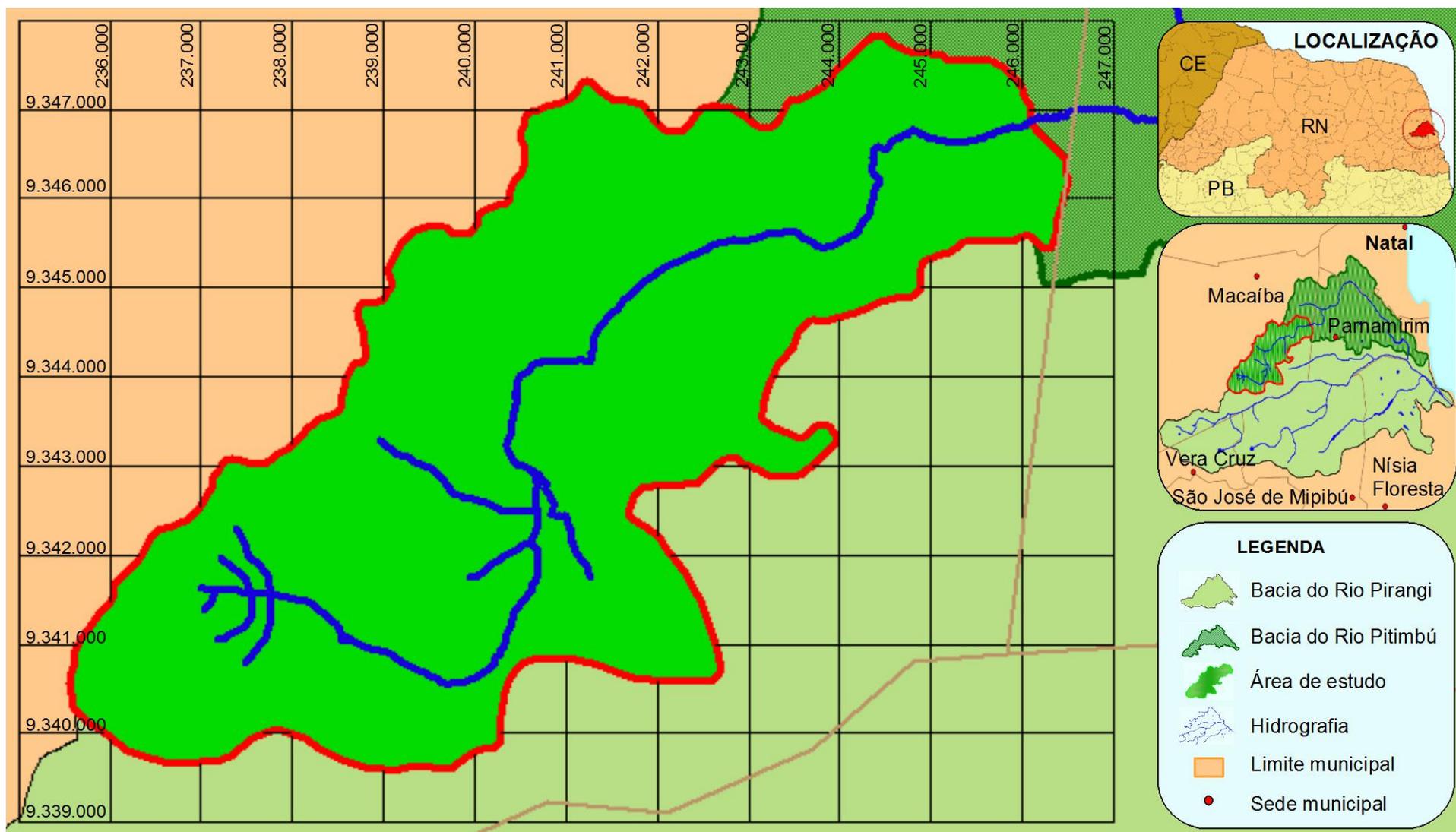


Figura 4.02 - Mapa de localização da bacia em estudo

4.2. Caracterização física e biótica

4.2.1 Clima

O clima na área em estudo é classificado como do tipo As' (tropical chuvoso) com estação seca de Agosto a Fevereiro e a estação chuvosa estabelecida de Março a Julho. É apresentada na tabela 4.1 a variação da temperatura e da precipitação observadas nas estações climatológicas do CATRE e UFRN.

De acordo com a classificação climática do Estado do Rio Grande do Norte (SERHID), essa bacia apresenta-se inserta em um faixa com clima sub-úmido do tipo C1dA'a', segundo a classificação climática de Thornthwaite, com característica de clima seco e sub-úmido, com pequeno ou nenhum excesso d'água, megatérmico, com baixa variação estacional.

O volume aproximado de precipitação pluvial anual captado pela BRHP é cerca de $182,72 \times 10^6 \text{ m}^3$, em média.

A temperatura média anual foi de 26,7 °C, entre os anos de 1990 e 2000 observados na estação climatológica do CATRE, sendo a menor temperatura média mensal igual a 20,4 °C, nos meses de Julho e Agosto, e maior temperatura média mensal igual a 33,1 °C, no mês de Março. O valor de temperatura observado entre os anos de 1984 e 2000 na estação climatológica da UFRN foi a temperatura média anual de 26,1 °C. A menor temperatura média mensal observada foi de 20,8 °C no mês Julho e a maior temperatura média mensal observada foi de 30,7 °C no mês de Fevereiro.

A umidade média relativa anual foi de 79%. Sendo a menor umidade média relativa anual igual a 75%, nos meses de abril, maio, junho e julho e a maior umidade média relativa anual igual a 83%, nos meses de outubro, novembro e dezembro.

A taxa de evaporação anual foi de 2.133mm. E o total anual de evapotranspiração foi de 1.549mm.

Tabela 4.01 – Valores mensais de temperatura da Estação Climatológica do CATRE e da UFRN

Meses	CATRE (1990-2000)			UFRN (1984-2000)	
	Temperatura			Temperatura	
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Máxima
Janeiro	23,4	27,6	32,4	23,8	30,3
Fevereiro	23,3	27,8	32,9	23,5	30,7
Março	23,7	27,7	33,1	24,1	30,2
Abril	22,7	27,2	32,6	23,1	30,0
Maiο	22,5	26,7	32,3	22,6	29,6
Junho	21,1	25,8	31,3	21,9	28,4
Julho	20,4	25,1	30,6	20,8	28,0
Agosto	20,4	25,2	30,7	20,9	28,5
Setembro	20,9	26,0	31,2	21,8	28,9
Outubro	21,9	26,7	31,9	23,1	29,6
Novembro	22,4	26,9	31,7	23,1	29,9
Dezembro	22,9	27,4	32,1	23,7	30,2

Fonte: GUIMARÃES SEGUNDO, 2002.

Tabela 4.02 – Valores médios mensais de precipitação segundo série histórica dos anos de 1911 a 2004

Meses	Precipitação (mm)
Janeiro	55,45
Fevereiro	91,26
Março	150,45
Abril	174,15
Maiο	157,63
Junho	164,55
Julho	128,02
Agosto	67,49
Setembro	29,06
Outubro	13,48
Novembro	16,73
Dezembro	24,84

Fonte: EMPARN, 2004.

4.2.2 Geologia

A geologia compreende três formações geológicas: Formação Barreiras, Depósitos eólicos e Aluviões. Apresentando uma estratigrafia constituída por rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino, sobrepostos por sedimentos areníticos e calcários com idade geológica Mesozóica e período Cretáceo.

A literatura existente considera que os sedimentos Mesozóicos se sobrepõem a um pacote sedimentar Cenozóico/Terciário, o qual se compõe de clásticos areno-argilosos, com seixos de quartzo e limonita granulometricamente mal selecionadas e afossilíferas de ambiente fluvial.

A formação barreiras compreende as sedimentares que recobrem irregularmente as rochas Pré-Cambrianas e os sedimentos Mesozóicos da bacia sedimentar costeira, ocorrendo ao longo do litoral brasileiro no trecho compreendido entre os Estados do Rio de Janeiro até o Pará penetrando na baixada amazônica. (IPT, 1981).

Os sedimentos Quaternários (Holoceno) compreendem formações recentes, constituídas por depósitos de diversas origens litológicas, as quais apresentam textura bastante variada. O trecho em estudo é representado por depósitos aluvionares e sedimentos argilosos, arenosos e cascalhos.

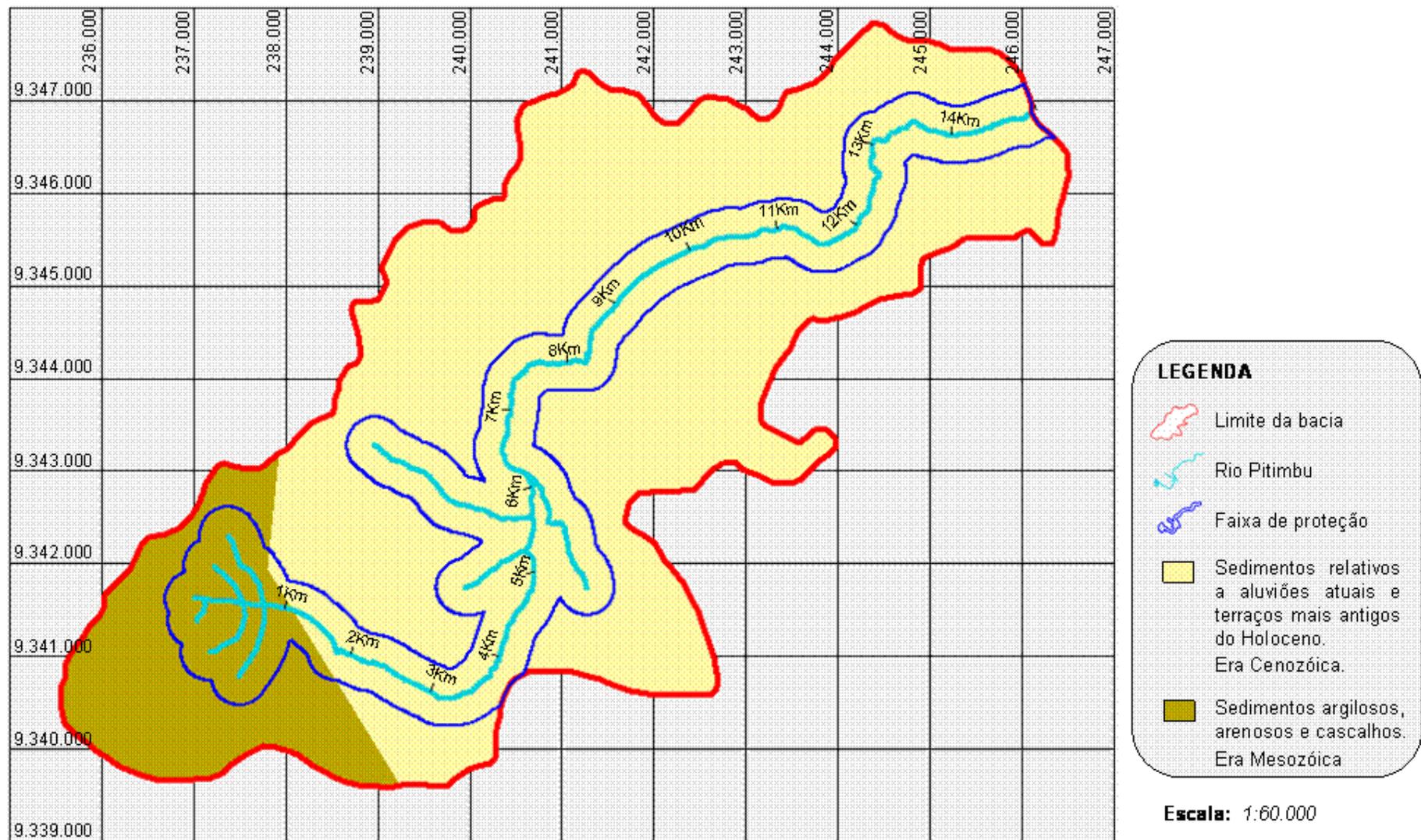


Figura 4.03 – Mapa Geológico do trecho em estudo na bacia hidrográfica do rio Pitimbu

4.2.3 Geomorfologia

Na região Nordeste a geomorfologia divide-se em quatro macrounidades que são: os Planaltos e Chapadões da Bacia do Parnaíba, Planalto da Borborema, Depressão Sertaneja do São Francisco, Planícies e tabuleiros Litorâneos.

Nos Tabuleiros Costeiros a topografia é plana a suavemente ondulada, encontra-se, sobre a mesma, os vales fluviais e ao longo da costa ocorrem em superfícies com inclinação fraca ou termina de forma abrupta, formando falésias na linha da costa. Em outras áreas, a continuidade desses terrenos é quebrada pelo aparecimento de dunas que cobrem grande parte dessa área, as quais formam verdadeiros cordões alongados paralelos, dispostos segundo a orientação SE-NW, em conformidade com a direção predominante dos ventos, localizadas a margem esquerda do rio Pitimbu na área de Natal e as formas tabulares, ou seja, os Tabuleiros Costeiros são encontrados predominantemente nos municípios de Macaíba e Parnamirim.

As dunas são fixas ou móveis e eleva-se até 60m de altura sendo constituídas por Areias Quartzosas, de cores brancas, amareladas e avermelhadas, resultante de gerações diversas (NUNES, 1996).

Santos (1999) diz que pelo fato dos rios Potengi, Jundiá e parte do Pitimbu serem originados por falhas de gravidade ou constituírem em fossa tectônica ou grabens, o relevo possui características de amplos talwegues.

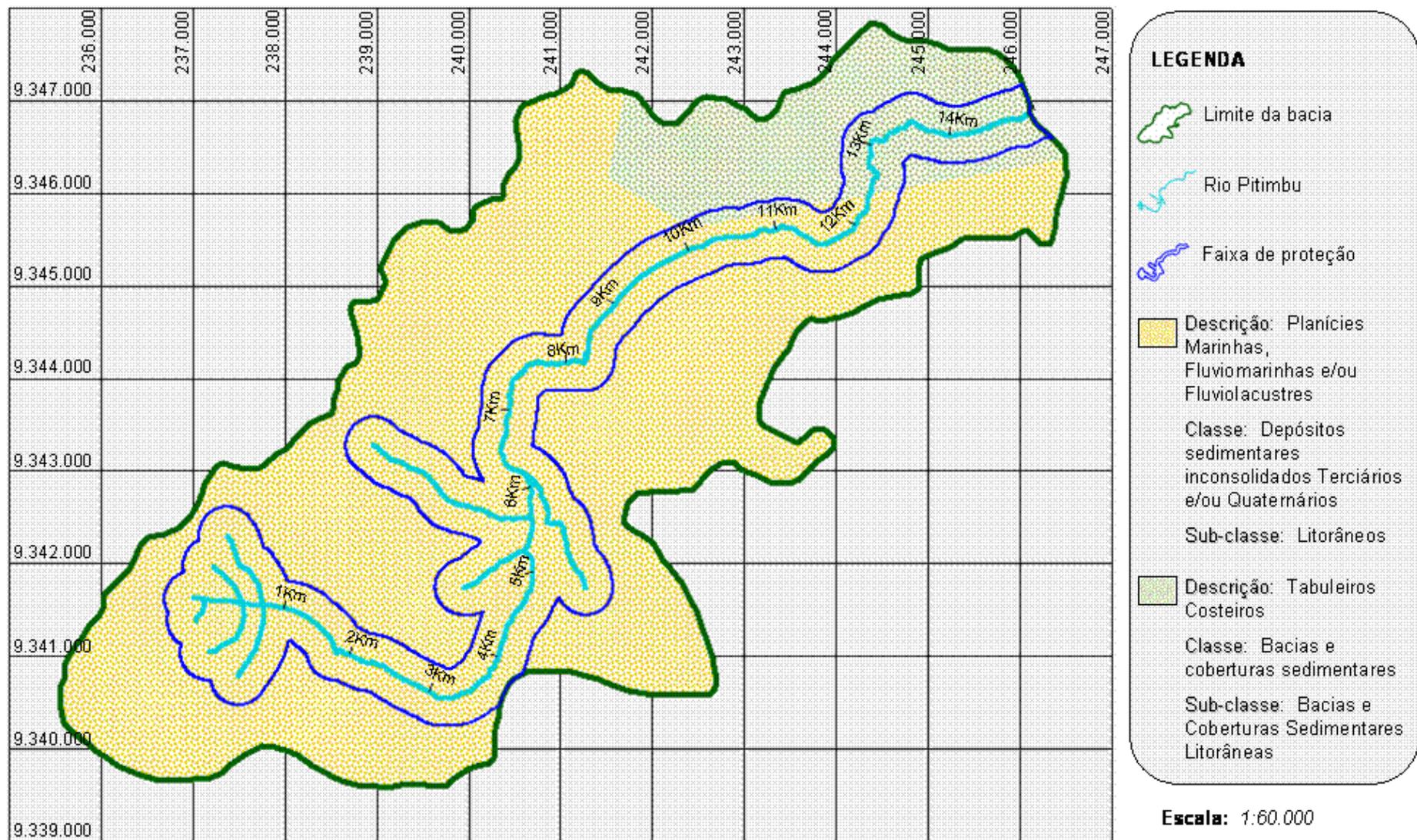


Figura 4.04 – Mapa Geo-morfológico do trecho em estudo na bacia hidrográfica do rio Pitimbu

4.2.4 Pedologia

São encontrados solos classificados, em nível de reconhecimento, como: Areias Quartzosas Marinhas distróficas, fase relevo suave ondulado e ondulado; Solos indiscriminados de mangue, textura indiscriminada, fase relevo plano; Solos Aluviais eutróficos, textura indiscriminada, fase floresta de várzea, relevo plano; Solos Glei eutróficos, textura indiscriminada, fases campos de várzea, relevo plano; Areias Quartzosas distróficas, fase floresta subperenifólica, relevo plano, associado com Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média, fase floresta subperenifólica, relevo plano e Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura média, fase floresta subperenifólica, relevo plano (NUNES, 1996).

A pedologia da BHRP é de solos bastante intemperizados, relacionados ao clima da região, bem como ao material de origem.

As unidades são coberturas podzolizadas e litólicas, cobertura latossilizada, cobertura arenosa quartosa e cobertura arenosa podzolizada.

As terras para irrigação da BHRP ainda são identificadas como terras aráveis de uso especial, aráveis de aptidão moderada, não aráveis e aráveis com aptidão restrita.

4.2.5 Hidrologia

- Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas da região da Grande Natal são consideradas como pertencentes ao Aqüífero “Dunas/Barreiras”, o qual constitui um sistema hidráulico único de caráter livre, estando sua potenciabilidade na dependência direta da infiltração das águas pluviais que ocorrem sobre as dunas e demais superfícies, sendo essa infiltração responsável pelo abastecimento do fluxo hídrico subterrâneo (MELO, 1995).

A qualidade da água natural do aqüífero livre é considerada excelente, por possuir condições físico-químicas adequadas ao consumo humano. É desaconselhável o seu uso doméstico (consumo humano), devido à susceptibilidade deste aqüífero a contaminação de suas águas, principalmente, por efluentes sanitários (sistemas individuais de fossas sépticas/sumidouros) e lagoas de

captação de águas pluviais, que também recebem esgotos domésticos, dentre outros efluentes, *in natura*, ligados clandestinamente às galerias destinadas à coleta exclusiva de águas pluviais, que por causa da sub-superficialidade do lençol freático e suas características geológicas e pedológicas, poderá contaminar-se, principalmente, se originado em ambientes de proliferação de microorganismos patogênicos, gerando riscos a população de contrair doenças através, sobretudo, da veiculação hídrica.

- *Águas Superficiais*

A bacia do rio Pitimbu está inserida na unidade fisiográfica constituída por dois domínios Geo-ambientais: o domínio das Colinas Cristalinas e o Domínio Litorâneo-eólico. (NUNES, 1996).

Com base nas características hidrogeológicas no Litoral Oriental, a bacia do rio Pitimbu apresenta a seguinte descrição: juntamente com outros cursos d'água tais como o riacho Taborda (rio Cajupiranga) e o rio Pium, formam a bacia do rio Pirangi o qual deságua no oceano Atlântico.

O rio tem caráter perene apresentando deflúvio o ano todo e, de acordo com as condições do ano, apresenta oscilação de vazão. Nos meses de junho e julho, época de maiores precipitações pluviais apresenta um aumento na vazão e deflúvio, devido às águas das chuvas. No mês de fevereiro a vazão é reduzida e no mês de março o deflúvio aumenta.

Ocorrem ainda algumas lagoas alinhadas dentro de vales, a lagoa da FAB (Força Aérea Brasileira) e a lagoa do Jiqui, no vale do Rio Pitimbu, que funcionam como reservatório natural de abastecimento d'água para uma parte da população da Grande Natal. A lagoa do Jiqui apresenta uma capacidade de acumulação de $22 \times 10^6 \text{ m}^3$, e constitui uma das principais fontes de captação das águas superficiais para o abastecimento urbano de Natal.

Dados levantados pela EMPARN/CAERN (2002), a lagoa do Jiqui apresentou, no período de março a agosto de 2000, um volume de captação de água de $22.497.559,3 \text{ m}^3$.

4.2.6 Vegetação

A cobertura vegetal natural (que não sofreu intervenção antrópica) da BHRP é classificada como Savana Florestada e como Formações pioneiras, onde predomina a restinga. (COSTA, 1995).

A região em estudo apresenta uma composição fitogeográfica que está relacionada com as condições climáticas, topográficas e do solo. As espécies inseridas no âmbito de abrangência da microbacia do rio Pitimbu correspondem a uma vegetação secundária onde alguma sucessão vegetal ocorreu, caracterizando assim, um ambiente remanescente de Mata Atlântica.

A Mata Atlântica ocorre em faixas muito estreitas, por vários fatores, entre eles o homem, que vem modificando a constituição natural desse ecossistema, existindo atualmente uma vegetação secundária e plantas cultivadas que substituíram a mata primitiva.

Com a fixação de grupos humanos deu-se início ao processo de destruição de espécies nativas com a posterior introdução de culturas, pastagens e edificações.

4.2.7 Fauna

Os mamíferos presentes são a raposa, o mico-estrela-do-tufo-branco e o preá. Ainda foi encontrado em maior número o jacaré-de-papo-amarelo, a serpente-salamanta, a falsa-coral, a cobra-verde, a coral-verdadeira, o corricampo, a cobra-de-duas cabeças, a víbora, a lagartixa, o camaleão e o calango camaleão, a cobra-verde, a cobra-de-veado e o carcará. Segundo o IBAMA o jacaré-de-papo-amarelo é ameaçado de extinção.

Quanto à ornitofauna, foi identificado o urubu-de-cabeça-preta, a rolinha-branca, o anum-preto, o anum-branco, o beija-flor-verde, o beija-flor-tesoura, o beme-te-vi, a lavandeira-de-cara-branca, o concriz, o sibite, o vem-vem, e o galo-de-campina-bigodinho. Os pássaros: curió, pêga, xexéu boa, graúna, cabocolinho e carcará.

Quanto a mastofauna, incluem-se o rato-cachorro, o gambá, o saguim e os vários morcegos.

Os peixes encontrados foram o muçum, a traíra, o cascudo, o piaui, o jundiá, o cangatí, o maria doce-bagre de água doce e o bebel.

5- MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Uso e Ocupação da Área

A ocupação humana ao longo da bacia hidrográfica do rio Pitimbu se deu de forma desordenada, através de desmatamento, queimadas, atividade extrativa agressiva e ocupações urbanas generalizadas que gerou impermeabilização do solo e lançamento de esgoto industrial e doméstico, o que promoveu a deterioração da qualidade das águas e aumentou o risco de propagar doenças de veiculação hídrica.

Os principais usos das águas do rio Pitimbu são para abastecimento de água, pequena agricultura e uso industrial.

O rio Pitimbu é o único afluente da lagoa do Jiqui. Ela é um dos principais reservatórios de abastecimento da capital do Rio Grande do Norte, pois fornece 25% da água que abastece a zona ao sul do rio Potengi (zonas oeste, leste e sul). A água apresenta excelentes índices de cor e turbidez do período de estiagem, dispensando a adição de coagulantes no processo de tratamento, requerendo neste período apenas filtração, correção de pH e desinfecção. Além disso, a sua água vem sendo utilizada na diluição do reservatório R-3 que está comprometida em termos qualitativos devido ao alto teor de nitrato oriundo dos impactos gerados pela ocupação desordenada do solo. O R-3 está localizado ao lado do Hospital Walfredo Gurgel e é composto por três reservatórios. Ele abastece a população dos bairros do Alecrim, Lagoa Seca, Morro Branco, Barro Vermelho, Cidade Alta, Tirol e Petrópolis.

No presente estudo, no trecho superior, evidenciou-se o tipo de ocupação existente, pois em sua totalidade encontram-se ocupada por áreas de exploração fundiária, seja de grande ou pequeno porte.

A área, apresentada por propriedades rurais, preocupa pela grande quantidade de barramentos em seu leito sendo identificados 14 na região de estudo, estes foram executados para acumulação de água para irrigação. Essa grande quantidade de barragens provoca um conflito entre os usuários a jusante destes, principalmente quando dos períodos de estiagem (baixa precipitação).

Para se identificar os problemas observados na área em estudo foram elaborados mapas temáticos que mostram as faixas de proteção permanente criadas pela Lei Federal 4.771 de 15 de setembro de 1965 que em seu Art. 2º diz que são áreas de proteção permanente as florestas e demais formas de vegetação ao longo

de: na alínea “a”: ao longo dos rios; mapas de uso e ocupação do solo, **Figura 5.01 – Mapa de uso e ocupação do solo**, com o intuito de evidenciar a utilização desta área rural suas diversas formas de culturas e áreas de conservação permanente, onde cada proprietário teria que destinar um mínimo de 20% do total de sua propriedade para esta finalidade; ainda foram criados mapas mostrando os diversos barramentos existentes, sendo verificada sua importância para o rio Pitimbu, pois alguns apresentam grande acúmulo de água provocando uma diminuição na disponibilidade hídrica para os usuários a jusante como mostrado na **Figura 5.03 – Barramentos ao longo do rio Pitimbu na área em estudo** e na **Tabela 5.02 - Barramentos ao longo do rio localizados na área em estudo**.

A grande quantidade de barramentos observada no trecho em estudo, evidenciada principalmente para utilização na irrigação caracteriza esta área como eminentemente rural, cada proprietário, para melhor aproveitamento de suas terras, adotou a construção de barragens, muitas vezes sem uma técnica construtiva adequada provocando o acúmulo de água, mas, também gerando danos ao ambiente aquático, como o grande número de plantas aquáticas e, modificando a paisagem natural. Na **Tabela 5.02 – Barramentos ao longo do rio localizados na área de estudo**, na **Figura 5.03 – Barramentos ao longo do rio Pitimbu na área em estudo**, são mostradas as intervenções que foram realizadas nas propriedades no trecho em estudo, denotada na **Figura 5.02 – Mapa das propriedades (usuários de terra)**, e descrita na **Tabela 5.01 – Cadastro de usuários localizados na área de estudo**, bem como as características de utilização e intervenção provocada e, o tipo de material que fora utilizado na sua construção.

Pode-se observar na **Figura 5.05 – Mapa de cobertura vegetal**, a predominância da área em propriedades rurais com agricultura tradicional e mista, com a presença de irrigação e, com o aparecimento de uma pequena área urbana na divisa dos municípios de Macaíba e Parnamirim.

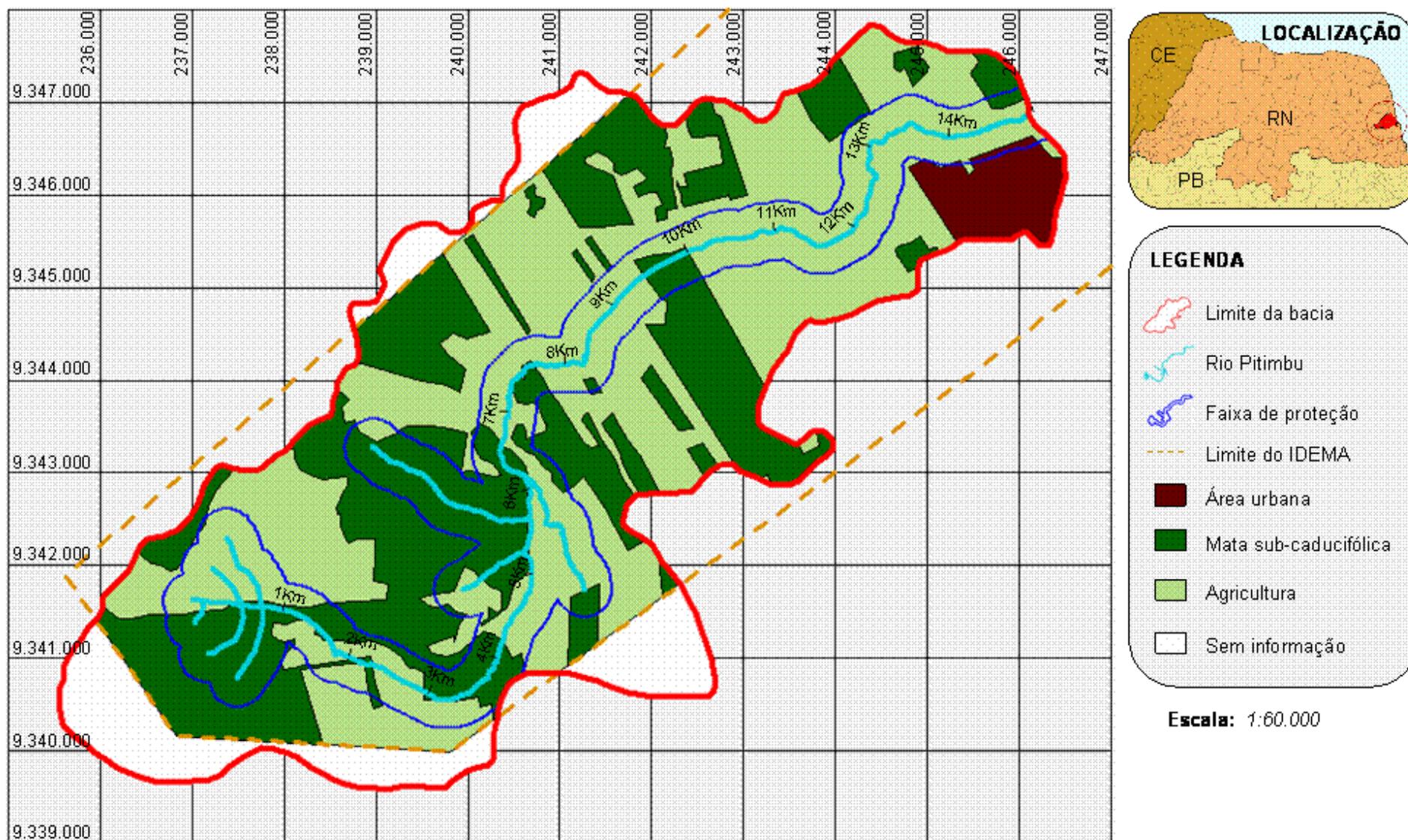


Figura 5.01 - Mapa de uso e ocupação do solo

Tabela 5.01 – Cadastro de usuários localizados na área de estudo

Imóvel/Localidade	Coordenadas		Proprietário	Atividade Principal
	X	Y		
Fazenda Lamarão	240327	9344239	Ana da Mata Toscano	Criação de cabras
Fazenda Lamarão	240527	9344459	Auri Bezerra da Nóbrega	Cultivo de macaxeira, batata e feijão
Granja Tedelromy	240722	9344431	Rivaldo de Oliveira	Criação de ovinos e aves/ Cultivo de mandioca, feijão e batata
Fazenda Sandiz	240830	9344504	Walter Sandiz	Criação de bois e aves
Granja Graviola	240921	9344558	Rodolfo Helinski Júnior	Cultivo de jerimum, feijão e batata
Granja Palmeira	240964	9344576	Ricardo Clécio	Criação de bois e aves/ Cultivo de abacaxi, feijão e banana
Granja do Pica-Pau Amarelo	241148	9344711	Luzinaldo Alves de Oliveira	Criação de ovinos e aves
Granja Raleodan	241235	9344850	Angelo José Gondim de Oliveira	Moradia/ Subsistência
Granja Santa Ana	241395	9344925	Cícero Fagundes dos Santos	Cultivo de mamão, banana e batata
Sítio Novo Horizonte	241475	9344988	Clidenor Costa da Silva	Criação de ovinos
Fazenda São Francisco	243519	9345848	Giácono Anderson Cesse	Criação de bois
Fazenda Lagene	242344	9345807	José Garcial da Nóbrega	Criação de suínos e bois
Fazenda Paraíso	240225	9345700	Samuel Francisco de Oliveira	Moradia/ Subsistência
Granja Passagem do Vigário	246005	9346842	José do Nascimento Brandão	Criação de aves
Granja Ponte Velha	245680	9346960	Sandro Luís de Lima	Moradia/ Subsistência
Granja São Vicente	245645	9346736	Tortorelli Nicola	Criação de aves/ Cultivo de mandioca, feijão e batata
Granja Honorina	245519	9346815	José Ulisses	Criação de aves
Fazenda Horizontes	244561	9346672	Isa Maria Varela de Paiva	Produção de água e gelo
Fazenda São José	243901	9346632	Arnaldo Gaspar	Cultivo de eucalipto
Granja Santa Clara	246044	9347147	Salatiel Rufino dos Santos	Criação de aves
Granja Santa Inês	245912	9347127	Nicodemos Ferreira da Silva	Criação de aves/ Cultivo de mandioca, feijão, milho e frutíferas
Fazenda Lagoa Seca	236778	9341783	Adilson Dantas	Criação de bois/ Cultivo de mamão e banana
Assent. Eldorado dos Carajás	240523	9343602	Assentamento Eldorado dos Carajás	Criação de bois e ovinos
Fazenda Curralinho de Cima	241620	9339629	José Aécio Olímpio Guedes	Criação de bois
Granja Pingo D`Agua	244554	9344885	José do Rego Farache	Apenas moradia

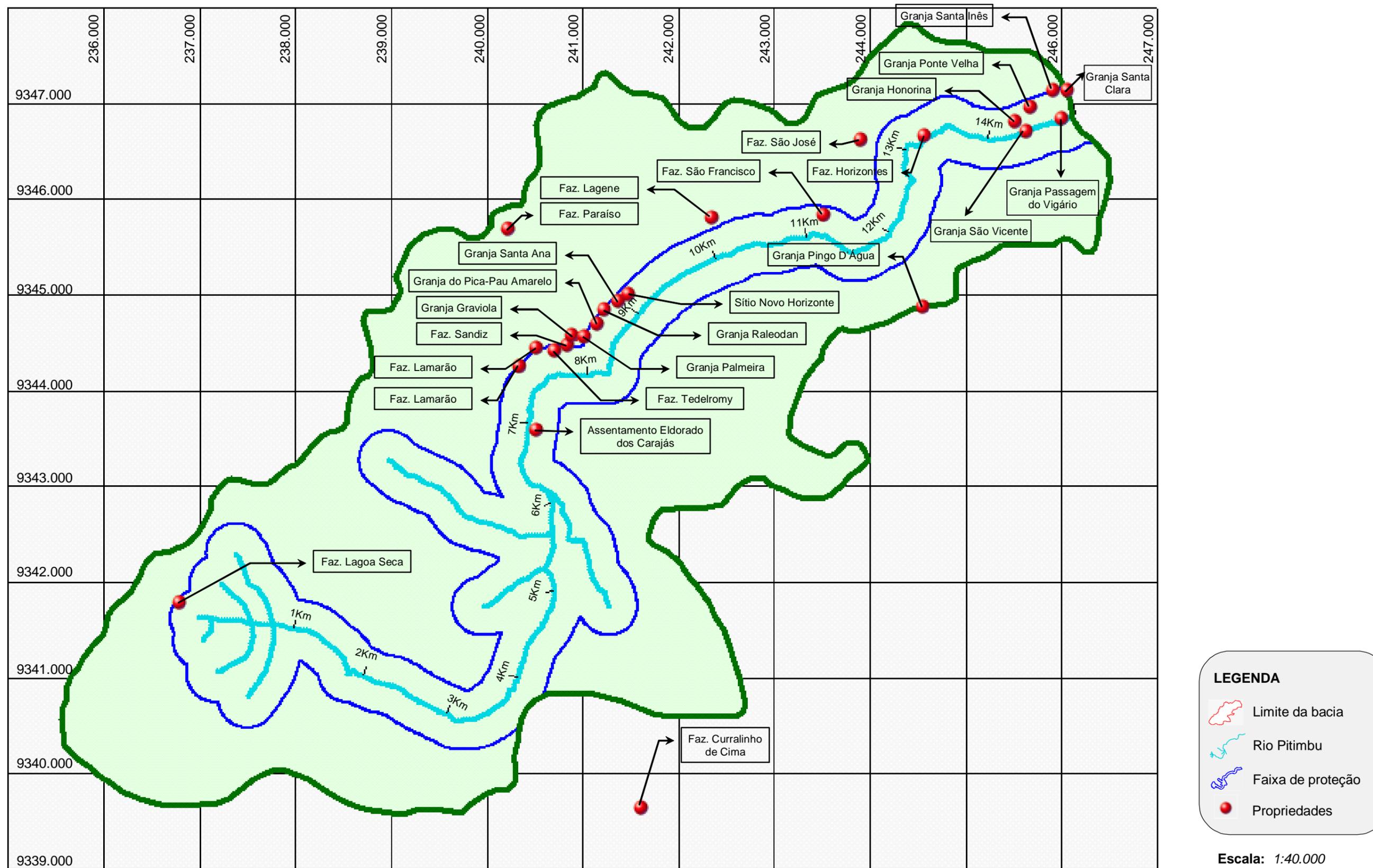


Figura 5.02 – Mapa das propriedades (usuários de terra)

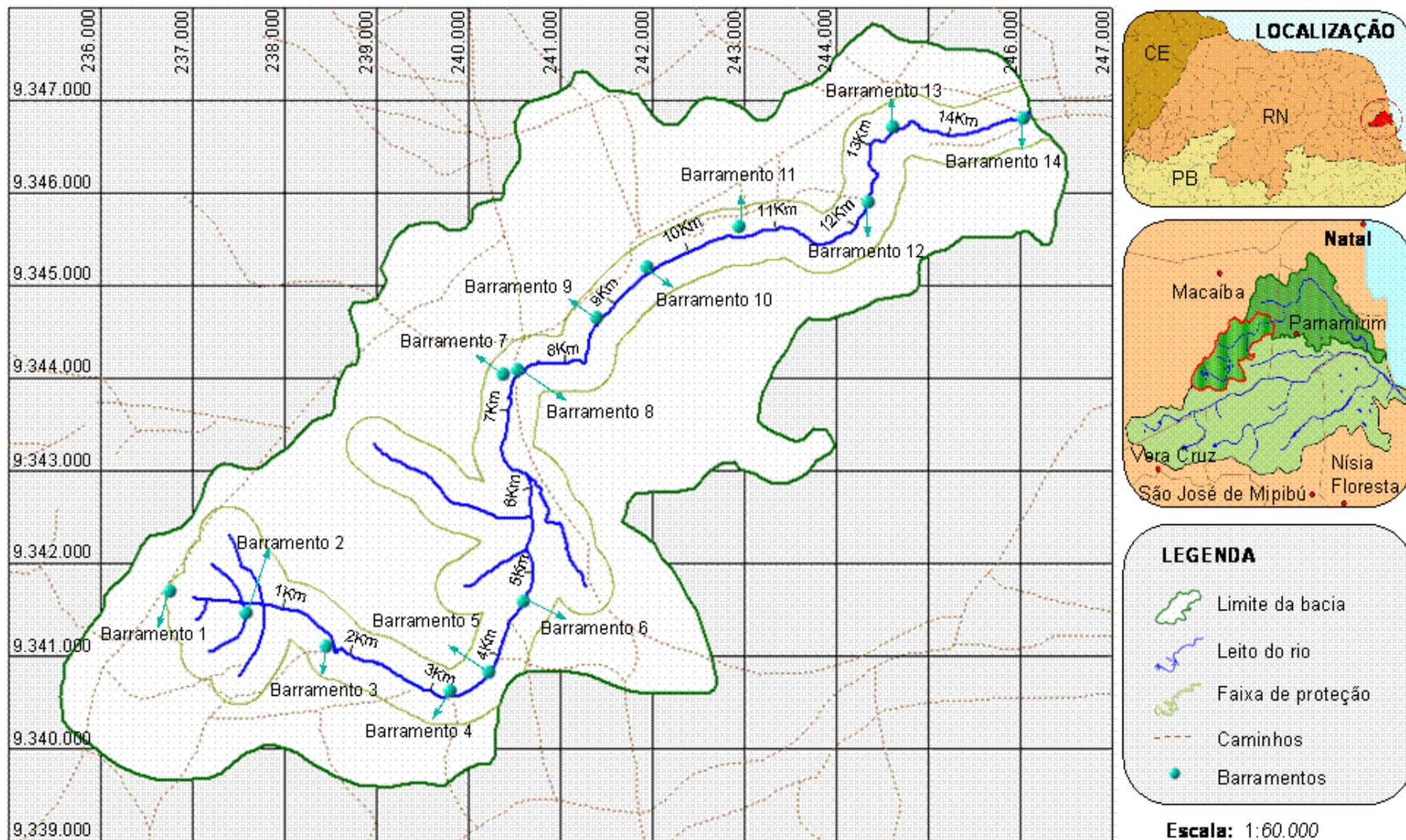


Figura 5.03 - Barramentos ao longo do rio Pitimbu na área em estudo

Tabela 5.02 – Barramentos ao longo do rio localizados na área de estudo

ID	Localidade	Coordenadas		Caracterização	Material
		X	Y		
1	Comunidade Lagoa Seca	236761	9341710	Interrupção do curso normal da Nascente principal do rio Pitimbú	
2	Comunidade Lagoa Seca	237589	9341476	Barreiro em argila - erosão na barragem - infiltração	Argila
3	Associação Bom Conselho	238459	9341103	Barramento – Agricultura	Terra
4	Granja Retirada	239806	9340623	Barreiro - Passagem de água	Piçarra
5	Fazenda Curralinho de Cima	240225	9340821	Barreiro / Passagem	Argila
6	Fazenda Lagoa Seca	240599	9341593	Barreiro em argila com vertedouro em concreto - estado regular (erosão) - represamento do Rio	Argila
7	Fazenda Lamarão	240423	9344071	Barramento rompido	Argila
8	Estrada de Lamarão	240527	9344079	Barramento para passagem de veículos	Terra
9	Granja Pica Pau Amarelo	241408	9344652	Barramento em perfeitas condições - Passagem de veículos	Picarra
10	Fazenda Paraíso	241945	9345204	Barramento em bom estado de conservação	Argila
11	Fazenda Lagene	242955	9345647	Barramento - bom estado de conservação - agricultura	Argila
12	Fazenda São José	244355	9345927	Barramento em bom estado de conservação	Concreto
13	Fazenda Novo Horizonte	244621	9346722	Barramento rompido	Pissara
14	Granja Passagem do Vigário	245979	9346824		Terra

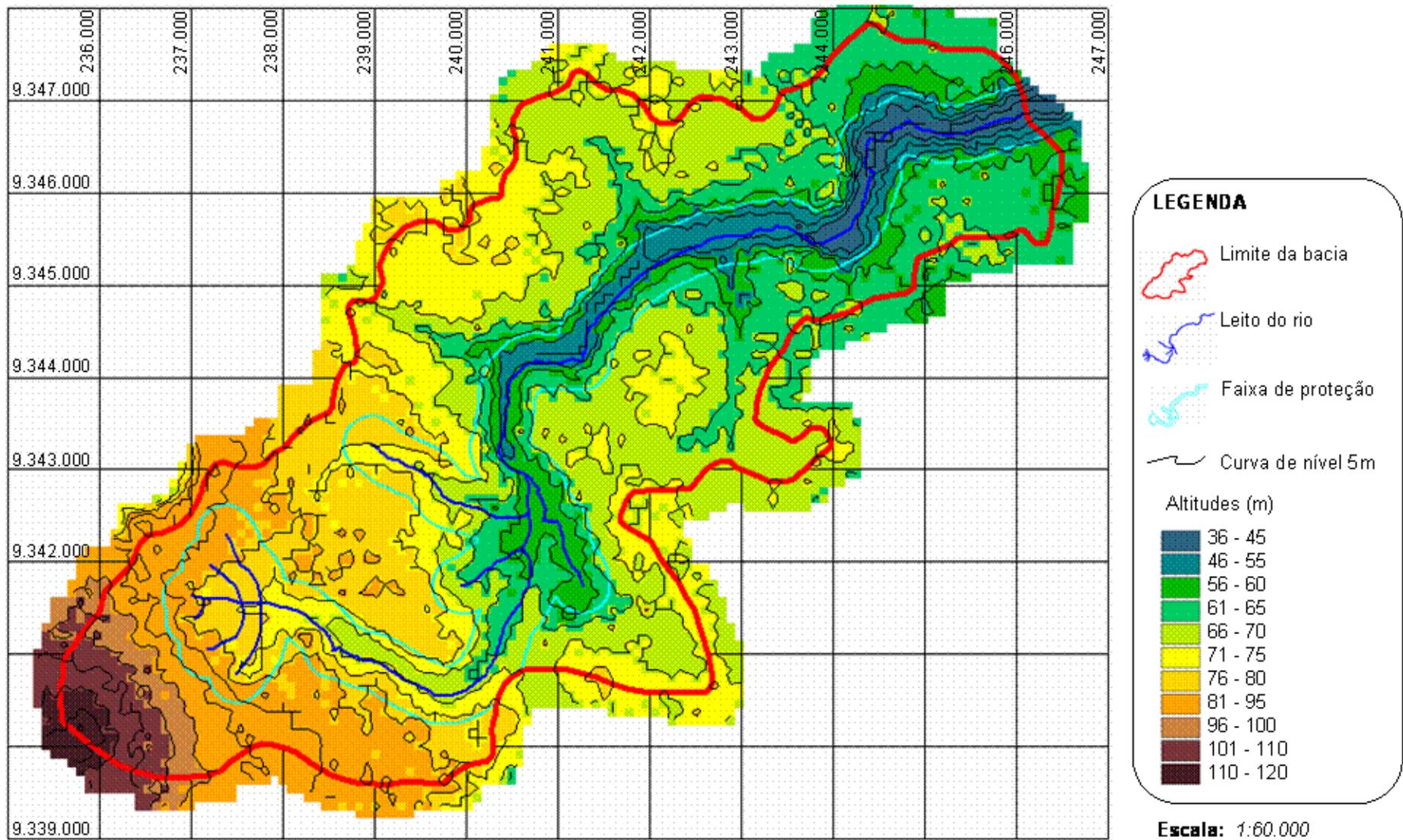


Figura 5.04 – Mapa de altitudes

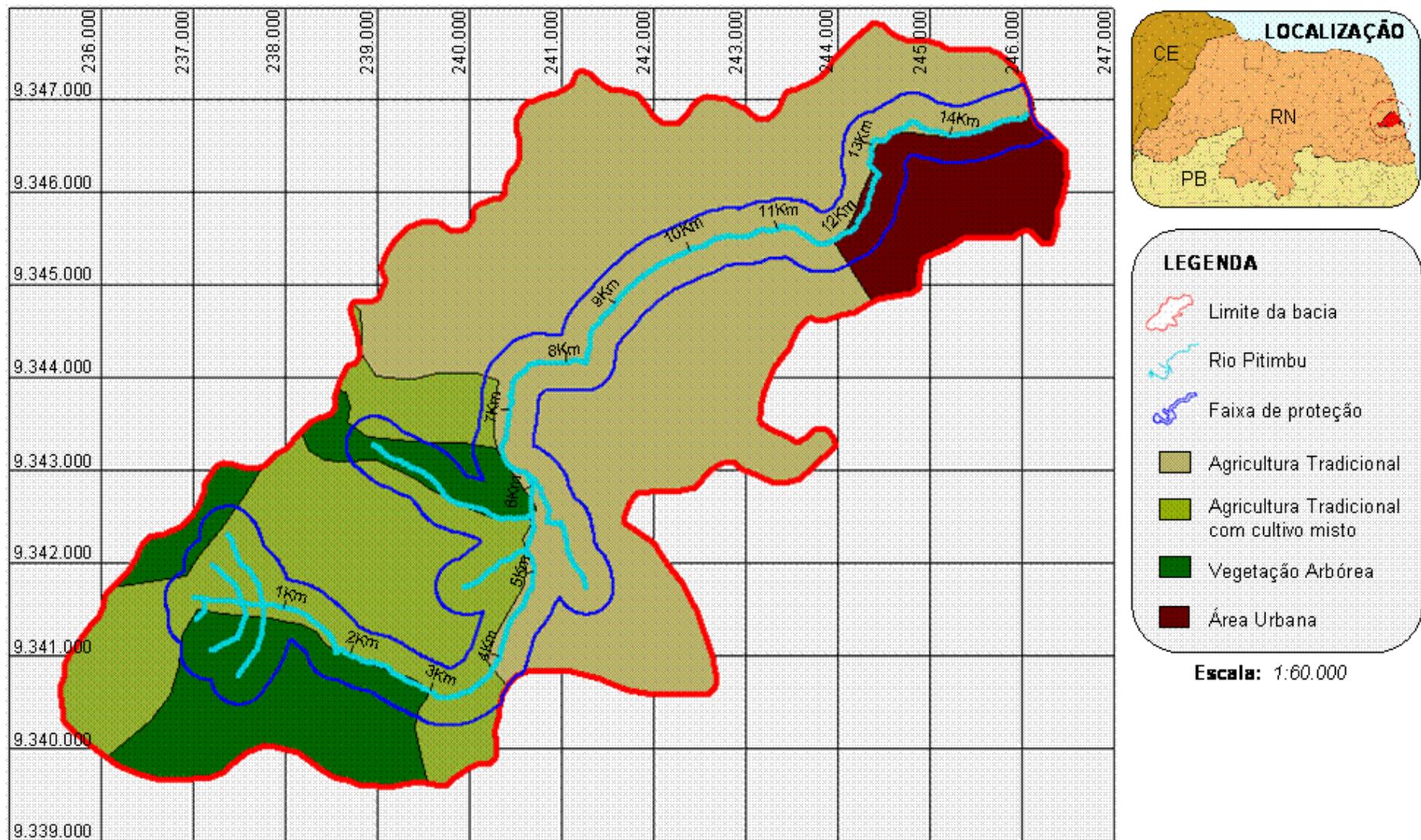


Figura 5.05 – Mapa de cobertura vegetal

5.2. Características do curso d'água

Para melhor compreender a disposição do trecho em estudo adotou-se dividi-lo de acordo com os pontos que foram estabelecidos para coleta destinada para a análise de qualidade da água demonstrados nos oito pontos inseridos na área de estudo.

O trecho em estudo está compreendido desde sua nascente no povoado de Lagoa Seca na Fazenda Bom Conselho de propriedade do Sr. José Jaílson Barbosa, ao qual fazem parte 12 famílias onde numeramos de ponto P01, e finaliza na Comunidade de Passagem de Areia Sítio Rã Natal de propriedade do Sr. José do Nascimento Brandão onde numeramos de ponto P08, este trecho possui aproximadamente 13,7km de extensão. Ainda teríamos um ponto à jusante deste, o ponto P09, que dista aproximadamente 4,0km do P08 que fica na ponte sobre o rio Pitimbu onde cruza a BR-304. Este ponto foi excluído do trabalho por englobar uma área onde apresenta instalado o Centro Industrial Avançado (CIA) no município de Macaíba. O trabalho tem a intenção de recomendar a criação de uma Área de Proteção Ambiental (APA), desta forma, ficou resolvido que o trecho seria eminentemente rural onde apresentasse nenhuma intervenção industrial e o mínimo de intervenção urbana. Porém, próximo ao ponto P08 já apresenta a implantação de um loteamento para casas residenciais no município de Macaíba e, na divisa com Parnamirim está implantada uma área de expansão urbana. A Resolução CONAMA nº 010 de 14 de dezembro de 1988 cita que as Áreas de Proteção Ambiental (APA's) são unidades de conservação, destinadas a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais, visando à melhoria da qualidade de vida da população e a proteção dos ecossistemas, desta forma, os atores envolvidos na preservação do rio poderiam vir a agir no sentido de conservar a área em estudo deste trabalho promovendo uma conservação visto a fragilidade que apresenta a região para a mesma tenha garantida a suas características, ainda naturais, inalteradas.

Os pontos de coleta de análise de água foram escolhidos devido à facilidade de acesso de automóvel ao local e, a entrada nas propriedades particulares facilitada pelos seus proprietários. Procurou-se ainda determinar uma distância entre os pontos de aproximadamente 2,0 Km para se ter uma equidistância entre eles, pois o trecho total é de 13,7 Km. Ainda teríamos pontos próximos às barragens,

tanto a montante quanto a jusante, e em passagens molhadas, onde se podem verificar as condições mais adversas de pontos coleta de água. Com estas condições citadas acima foi estabelecido os pontos de coleta demonstrada na **Figura 5.06 – Pontos de coleta para análise de qualidade da água.**

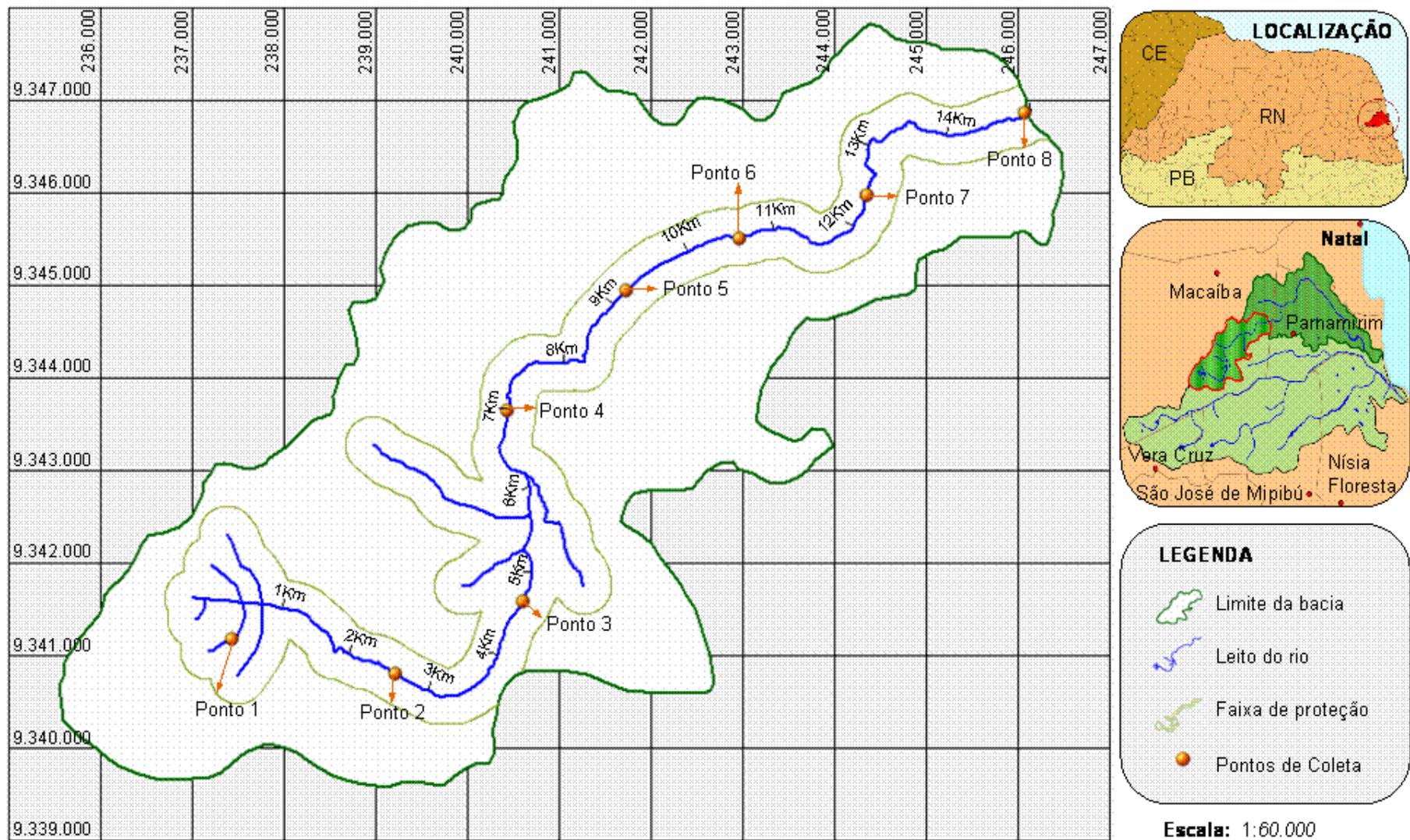


Figura 5.06 – Pontos de coleta para análise de qualidade da água

5.2.1. Ponto P01

O ponto P01 foi inserido na divisa da fazenda Bom Conselho de propriedade do Sr. José Jaílson Barbosa com o assentamento Quilombo dos Palmares, na comunidade de Lagoa Seca. Este ponto está caracterizado desde sua nascente (na verdade a nascente apresentada é dita como o ponto mais distante, porém ela é formada por um grupo de 06 afluentes) no km 0 até o km 1,1 onde seria, para o nosso estudo, a área de abrangência do ponto P01.

5.2.2. Ponto P02

O ponto P02 está inserido na fazenda Retirada de propriedade da Sra. Iolanda Cavalcanti, na comunidade de Lagoa Seca. Este ponto dista 2,1 km da nascente e, sua área de abrangência vai do km 1,1 até o km 3,0.

5.2.3. Ponto P03

O ponto P03 está inserido na fazenda Lagoa Seca de propriedade da Sr. Edílson Dantas, na comunidade de Lagoa Seca. Este ponto dista 3,9 km da nascente e, sua área de abrangência vai do km 3,0 até o km 5,0.

5.2.4. Ponto P04

O ponto P04 está inserido no assentamento Eldorado dos Carajás, na comunidade de Lamarão. Este ponto dista 6,1 km da nascente e, sua área de abrangência vai do km 5,0 até o km 7,2.

5.2.5. Ponto P05

O ponto P05 está às margens da cerca da fazenda Paraíso, na comunidade de Lamarão de propriedade do Sr. Samuel Francisco de Oliveira com uma área de aproximadamente 200 ha e área de proteção legal de 45 ha. Este ponto dista 8,3 km da nascente e, sua área de abrangência vai do km 7,2 até o km 9,0.

5.2.6. Ponto P06

O ponto P06 está inserido a montante do barramento na fazenda Lagene, na comunidade de Lamarão de propriedade do Sr. José Garcia da Nóbrega com uma área de aproximadamente de 82 ha. Este ponto dista 9,7 km da nascente e, sua área de abrangência vai do km 9,0 até o km 10,6. Este trecho, diferentemente do anterior, caracteriza-se por apresentar grandes propriedades de terra.

5.2.7. Ponto P07

O ponto P07 está inserido a montante do barramento na fazenda São José, de propriedade do Sr. Arnaldo Gaspar com uma área de aproximadamente de 890 ha. Este ponto dista 11,4 km da nascente e, sua área de abrangência vai do km 10,6 até o km 12,6. Este trecho caracteriza-se por apresentar grandes propriedades de terra.

5.2.8. Ponto P08

O ponto P08 está inserido a montante da ponte da Passagem do Vigário. Este ponto dista 13,7 km da nascente e, sua área de abrangência vai do km 12,6 até o km 14,7.

O ponto de coleta P08 também foi adotado como exutório do trecho em estudo, desta forma, foi medida a vazão neste ponto para que, a partir deste ponto, fosse evidenciada a qualidade e quantidade para o trecho seguinte, como mostrado na **Figura 5.07 – Medição de vazão no ponto P08 – ponte passagem do vigário**, **Figura 5.08 – Medição de vazão no ponto P08 – ponte passagem do vigário** e **Figura 5.09 – Medição de vazão no ponto P08 – ponte passagem do vigário**.



Foto: Joelson Kayto, novembro/2005.

Figura 5.07 – Medição de vazão no ponto P08 – ponte passagem do vigário



Foto: Joelson Kayto, novembro/2005.

Figura 5.08 – Medição de vazão no ponto P08 – ponte passagem do vigário



Foto: Joelson Kayto, novembro/2005.

Figura 5.09 – Medição de vazão no ponto P08 – ponte passagem do vigário

A vazão medida neste ponto foi verificada segundo a declividade entre dois pontos, um a jusante e outro a montante, utilizando-se um teodolito e, a utilização de um molinete hidráulico modelo C31 OTT Current Meters. Foram observadas vazões com valor igual a $0,250 \text{ m}^3/\text{s}$ em um trecho a montante com velocidade média de $0,278 \text{ m/s}$ e uma vazão de $0,237 \text{ m}^3/\text{s}$ em um trecho a jusante com velocidade média de $0,163 \text{ m/s}$.

5.3. Parâmetros de Qualidade da Água

Procurando classificar o rio Pitimbu segundo o que preceitua a resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Para efeito desta resolução é adotada a definição de água doce que são águas que apresentam salinidade igual ou inferior a $0,5\text{‰}$. O seu enquadramento é o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos ao longo do tempo. As águas podem ser classificadas

em treze tipos de classes de qualidade distintas. As águas doces podem ser classificadas em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4.

Os procedimentos de coleta, preservação e armazenamento das amostras foram realizados segundo APHA *et al.*(1995). As análises foram realizadas no campo e no Laboratório de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas do Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da UFRN.

As análises realizadas para o enquadramento do Rio Pitimbu foram o pH, a temperatura, a condutividade, a salinidade, os Sólidos Totais Dissolvidos (TDS), a turbidez, o oxigênio dissolvido, a DBO, o fósforo total, os Coliformes fecais e totais, o nitrito, o nitrato, o ferro, o cobre, o manganês, o zinco, o chumbo, o níquel, o cádmio e o cromo.

As coletas foram realizadas nos seguintes horários:

Tabela 5.03 – Horário das coletas

Horário das Coletas

Pontos	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08
Coleta 01	11h45	11h10	12h49	12h20	13h18	13h42	14h10	14h35
Coleta 02	9h52	9h25	10h55	10h23	11h33	11h58	12h27	12h54
Coleta 03	12h25	11h30	-	12h52	13h40	14h03	14h30	14h45

5.3.1. pH

O pH das amostras foi determinado pelo método eletrométrico, através de medidor de campo multifuncional da HACH. O instrumento é frequentemente calibrado por meio de soluções tampão padronizadas de pH 4,0, pH 7,0 e pH 9,0.

5.3.2. Temperatura

O valor de temperatura foi obtido pelo método eletrométrico, através do medidor de campo multifuncional da HACH. O instrumento é frequentemente calibrado por meio de soluções tampão padronizadas de pH 4,0, pH 7,0 e pH 9,0.

5.3.3. Condutividade

Os valores de condutividade foram obtidos pelo método eletrométrico, através do medidor de campo multifuncional da HACH. O instrumento é freqüentemente calibrado por meio de soluções tampão padronizadas de pH 4,0, pH 7,0 e pH 9,0.

5.3.4. Salinidade

Os valores de salinidade foram obtidos pelo método eletrométrico, através do medidor de campo multifuncional da HACH. O instrumento foi freqüentemente calibrado por meio de soluções tampão padronizadas de pH 4, pH 7 e pH 9.

5.3.5. Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)

Os valores de Sólidos Totais Dissolvidos foram obtidos pelo método eletrométrico, através do medidor de campo multifuncional da HACH. O instrumento foi frequentemente calibrado por meio de soluções tampão padronizadas de pH 4, pH 7 e pH 9. A Resolução CONAMA nº 357, estabelece o valor máximo de sólidos totais dissolvidos de 500 mg/L.

5.3.6. Cor e Turbidez

Neste trabalho somente foi analisado a turbidez e as leituras foram realizadas em turbidímetro da marca Digimed modelo DM-C2 e seus resultados expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez, UNT.

5.3.7. Oxigênio Dissolvido (OD)

As amostras para determinação do Oxigênio Dissolvido foram tomadas em frascos de DBO, fixadas em campo. No laboratório o oxigênio dissolvido foi determinado através do método iodométrico ou de Winkler modificado com azida de sódio.

5.3.8. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

As determinações de demanda bioquímica de oxigênio tiveram a finalidade de obter a DBO padrão – parâmetro mais largamente empregado na caracterização do nível de poluição de origem orgânica em um corpo d'água ou do poder poluidor de uma água residuária.

A análise da DBO foi realizada pelo método dos frascos padrões de DBO incubada em estufa a 20° pelo período de 5 dias, após lida através do método iodométrico ou de Winkler modificado.

5.3.9. Fósforo Total

A determinação do fósforo total foi realizada através da análise de amostras brutas pelo método da digestão com o emprego dos ácidos sulfúrico e ácido nítrico. Logo após foi analisado pelo método colorimétrico do cloreto estanhoso sendo as leituras efetuadas no espectrofotômetro DR 2000, HACH com comprimento de onda de 690nm.

5.3.10. Coliformes Totais e Fecais

A pesquisa de coliformes na água é feita geralmente pelo método da fermentação em tubos múltiplos ou pelo método da membrana filtrante. Adotou-se o método da membrana filtrante. A técnica é fundamentada na filtração de um volume conhecido de amostra ou de suas diluições, através de uma membrana com poros de 0,045 micrômetros. As bactérias presas nos poros crescem localmente formando colônias que podem ser vistas a olho nu. Admite-se cada poro retém apenas uma bactéria.

5.3.11. Nitrito e Nitrato

O nitrato foi analisado pelo método colorimétrico do salicilato de sódio com leitura realizada no espectrofotômetro DR 2000 com comprimento de onda igual a 220 nm. O nitrito foi analisado pelo método da sufamilamida leitura no espectrofotômetro com comprimento de onda igual a 540 nm.

5.3.12. Metais Pesados

Os metais pesados analisados foram: o ferro, o cobre, o manganês, o zinco, o chumbo, o níquel, o cádmio e o cromo. Nas análises dos metais pesados foi usada a técnica da espectrofotometria de absorção atômica, para quantificar a composição das amostras no estado natural, ou incluindo quando necessário algum aditivo. Na extração dos metais utilizou-se a abertura ácida nítrica, obedecendo à metodologia padronizada pela APHA *et al*, 1995. A leitura é feita diretamente no espectrofotômetro de absorção atômica (modelo AA 220 - VARIAN).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da qualidade da água, com o levantamento nos oito pontos de coletas e verificação através de fotografias, mostra as características do curso d'água, através dos resultados obtidos, pontuando as possíveis fontes de poluição bem como demonstrando as condições que o rio apresenta fazendo-se o seu enquadramento no que preceitua a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.

6.1. Caracterização Visual

6.1.1. Ponto P01

A **Figura 6.01 – Ponto P01 – caracterizada por ser uma passagem molhada – divisa entre as propriedades fazenda Bom Conselho e Assentamento Quilombo dos Palmares e a Figura 6.02 – Ponto P01 – caracterizada por ser uma passagem molhada**, foi o ponto de coleta de água para análise de suas características físico-químicas e biológicas.

A fazenda Bom Conselho apresenta uma área total de 178 ha do qual, aproximadamente 36 ha, são área de reserva da propriedade, como preconiza a Lei Federal 4.771 de 15 de setembro de 1965, que diz que 20% do total da área deve ser destinadas para área de conservação permanente, desta forma esta propriedade atende a Lei citada.

A fazenda Bom Conselho é um grupo de 12 famílias vivendo e produzindo para comercialização diversos tipos de produtos agrícolas, dos quais podemos citar: banana, macaxeira, batata doce, maracujá, couve, tomate, pimentão, todos esses produtos comercializados com pequenos atravessadores e vendidos nas proximidades gerando o desenvolvimento da propriedade. Porém, ainda existe o contrato de comercialização estabelecido com a empresa Calimã que estabelece a compra e venda de mamão como mostra as **Figura 6.03 – Produção de mamão na fazenda Bom Conselho em parceria com a empresa Calimã**. A empresa Calimã investe em treinamento a compra garantida do produto bem como seu transporte, e a fazenda com o plantio e a colheita. Contudo, a empresa Calimã só comercializa produtos de qualidade superior, ficando os de qualidade inferior como sobras e,

desta forma, comercializada pela própria fazenda para regiões próximas. Este contrato assinado já está na segunda área de plantio. A área de plantio está inserida nas margens esquerda e direita do rio Pitimbu. O grande problema observado por esta parceria é a adição pesada de agrotóxicos no cultivo que poderia vir a causar danos ao rio.

O assentamento Quilombo dos Palmares, que faz divisa com a fazenda Bom Conselho, apresenta uma área total de aproximadamente 400 ha, onde estão inseridas 47 famílias. Apesar de uma área maior que a anterior não apresenta nenhum cultivo para comercialização, pois esta é uma implantação recente do INCRA ao qual não definido ainda, a posse e a distribuição definitiva da terra, esta morosidade causa um transtorno as famílias que ali vivem, pois estas famílias estão em condições subumanas e o pouco que consegue produzir é para a própria subsistência. Um problema grave observado nesta propriedade foi a retirada de madeira (na área de reserva da fazenda Bom Conselho) mostrado na **Figura 6.04 – Queimada para utilização da madeira para produção de alimentos no assentamento Quilombo dos Palmares**, para a produção de lenha para a alimentação. Na área do Assentamento Quilombo dos Palmares não foi observado área de reserva. A produção observada foi o capim elefante e muita vegetação rasteira. Apresenta ainda muito coqueiro, **Figura 6.06 – Muitos coqueiros, porém com pouca produção no assentamento Quilombo dos Palmares**, (com pouca produção) e muito cajueiro. Esta propriedade apresenta um pequeno barreiro (barragem) como mostra a **Figura 6.05 – Pequeno barreiro no assentamento Quilombo dos Palmares servindo para pesca de subsistência e recreação** onde pode ser observada a pesca também para subsistência e, recreação.



Foto: Joelson Kayto, setembro /2006.

**Figura 6.01 – Ponto P01 – caracterizada por ser uma passagem molhada –
divisa entre as propriedades fazenda Bom Conselho e Assentamento
Quilombo dos Palmares**



Foto: Joelson Kayto, fevereiro/2005.

Figura 6.02 – Ponto P01 – caracterizada por ser uma passagem molhada



Foto: Joelson Kayto, fevereiro/2005.

Figura 6.03 – Produção de mamão na fazenda Bom Conselho em parceria com a empresa Calimã



Foto: Joelson Kayto, fevereiro/2005.

Figura 6.04 – Queimada para utilização da madeira para produção de alimentos no assentamento Quilombo dos Palmares



Foto: Joelson Kayto, fevereiro/2005.

Figura 6.05 – Pequeno barreiro no assentamento Quilombo dos Palmares servindo para pesca de subsistência e recreação



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.06 – Muitos coqueiros, porém com pouca produção no assentamento Quilombo dos Palmares

6.1.2. Ponto P02

A propriedade ao qual está inserido o ponto P02 apresenta um trecho alagadiço, **Figura 6.07 – Panorâmica do ponto P02 na fazenda Retirada – ao fundo área de reserva**, com presença de plantas aquáticas que ocupam cerca de 95% do espelho d'água (tipo Vitória Régia). Apresenta ainda muita vegetação rasteira, **Figura 6.08 – Ponto P02 na fazenda Retirada – área próximo ao leito bastante preservado – vegetação rasteira – área de alagadiço**, e vegetação arbórea como embaúba. Apresenta uma reserva permanente à margem direita do ponto P02. Esta propriedade é para recreação (lazer) de sua proprietária, porém produz manga, caju, laranja, jaca, acerola, coco, saputi, todos os produtos são para consumo interno.

Vizinho a esta propriedade encontra-se outra muito grande que foi quase que totalmente desmatada para a pecuária com confinamento e rodízio do gado como mostra a **Figura 6.09 – Fazenda de pecuária – área quase que totalmente desmatada para a criação de gado**.



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.07 – Panorâmica do ponto P02 na fazenda Retirada – ao fundo área de reserva



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.08 – Ponto P02 na fazenda Retirada – área próximo ao leito bastante preservado – vegetação rasteira – área de alagadiço



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.09 – Fazenda de pecuária – área quase que totalmente desmatada para a criação de gado

6.1.3. Ponto P03

A propriedade onde está inserido o ponto P03 apresenta uma área aproximada de 300 ha. Esta é uma fazenda bastante preservada onde se pode encontrar mata ainda virgem, mata nativa contendo Camboin, Ameixa-Brava, Maçaranduba, dentre outros. No passado esta foi uma grande propriedade de coco, porém agora se encontra voltada para o cultivo de espécies destinadas a alimentação dos próprios moradores e a comercialização do que excede como mandioca, mamão Havaí irrigado, batata doce, feijão macassar, fruteiras, como caju, manga. Existe uma barramento de terra com vertedouro em alvenaria que forma um grande espelho d'água, mostrado na **Figura 6.10 - Fazenda Lagoa Seca – Comunidade de Lagoa Seca – Macaíba/RN - Panorâmica do açude e Figura 6.11 - Fazenda Lagoa Seca – Comunidade de Lagoa Seca – Macaíba/RN - Vista do sangradouro do barramento no rio Pitimbu.**

Foi constatada a utilização de produtos químicos para a agricultura irrigada, principalmente nas planícies de inundação, sem que se tenha qualquer critério técnico.



Foto: Waldemir Santiago, dezembro/2000.

**Figura 6.10 - Fazenda Lagoa Seca – Comunidade de Lagoa Seca – Macaíba/RN
- Panorâmica do açude**



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

**Figura 6.11 - Fazenda Lagoa Seca – Comunidade de Lagoa Seca – Macaíba/RN
- Vista do sangradouro do barramento no rio Pitimbu.**

6.1.4. Ponto P04

A propriedade onde está inserido o ponto P04 tem uma área aproximada de 850 ha, apresenta aproximadamente 100 famílias cadastradas. Este assentamento foi implantado em 1998 e os assentados já estão mais desenvolvidos em comparação ao assentamento do Quilombo dos Palmares. Eles cultivam manga, caju anão precoce para comercialização e como agricultura de subsistência cultivam mandioca. O ponto de coleta (**Figura 6.12 – Assentamento Eldorado dos Carajás – ponte sobre o rio Pitimbu no ponto de coleta P04**) apresenta uma pequena passagem estreita dentro desta propriedade que fica muito próxima do espelho d'água onde há sempre a passagem de automóveis e, principalmente o lançamento de lixo (**Figura 6.13 – Assentamento Eldorado dos Carajás – resíduos (lixo) no ponto de coleta P04**). Foi observado o lançamento de óleo, **Figura 6.14 – Assentamento Eldorado dos Carajás – Comunidade de Lamarão – óleo no ponto de coleta P04**, provavelmente proveniente de descarte de lixo com este material. Possui dois espelhos d'água onde apresenta vegetação aquática juntamente com a adição de lixo como na **Figura 6.15 – Vegetação aquática**

juntamente com lixo lançado no rio Pitimbu, Figura 6.16 – Espelho d’água quase que totalmente encoberto por vegetação aquática.

A propriedade possuía ainda um dos afluentes que foi totalmente desmatado para a utilização da área como cultivo de lavoura, que fica próximo ao km 5,5 (**Figura 6.17 – Um dos afluentes do rio Pitimbu localizado no assentamento Eldorado dos Carajás – totalmente desmatado para o cultivo de lavoura**).

Na área de abrangência do ponto P04 foi observada ainda outra ponte sobre o rio Pitimbu para passagem de veículos, esta intervenção é na estrada que liga os povoados, estando em bom estado e com uma distância segura do espelho d’água para períodos de seca, porém quando em períodos de cheia, segundo informações de moradores, o nível sobe muito quase que passando por cima da ponte (**Figura 6.18 – Ponte sobre o rio Pitimbu – estrada para Lamarão – vista longitudinal do rio**).



Foto: Joelson Kayto, fevereiro/2005.

Figura 6.12 – Assentamento Eldorado dos Carajás – ponte sobre o rio Pitimbu no ponto de coleta P04



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.13 – Assentamento Eldorado dos Carajás – resíduos (lixo) no ponto de coleta P04



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.14 – Assentamento Eldorado dos Carajás – Comunidade de Lamarão – óleo no ponto de coleta P04



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.15 – Vegetação aquática juntamente com lixo lançado no rio Pitimbu



Foto: Joelson Kayto, fevereiro/2005.

Figura 6.16 – Espelho d'água quase que totalmente encoberto por vegetação aquática



Foto: Joelson Kayto, fevereiro/2005.

Figura 6.17 – Um dos afluentes do rio Pitimbu localizado no assentamento Eldorado dos Carajás – totalmente desmatado para o cultivo de lavoura



Foto: Joelson Kayto, fevereiro/2005.

Figura 6.18 – Ponte sobre o rio Pitimbu – estrada para Lamarão – vista longitudinal do rio

6.1.5. Ponto P05

O ponto P05 é uma passagem molhada (**Figura 6.19 – Ponto P05 – passagem molhada – trânsito constante de carros movidos a combustível e carros de boi**) que se encontra constantemente transitada por carros movidos à combustão, bem como carros de boi. A montante e a jusante deste ponto encontram-se uma grande quantidade de vegetação aquática das quais citamos: aninga (capim talo tipo gramínia), palmeira, embaúba, azeitona, vegetação rasteira.

O trecho compreendido do km 7,2 ao km 9,0 é caracterizado por apresentar como a maior concentração de pequenas propriedades e finaliza com o início da fazenda Paraíso.

A fazenda Paraíso apresenta um barramento (**Figura 6.20 – Barramento na fazenda Paraíso**) que é utilizada para irrigação de diversas culturas tais como: abacaxi, capim elefante, mamão, maracujá, mandioca e, para dessedentação de animais como bovinos, eqüinos, ovinos, aves. Apresenta ainda quanto a flora as espécies araçá, azeitona, cajueiro, carnaúba, catanduva, coqueiro, jaqueira, maçaranduba, pau-d'arco, pitombeira, entre outros. Quanto à fauna apresenta ainda sapo, camaleão, tejo, galinha, garça, sabiá, boi, carneiro, preá, sagüi, entre outros.

Um dos problemas verificados no local foi a invasão da reserva legal por 70 famílias do movimento MST (acampamento Oziel I). O proprietário relata quanto à opinião do movimento sobre áreas produtivas, por achar que se a área não está sendo usada para plantio, pelos Sem Terra, pode ser caracterizada como improdutiva, portanto passível de ocupação. Tal situação é preocupante e demonstra a necessidade de intervenções por parte do poder competente, tendo em vista a importância da preservação da mata nativa em toda a área da bacia, sem a qual a recarga do aquífero e as condições de drenagem das águas superficiais se tornam seriamente comprometidas.

Ainda sobre a propriedade do Sr. Samuel, é importante destacar que a mesma envolve aproximadamente 1,0km do eixo do rio com largura de 2,00 m para um dos lados e 2,50 m na outra margem, o que contribui para proteção do recurso hídrico em foco. O proprietário vem monitorando há tempos a vazão de escoamento, inclusive o volume das chuvas que ocorrem na região (existe um pluviométrico instalado na área de sua propriedade). Segundo o mesmo, nos anos de 82 e 93 chegou a faltar água no rio. Há preocupação com relação a ocorrência de chuvas

em 2005, já que, em janeiro de 2004 choveu 400mm e no mesmo período de 2005, o nível foi de somente 40mm, ou seja, 10% do ano anterior.

Nos trechos tanto a montante quanto a jusante do ponto de coleta P05 existe muita vegetação aquática como mostrado a na **Figura 6.21 – Trecho a montante do ponto P05 – grande presença de vegetação aquática** e **Figura 6.22 – Trecho a jusante do ponto P05 – grande presença de vegetação aquática**.

O trecho apresenta ainda, na Granja do Pica-pau amarelo, um barramento que serve também de passagem de carros, mas principalmente para acumulação de água para irrigação. Este barreiro apresenta-se totalmente encoberto por vegetação aquática, porém a jusante deste pode-se observar o curso do rio (**Figura 6.23 – Espelho d'água totalmente encoberta na granja do Pica-pau amarelo** e **Figura 6.24 – Curso do rio Pitimbu após o barramento na granja do Pica-pau amarelo**).



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.19 – Ponto P05 – passagem molhada – trânsito constante de carros movidos a combustível e carros de boi



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.20 – Barramento na fazenda Paraíso



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.21 – Trecho a montante do ponto P05 – grande presença de vegetação aquática



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.22 – Trecho a jusante do ponto P05 – grande presença de vegetação aquática



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.23 – Espelho d'água totalmente encoberto na granja do Pica-pau amarelo



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.24 – Curso do rio Pitimbu após o barramento na granja do Pica-pau amarelo

6.1.6. Ponto P06

A fazenda Lagene, onde está inserido o ponto P06, possui um barramento (**Figura 6.25 – Trecho de coleta do ponto P06 – barragem com espelho totalmente encoberto por vegetação aquática – fazenda Lagene**) que é utilizado para irrigação para plantação de banana, feijão, capim elefante e, para irrigação de horta para consumo dos próprios moradores de alface, tomate; também existe a plantação de sorgo. Apresenta muita vegetação rasteira. O espelho formado pelo barramento encontra-se totalmente tomado por vegetação aquática onde apresenta gramínea tipo vitória-régia, alface aquática, aninga (**Figura 6.26 – Vegetação aquática – alface aquática – no barramento da fazenda Lagene**). Quanto à flora existe ainda a azeitona, embaúba, dendê, mangueira, coqueiro, castanheira, mangaba, massaranduba, pitombeira, salsa, entre outras. A propriedade apresenta ainda a criação de bovinos, ovinos, suínos, eqüinos e aves.

Quanto à fauna apresenta as seguintes espécies: cará, piaba, tilápia, traíra, grilo, sapo, camaleão, cobra-de-veado, coral, garça, sabiá, guaxinim, preá, raposa, sagüi, entre outros.



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.25 – Trecho de coleta do ponto P06 – barragem com espelho totalmente encoberto por vegetação aquática – fazenda Lagene



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.26 – Vegetação aquática – alface aquática – no barramento da fazenda Lagene

6.1.7. Ponto P07

O ponto P07 está inserido na fazenda São José que possui uma barramento em concreto (**Figura 6.27 – Barramento onde apresenta passagem molhada na fazenda São José e Figura 6.29 – Vista do sangradouro da barragem na fazenda São José**) em perfeitas condições de utilização, porém apresenta-se com uma passagem molhada interna a propriedade que serve de acesso à sede da fazenda. O espelho formado por esta barragem (**Figura 6.28 – Vista panorâmica do lago formado pelo barramento na fazenda São José**) encontra-se com uma grande quantidade de vegetação aquática (aninga, embaúba). Esta propriedade é caracterizada por ser uma grande produtora de produtos aromáticos, através do cultivo e exploração do eucalipto bem como o capim. A propriedade apresenta ainda uma grande área de reserva com vestígios de mata atlântica, onde se podem observar as espécies de flora sabiá, castanhola, embaúba, cajueiro, coqueiro, capim aromatizante, oliveira, aroeiro, sombreiro, entre outros. Pode-se verificar o desmatamento do eucalipto e retirada da madeira, provavelmente ocasionado como poda para melhoria do cultivo e renovação de safra.

No trecho em estudo encontramos um acampamento de sem terra, o Oziel II, com aproximadamente 60 famílias que estão alojadas logo a frente da entrada da fazenda São José.

Um dos danos causados pelas barragens são as passagens molhadas encontradas em todo o trecho, estas evidenciam a utilização do leito do rio como travessia constante de carros movidos a motor bem como a tração animal, como mostrado na **Figura 6.27 – Barramento onde apresenta passagem molhada na fazenda São José**.

Foi observado à disposição de resíduos industriais dispostos na fazenda São José pela fábrica de produtos aromáticos Rarus. Estes resíduos são buchas orgânicas provenientes da fabricação dos artigos aromáticos como mostra a **Figura 6.30 – Resíduos Industriais dispostos na Fazenda São José pela Fábrica de produtos Aromáticos Rarus**.



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.27 – Barramento onde apresenta passagem molhada na fazenda São José



Foto: Joelson Kayto, maio/2005.

Figura 6.28 – Vista panorâmica do lago formado pelo barramento na fazenda São José



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.29 – Vista do sangradouro da barragem na fazenda São José



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.30 – Resíduos Industriais dispostos na Fazenda São José pela Fábrica de produtos Aromáticos Rarus

6.1.8. Ponto P08

Este trecho caracteriza-se por apresentar pequenas propriedades de terra (granjas e chácaras) e de expansão urbana com a presença de loteamentos residenciais como o loteamento Morada Nova, Comunidade Pingo D'água e conjuntos Bela Vista II e III. Apresenta ainda, a disposição de lixo proveniente do lançamento de resíduos de limpeza de frangos.

Apresenta-se próximo às fábricas de água mineral - Cristalina e Natal (**Figura 6.31 – Engarrafadora de água mineral**). Uma área que foi desativada era o lançamento de lixo doméstico no Pé do Galo (**Figura 6.32 – Lançamento de resíduos de pena de frango**) e encontra-se hoje sendo destinada para o aterro sanitário de Ceará-Mirim.

Existem ainda barramentos no rio na granja Passagem do Vigário (**Figura 6.33 – Barramento para recreação na granja Passagem do Vigário**), que era para criação de peixes bem como para recreação. Ainda, nesta propriedade, evidenciou-se a criação de rãs, com uma grande quantidade de tanques. Hoje esta criação foi desativada por não ter obtido a licença ambiental por parte do IBAMA.

O não planejamento adequado de técnicas construtivas sem a utilização de responsáveis pela obra de engenharia verifica-se o grande transtorno ambiental causado pelo rompimento da barragem executado na fazenda Novo Horizonte, ponto 13 da **Figura 5.03 – Barramentos ao longo do rio Pitimbu na área em estudo, Figura 6.34 – Vista do barramento rompido com o excesso de chuvas na fazenda Novo Horizonte e Figura 6.35 – Vista aproximada do barramento rompido na fazenda Novo Horizonte.**

Por causa do rompimento desta barragem, a Lagoa do Jiqui ficou por quatro dias interditada gerado pelo carreamento de lama.

A utilização do rio para uso recreativo e, principalmente, a lavagem de roupas foi evidenciada no trecho em estudo como mostrado na **Figura 6.36 – Uso do rio para recreação, Figura 6.37 – Uso do rio para lavagem de roupas e Figura 6.38 – Uso do rio para lavagem de roupas.**



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.31 – Engarradora de água mineral



Foto: Joelson Kayto, setembro/2006.

Figura 6.32 – Lançamento de resíduos de pena de frango



Foto: Joelson Kayto, maio/2005.

Figura 6.33 – Barramento para recreação na granja Passagem do Vigário



Foto: Joelson Kayto, maio/2005.

Figura 6.34 – Vista do barramento rompido com o excesso de chuvas na fazenda Novo Horizonte



Foto: Joelson Kayto, maio/2005.

Figura 6.35 – Vista aproximada do barramento rompido na fazenda Novo Horizonte



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.36 – Uso do rio para recreação



Foto: Joelson Kayto, outubro/2005.

Figura 6.37 – Uso do rio para lavagem de roupas



Foto: Joelson Kayto, fevereiro/2005.

Figura 6.38 – Uso do rio para lavagem de roupas

6.2. Resultados de Qualidade da Água

Foram realizadas três coletas de água para caracterização do corpo hídrico por meio dos principais parâmetros em épocas diferentes. A primeira coleta foi realizada no dia 27 de setembro de 2005, sendo este um dia bastante seco com um nível muito baixo do rio. A segunda coleta foi realizada no dia 10 de outubro de 2005 após uma grande precipitação pluvial ocorrida na região, que evidenciou o que este estudo estava se propondo. A terceira coleta foi realizada no dia 15 de setembro de 2006, somente para comprovação dos valores de pH e OD e este também foi um período seco sem chuvas com um nível muito baixo do rio.

6.2.1. pH

Os valores de pH encontrados nas amostras nos pontos de coleta, com exceção dos pontos P01 nas coletas 2 e 3 e, P07 e P08 da coleta 3, mostrou uma variação dos valores apresentando uma maior acidez em comparação ao recomendado pela Resolução CONAMA nº 357. Este fato deve-se a grande quantidade de plantas aquáticas nos diversos pontos no trecho em estudo que liberam gás carbônico (CO_2) originando ácido carbônico (HCO_3^-) e íons de hidrogênio (H^+), favorecendo a acidificação do meio.

A terceira coleta, realizada para comprovação dos valores de pH e OD ficou incompleta, pois não se teve acesso ao ponto de coleta P03, porém não chegou a prejudicar o resultado final.

Os valores de pH obtidos nas coletas nos três episódios e a distância dos pontos até a nascente são apresentados no Gráfico 6.01.

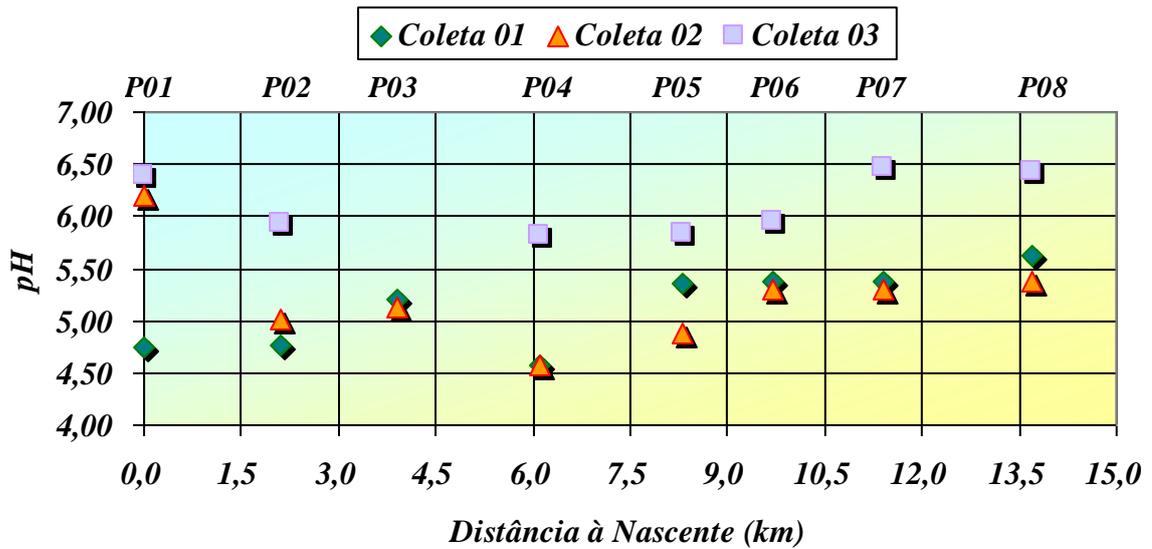


Gráfico 6.01 – Valores de pH encontrados nos pontos de coleta

6.2.2. Temperatura

No Gráfico 6.02 observa-se que a variação da temperatura nos pontos considerando as três coletas foi de 25,4 °C e 34,0 °C ocorridos, respectivamente, nos pontos P06 na coleta 01 e P01 na coleta 03. A Resolução CONAMA nº 357 não estabelece valores para a temperatura.

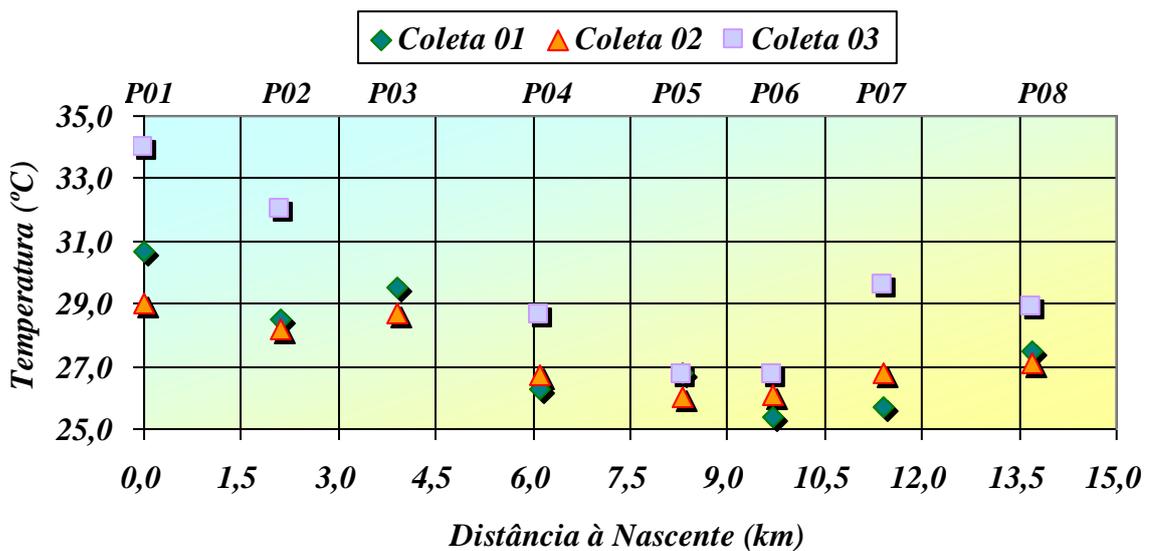


Gráfico 6.02 – Valores de Temperatura encontrados nos pontos de coleta

6.2.3. Condutividade

A resolução CONAMA nº 357 não estabelece limites de condutividade. Porém a condutividade é caracterizada pela presença de ácido, bases e sais em solução no corpo hídrico, desta forma, podendo supor o grau de poluição devido à dissociação destes íons, o Gráfico 6.03 mostra os valores de condutividade observados nos diversos pontos.

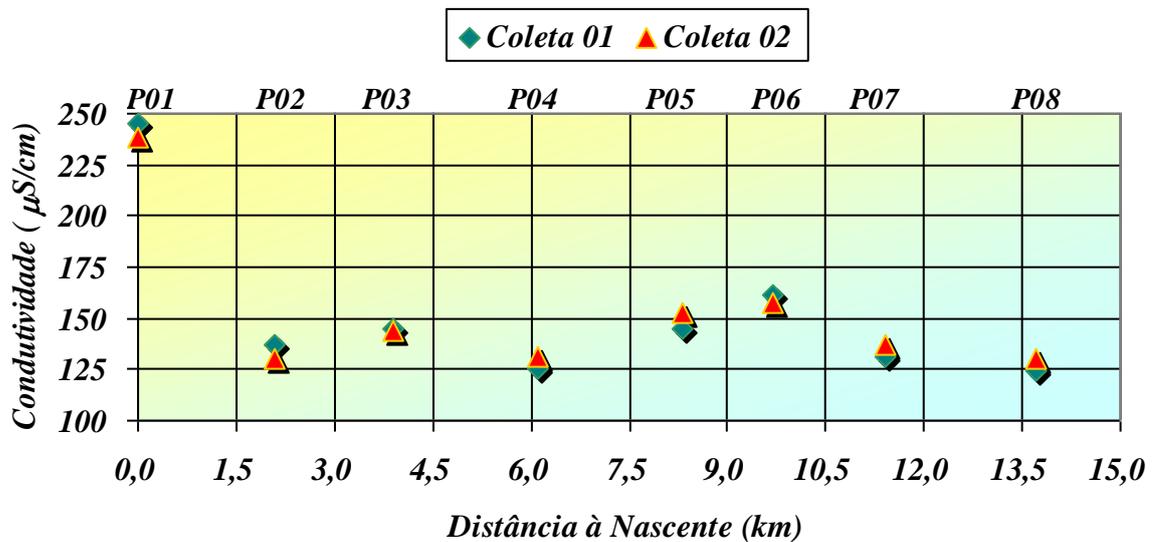


Gráfico 6.03 – Valores de Condutividade encontrados nos pontos de coleta

6.2.4. Salinidade

Por se tratar de um rio, em todos os pontos onde foi medida a salinidade foram encontrados valores iguais a zero, constatando que não existe presença de salinidade.

6.2.5. Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)

O ponto P01 apresentou o valor mais alto e, isto se justifica, por este ser uma passagem molhada. De acordo com o Gráfico 6.04 verificou-se que os valores obtidos de sólidos totais dissolvidos estão em conformidade com o que preconiza a resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico de classe 2.

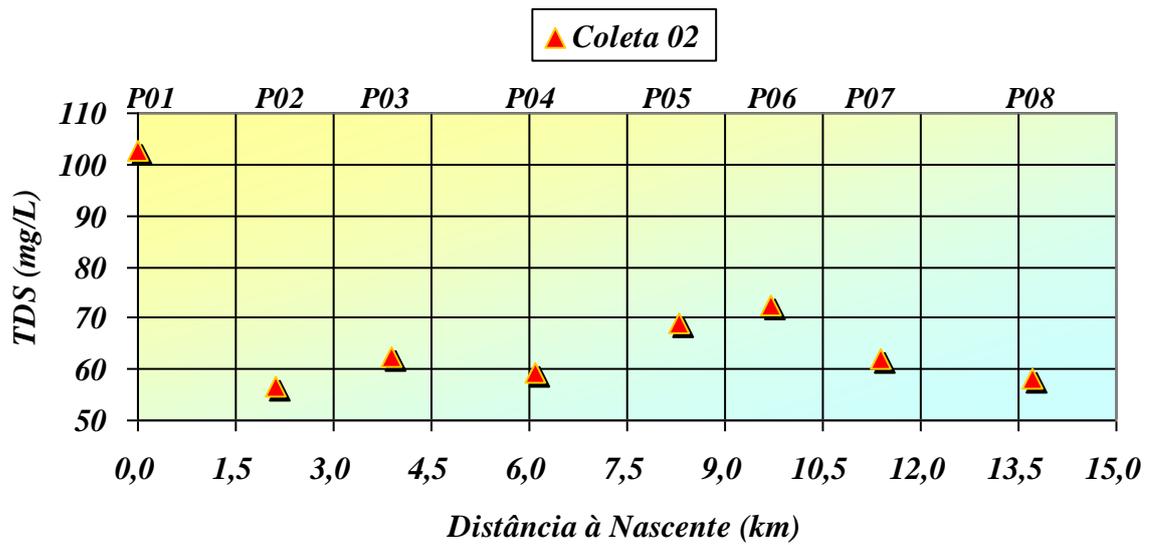


Gráfico 6.04 – Valores de TDS encontrados nos pontos de coleta

6.2.6. Turbidez

O ponto P01 apresentou o valor mais alto e, isto se justifica, por este ser uma passagem molhada. De acordo com Gráfico 6.05 verificou-se que os valores obtidos de turbidez estão em conformidade com o que preconiza a resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico de classe 2.

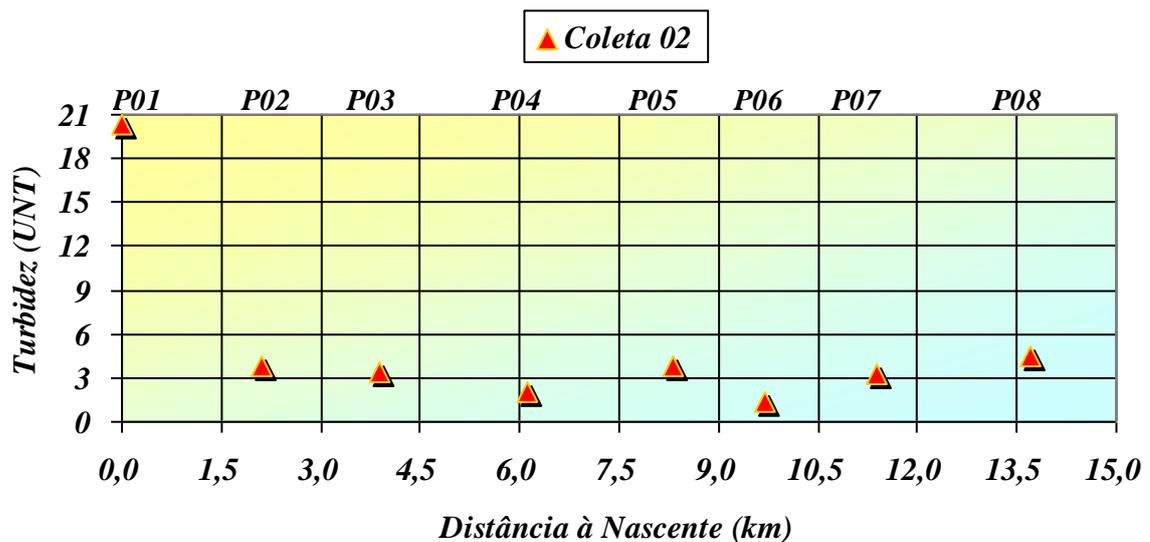


Gráfico 6.05 – Valores de Turbidez encontrados nos pontos de coleta

6.2.7. Oxigênio Dissolvido (OD)

Os valores obtidos de OD, mostrados no Gráfico 6.06, nos pontos de coleta estão de acordo com o que preconiza a resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico de classe 2 com exceção dos pontos P04, P05, P06 e P07 nas coletas 01 e 02 e, os pontos P04, P05 e P06 na coleta 03.

No ponto P04 observou-se que este apresenta uma pequena ponte muito próxima ao leito do rio com uma lâmina de aproximadamente 40 cm de profundidade e, a passagem de veículos movidos à combustão e a tração animal. Há ainda o lançamento de lixo, como por exemplo, vasilhames de plásticos e pneus. Outro problema encontrado neste ponto foi a grande quantidade de vegetação aquática como mostrado nas figuras 6.12, 6.13, 6.14, 6.15 e 6.16. Os fatores citados evidenciam o resultado encontrado para este ponto, desta forma os valores de OD tornam-se cada vez menores devido a grande quantidade de vegetação aquática aumentando o consumo de oxigênio.

O ponto P05 é evidenciado por ser uma passagem molhada onde é atravessado por veículos movido à combustão e a tração animal. O trecho a montante é caracterizado por apresentar grande quantidade de vegetação aquática como mostrado nas figuras 6.19 e 6.21. A diminuição dos valores de OD fica evidenciada pelos fatores citados, mas, principalmente pela quantidade de vegetação aquática aumentando o consumo de oxigênio.

O ponto P06 é evidenciado por ser um barramento de terra, o ponto de coleta fica a montante da barragem. Este ponto apresenta grande quantidade de vegetação aquática como mostrado nas figuras 6.25 e 6.26. A diminuição dos valores de OD fica evidenciada pela quantidade de vegetação aquática aumentando o consumo de oxigênio.

O ponto P07 é evidenciado por ser um barramento de concreto, o ponto fica a montante da barragem. Este ponto apresenta grande quantidade de vegetação aquática como mostrado nas figuras 6.27 e 6.28. A diminuição dos valores de OD fica evidenciada pela quantidade de vegetação aquática aumentando o consumo de oxigênio.

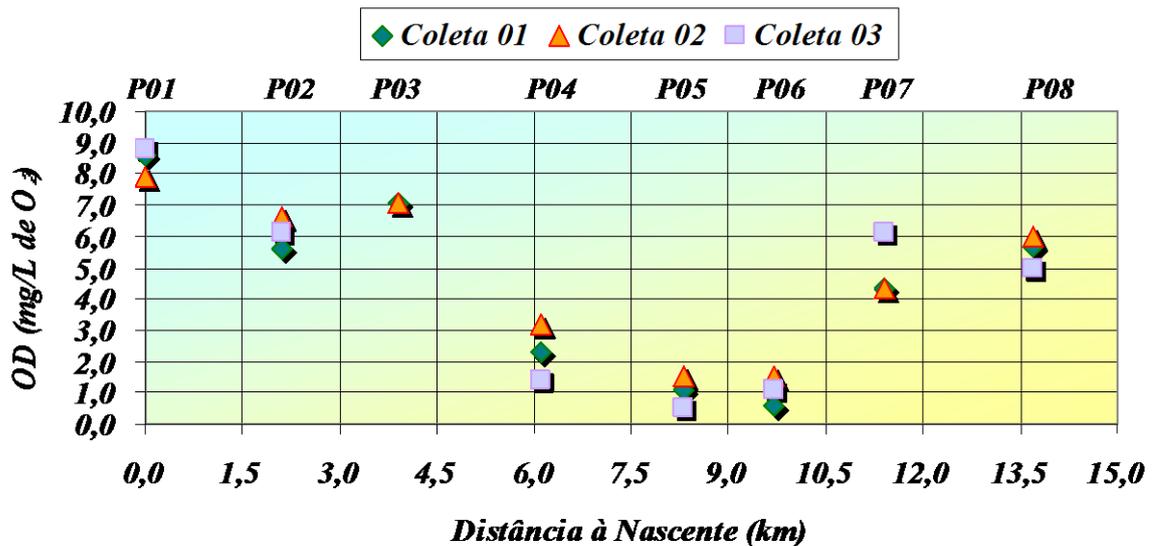


Gráfico 6.06 – Valores de OD encontrados nos pontos de coleta

6.2.8. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Os valores obtidos de DBO nos pontos de coleta estão de acordo com o que preconiza a resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico de classe 2 com exceção dos pontos P03, P05, P06 e P08 na coleta 01, os valores de DBO observados são apresentados no Gráfico 6.07.

A coleta 01 foi realizada em um período seco com o nível de água do rio baixo, portanto estes pontos denotam o aumento de DBO por apresentar uma maior metabolização da matéria orgânica. Estes pontos apresentam uma grande quantidade de vegetação aquática e, a reoxigenação atmosférica é a principal fonte de reoxigenação da água, pois este é um corpo hídrico de pequena profundidade. Apesar de se ter alguns valores acima do limite estabelecido, de um modo geral, os teores de DBO encontrados ao longo das amostragens empreendidos ao longo do rio Pitimbu no trecho em estudo forma baixos (0,0 a 7,95) estes estão muito pouco acima do preconizado pela resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico classe 2 não descaracterizando o corpo hídrico.

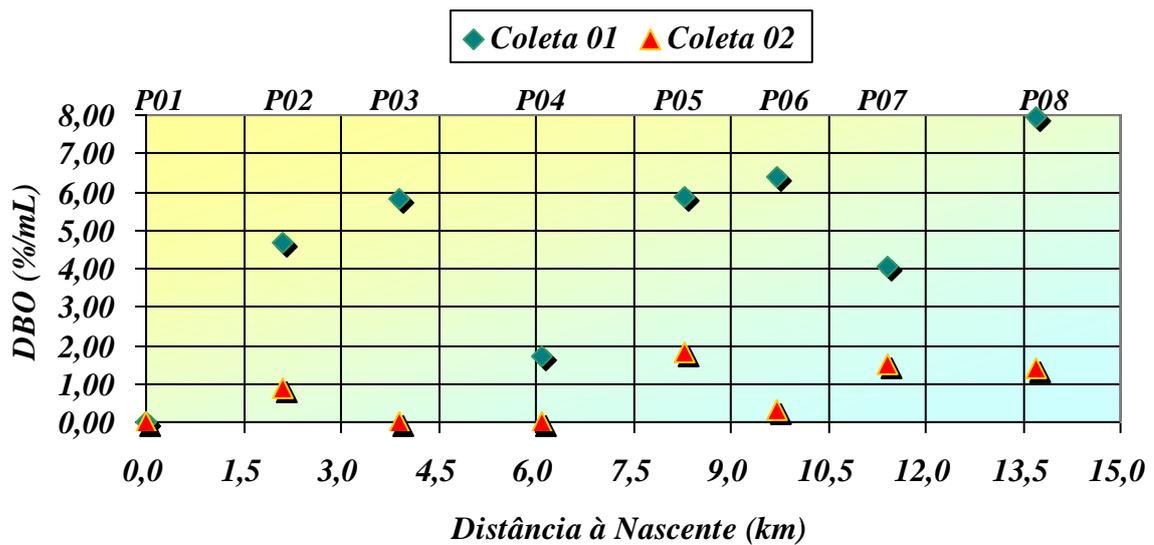


Gráfico 6.07 – Valores de DBO encontrados nos pontos de coleta

6.2.9. Fósforo Total

Apesar de se ter alguns valores acima do limite estabelecido, ver Gráfico 6.08, de um modo geral, a quantidade de fósforo encontrados ao longo das amostragens realizadas no rio Pitimbu no trecho em estudo foram baixos (0,021 a 0,243) estes estão muito pouco acima do preconizado pela resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico Classe 2 não descaracterizando o corpo hídrico. Isto se deve por esta ser uma área eminentemente rural e, devido à irrigação de áreas próximas ao leito do rio carreando para o ele a decomposição de plantas e animais gerados por resíduos orgânicos e, também a própria decomposição de vegetação aquática que, ao longo do rio foi bastante caracterizada.

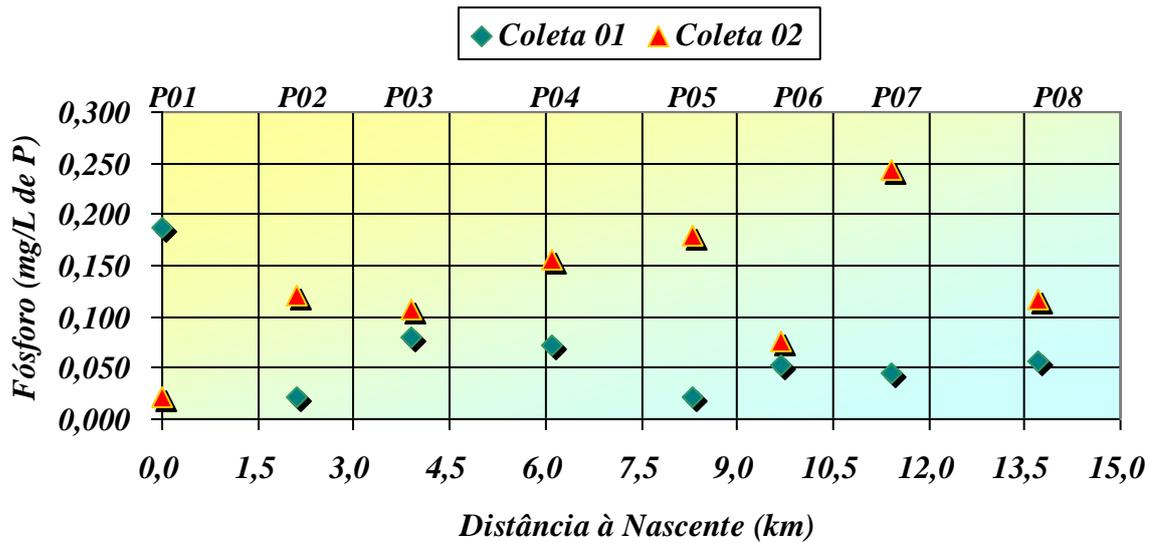


Gráfico 6.08 – Valores de Fósforo encontrados nos pontos de coleta

6.2.10. Coliformes Fecais

O trecho em estudo não apresentou grande quantidade de coliformes termotolerantes encontrados ao longo das amostragens realizadas no rio Pitimbu (30 a 1000) estes estão dentro do preconizado pela resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico classe 2, como demonstrado no Gráfico 6.09.

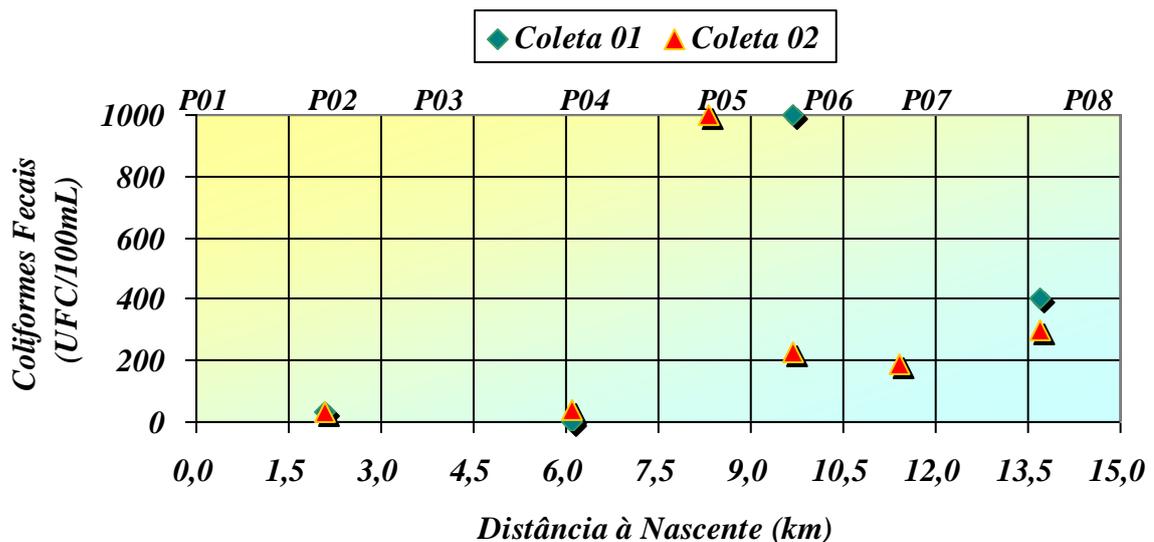


Gráfico 6.09 – Valores de Coliformes Fecais encontrados nos pontos de coleta

6.2.11. Nitrito e Nitrato

O trecho em estudo apresentou uma pequena quantidade de nitrito, encontrado ao longo das amostragens realizadas no rio Pitimbu (0,0000 a 0,0026) estes estão dentro do preconizado pela resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico classe 2, como demonstrado no Gráfico 6.10.

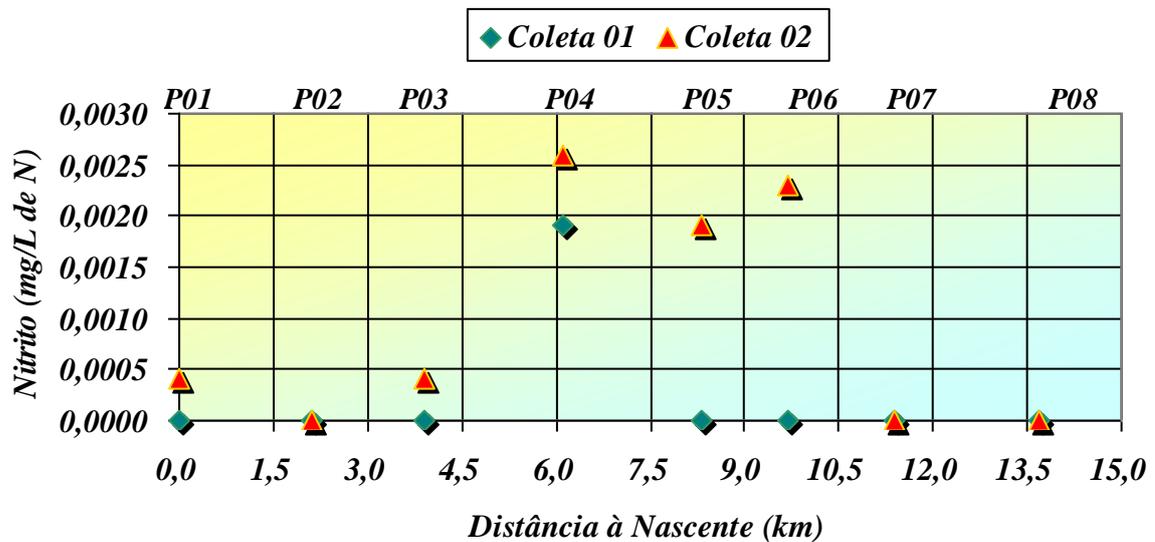


Gráfico 6.10 – Valores de Nitrito encontrados nos pontos de coleta

O trecho em estudo apresentou uma pequena quantidade de nitrato encontrado ao longo das amostragens realizadas no rio Pitimbu (0,0000 a 0,3473) estes estão dentro do preconizado pela resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico classe 2, como demonstrado no Gráfico 6.11.

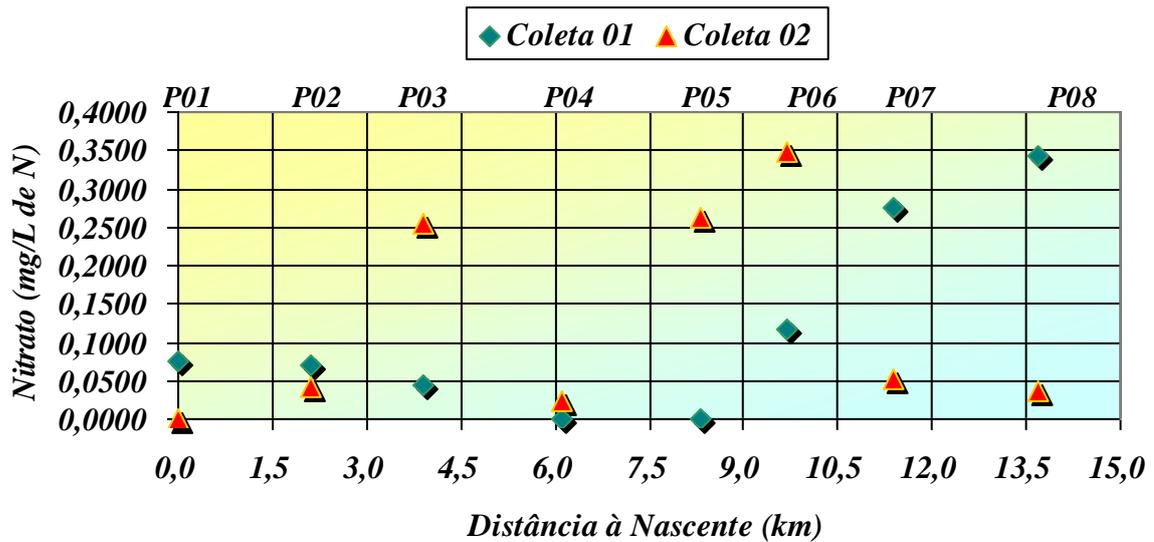


Gráfico 6.11 – Valores de Nitrato encontrados nos pontos de coleta

6.2.12. Metais Pesados

Os Gráficos 6.12, 6.13, 6.14 e 6.15 mostram os valores encontrados para os principais metais pesados (ferro, manganês, zinco e chumbo) cujos valores encontrados não são significantes, caracterizando o trecho como livre de contaminação por metais pesados.

a) Ferro

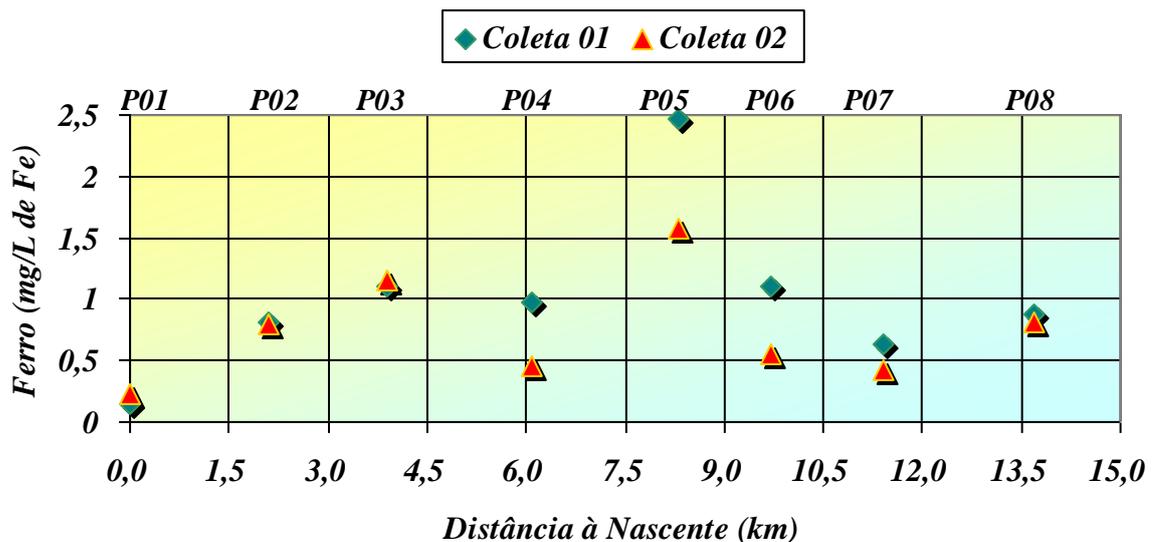


Gráfico 6.12 – Valores de Ferro encontrados nos pontos de coleta

b) Manganês

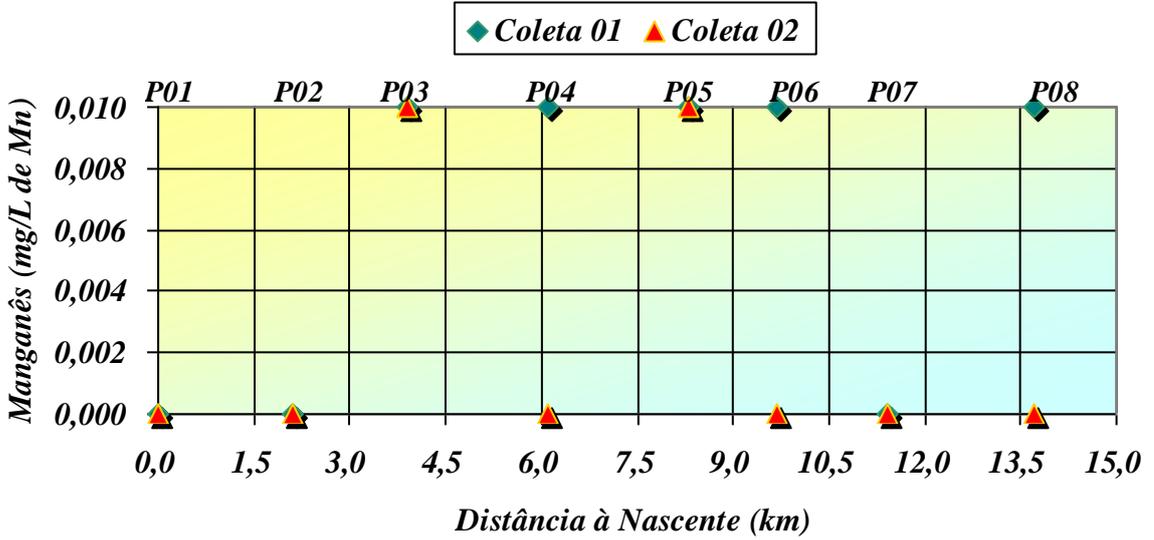


Gráfico 6.13 – Valores de Manganês encontrados nos pontos de coleta

c) Zinco

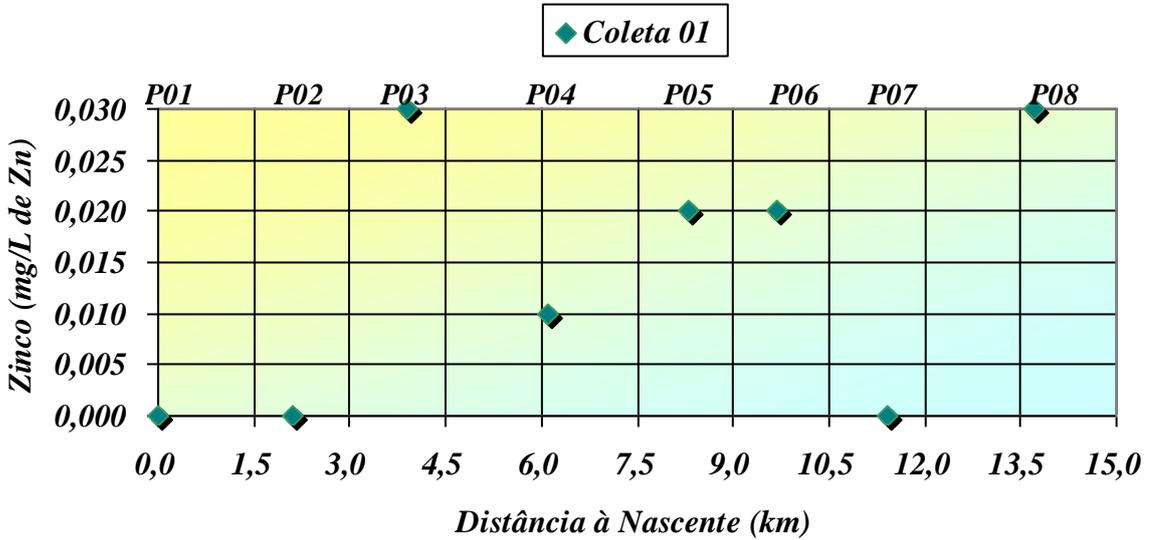


Gráfico 6.14 – Valores de Zinco encontrados nos pontos de coleta

d) Chumbo

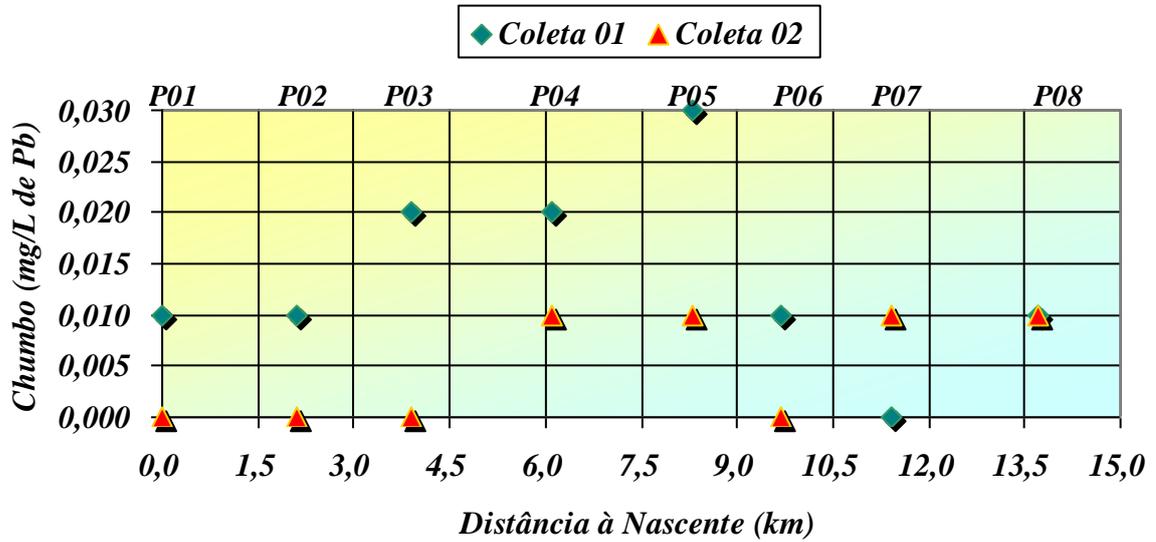


Gráfico 6.15 – Valores de Chumbo encontrados nos pontos de coleta

6.3. Comparação dos resultados com a resolução CONAMA nº 357

Os Gráficos 6.16 e 6.17 apresentam uma comparação entre os valores observados dos diversos parâmetros que caracterizam um corpo d'água e os seus respectivos valores preconizados como padrão pela resolução CONAMA nº 357.

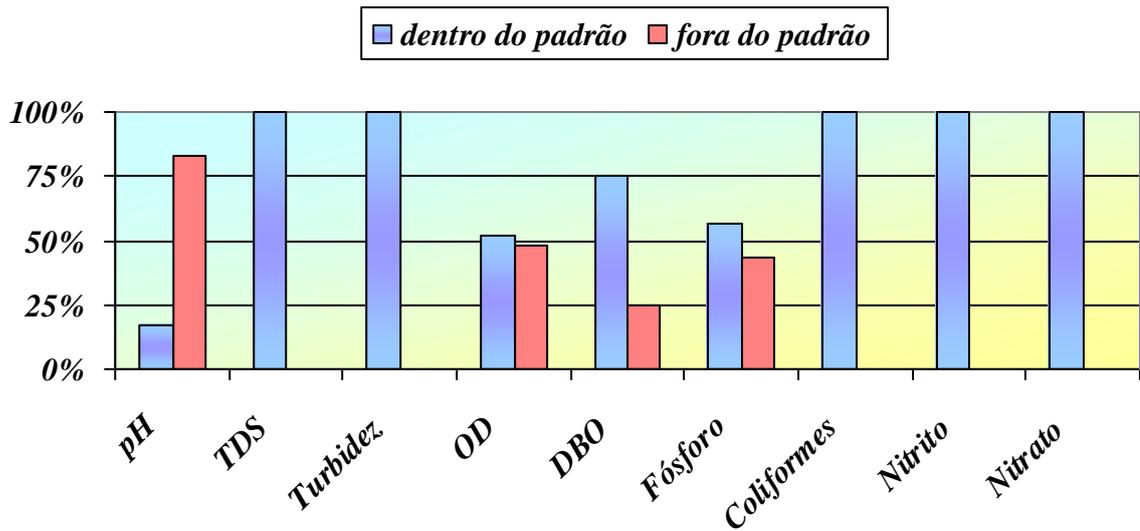


Gráfico 6.16 – Comparativo dos valores que estiveram dentro do padrão CONAMA nº 357 e os valores que estiveram fora

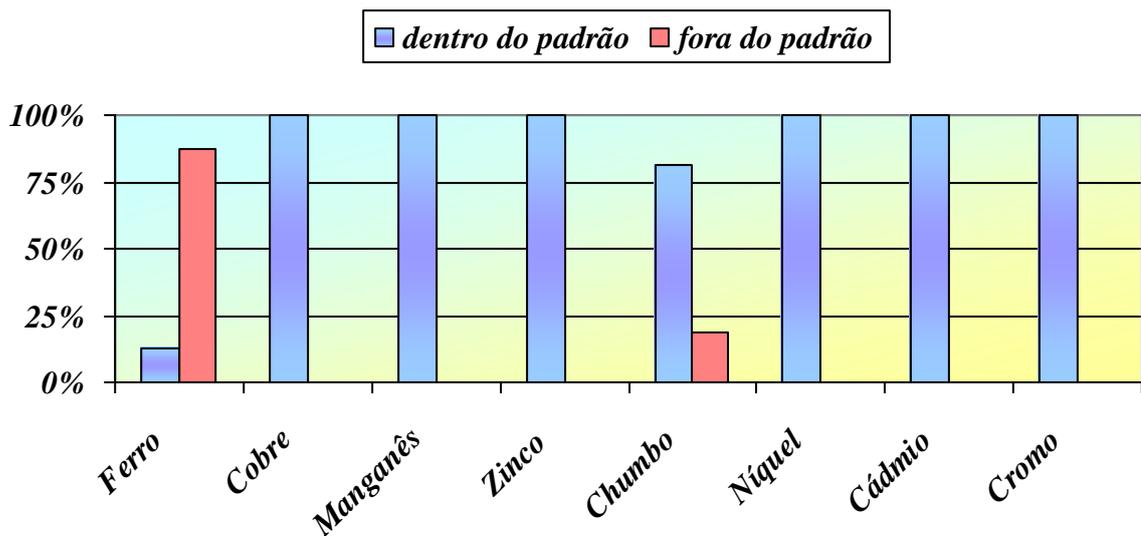


Gráfico 6.17 – Comparativo dos valores que estiveram dentro do padrão CONAMA nº 357 e os valores que estiveram fora

Os parâmetros analisados pode-se observar, que as amostras analisadas, duas sendo uma no período seco e outra após uma precipitação pluvial muito grande ocorrida na região em estudo, a maioria dos parâmetros estão inseridos na faixa para um corpo hídrico de classe 2, segundo a resolução CONAMA nº 357.

O pH e o ferro das amostras estiveram em 80% acima do que preconiza a resolução CONAMA nº 357 para um corpo hídrico de classe 2, porém isto se deve ao fato de que esta é uma característica peculiar a esta região, não podendo descaracterizar o rio como classe 2. Outros parâmetros analisados que estiveram acima dos valores estabelecidos foram o OD, DBO, fósforo e chumbo. Os parâmetros OD, DBO e fósforo foram evidenciados, devido provavelmente, a grande quantidade de vegetação aquática encontrada nos pontos de coleta e, o chumbo provavelmente encontrado devido à utilização de defensivos agrícolas ao longo do trecho em estudo, pois esta é uma área rural que se utiliza agricultura irrigada.

7. CONCLUSÃO

Após análise de qualidade da água, pode-se afirmar que o trecho do rio Pitimbu, desde a nascente até uma distância de 15 km, na divisa entre Macaíba e Parnamirim situadas no Rio Grande do Norte, está livre de poluição, se caracteriza segundo a resolução do CONOMA nº 357 de 17 de março de 2005 como classe 2, podendo ser utilizado para abastecimento humano, pois apresenta uma qualidade de água potável dentro dos padrões exigidos.

Analisando o uso da água e a ocupação dos solos através de fotografias e visitas *in loco*, pode-se verificar a necessidade de se estabelecer uma Área de Proteção Ambiental (APA) para que esta seja preservada e garantida, pelo menos neste trecho, que sua condição permaneça inalterada para que a jusante deste forneça uma água de qualidade com condições permanentes. Porém para que tenha um controle da qualidade deste trecho da bacia, faz-se necessário o acompanhamento continuado da qualidade da água, bem como o controle da fauna e flora juntamente com a sociedade, cientistas, pesquisadores, entidades públicas e privadas, mas principalmente a integração do comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu que deve, juntamente com estes, proporem a criação da Área de Proteção suas leis e diretrizes e manter o equilíbrio entre o desenvolvimento da região e a condição natural apresentada pela comunidade quase que totalmente rural.

8. RECOMENDAÇÕES

Visando a conservação da área em estudo tendo em vista a sua importância e, considerando que esta é uma área rural sendo voltada eminentemente para a agricultura irrigada, recomenda-se:

- Criação da APA (Área de Proteção Ambiental) Pitimbu/Macaíba.
- Monitorar o trecho em estações climatológicas e linígrafos permitindo uma correspondência entre lâmina d'água e deflúvio.
- Determinação de fertilizantes e defensivos agrícolas na água verificando a quantidade e tipos empregados, desta forma, através de regras estabelecidas pela APA, controlar sua utilização e quantidade.
- Gerenciamento com vista a enquadrá-lo na Classe 2 no que preceitua a Resolução CONAMA nº 357.
- Providenciar campanhas de limpeza do rio, principalmente nos pontos P04, P05, P06, P07 que apresentou algum depósito de lixo e vegetação aquática.
- Verificar as passagens molhadas criando mecanismos que possam evitar este tipo de travessia, tanto de carros movidos à combustão como a tração animal, como por exemplo, a inserção de manilhas de concreto, para evitar contaminação por óleos e graxas.
- Atuação dos órgãos públicos, incluindo o Comitê da bacia do rio Pitimbu, exigindo as diretrizes estabelecidas para uma APA, principalmente nas áreas próximas às margens do rio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) BORGES, A. N. *et al.* “*Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente à implantação do Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos (SITEL) do Centro Industrial Avançado (CIA/RN)*”. 1999. 150f. Trabalho final da disciplina Avaliação de Impacto Ambiental (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 2) BORGES, A. N. “*Implicações Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu (RN) decorrentes das diversas formas de uso e ocupação do solo*”. 2002. 175p. Tese (Mestrado em Engenharia Sanitária e Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 3) BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Código das Águas.
- 4) BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o código florestal e dá outras providências.
- 5) BRASIL. 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 providências.
- 6) BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- 7) BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Cria a ANA – Agência Nacional de Águas, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- 8) BRASIL. Resolução CONAMA nº 010 de 14 de dezembro de 1988. Dispõe sobre as áreas de proteção ambiental.
- 9) BRASIL. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

- 10) CAMPOS, N., STUDART, T. *“Gestão das Águas: princípios e práticas”*. 2ed. Porto Alegre: ABRH, 2003, 242p.
- 11) COSTA, S. M. D. *“Alteração da cobertura vegetal natural da microbacia do rio Pitimbu – RN devido à ocupação antrópica”*. 1995. 19f. Relatório final de pesquisa – Conselho Nacional de desenvolvimento científico e tecnológico – Pró-Reitoria de Pesquisa e pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 12) FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE NATAL (ECONATAL). *“Caracterização e diretrizes gerais de uso e ocupação da Zona de Proteção Ambiental, situada no bairro de Pitimbu, entre a Av. dos Caiapós e o rio Pitimbu: zoneamento ambiental”*. Natal, 1995. 54p.
- 13) FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEC). *“Relatório de qualidade do meio ambiente”*. Natal, 1984.
- 14) FUNDAÇÃO NORTE RIOGRANDENSE DE PESQUISA E CULTURA (FUNPEC). *“Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, referente à implantação do Centro Industrial Avançado – CIA/RN”*. Natal, 1998.
- 15) GUIMARÃES SEGUNDO, J. E. A. *“Diagnóstico Geoquímico Ambiental de Água e Sedimento de Fundo do rio Pitimbu, Região Sul da Grande Natal(RN)”*. 2002. 196p. Tese (Mestrado em Geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 16) INSTITUTO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO RIO GRANDE DO NORTE (EMATER). *“Projeto Pitimbu: recuperação e conservação de matas ciliares”*. Natal, 2000.
- 17) IPT. Reconhecimento Hidrogeológico e estudo sobre a qualidade atual das águas subterrâneas da Grande Natal. 1981.
- 18) LIRA S. F. de. *“Contribuição ao estudo da poluição hídrica do rio Pitimbu – Eduardo Gomes(Parnamirim) – RN”*. 1983. Monografia (Bacharelado em Geografia), Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
- 19) MACAÍBA. Prefeitura Municipal de. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos para o Município de Macaíba/RN, Macaíba, 2000. 23p.
- 20) MELO, J. G. de. *“Impacto do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas de Natal-RN”*. 1995. 196f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e

- Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 21) NUNES, E. *“Aspectos morfo-estruturais, fisiográficos e de coberturas de alterações intempéricas da grande Natal (RN) como base para macrozoneamento Geo-ambiental”*. 1996. 191f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro.
 - 22) OLIVEIRA, F. F. G. de. *“Utilização do Sistema de Posicionamento Global – GPS no mapeamento e georeferenciamento ambiental das Zonas de Proteção Ambiental de Natal-RN”*. 1999. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
 - 23) OLIVEIRA, F. G. de. *“Autodepuração e monitoramento do rio Pitimbu-RN”*. 1994. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
 - 24) RAMALHO, M. F. de J. L. *“Evolução dos processos erosivos nos solos arenosos entre os municípios de Natal e Parnamirim (RN)”*. 1999. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro.
 - 25) RN. Lei nº 6.908 de 01 julho de 1996. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos.
 - 26) RN. Decreto nº 13.283 de 22 de março de 1997. Regulamenta o inciso III do art. 4º da Lei 6.908 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos.
 - 27) RN. Decreto nº 13.284 de 22 de março de 1997. Regulamenta o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH.
 - 28) RN. Decreto nº 13.836 de 11 de março de 1998. Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNERH.
 - 29) SANTOS, A. C. V. dos. *“Influência da expansão urbana na paisagem da sub-bacia do rio Pitimbu entre Natal e Parnamirim”*. 1999. 93f. Monografia (VII curso de Especialização em Geografia do Nordeste) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.
 - 30) SANTOS, A. C. V. dos; COSTA, A. M. de B. da; SILVA, F. M. da. *“Caracterização e atuação antrópica na sub-bacia do rio Pitimbu – Natal(RN)”*.

In: SEMANA DE HUMANIDADES, 6; SEMINÁRIO DE PESQUISA, 7”
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 1997, Natal, Anais ... p.
246-247.

- 31) SILVA, V. L. “*Diagnóstico Ambiental da Microbacia do rio Pitumbu/RN*”. 2003.
183p. Tese (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia,
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1) BRASIL. Decreto nº 84.017, de 21 de setembro de 1979. Regulamenta os parques nacionais brasileiros.
- 2) BRASIL. Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação das estações ecológicas e áreas de proteção ambiental e dá outras providências.
- 3) BRASIL. Resolução CONAMA nº 011 de 03 de dezembro de 1987. Dispõe sobre as categorias de unidades de conservação.
- 4) BRASIL. Resolução CONAMA nº 013 de 06 de dezembro de 1990. Dispõe sobre a proteção dos ecossistemas do entorno das unidades de conservação.
- 5) BRASIL. Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre a classificação das águas e as condições de balneabilidade.
- 6) FREITAS, F. R. S. Avaliação da qualidade da água para piscicultura do açude Ayres de Souza – bacia hidrográfica do rio Acaraú - Sobral / CE. Sobral: Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC. 2005. 98. p. Monografia (graduação).
- 7) GARCÊS, L. Nogueira. *“Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária”* 2ed. São Paulo. Edgard Blücher, 1974, 356p.
- 8) GUIMARÃES Jr., J. A. *“Hidrologia operacional - Notas de Aula”*. Programa de Pós-Graduação, LARHISA, Centro de Tecnologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, 2004.
- 9) LINSLEY, Ray K.; FRANZINI, Joseph B.. *“Engenharia de Recursos Hídricos”*. Adaptado por: Luiz Américo Pastorino. McGraw-Hill do Brasil, 1978, 798p
- 10) MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *“O estado das Águas no Brasil 2001-2002”*. Organizado por: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003, 514p.
- 11) PINTO, N. L. de Souza e outros. *“Hidrologia Básica”*. São Paulo, Edgard Blücher, 1976, 278p.
- 12) RIGUETTO, A. M. (1998) *“Hidrologia e Recursos Hídricos”*. São Carlos, EESC-USP.
- 13) SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE (SERHID). *“Programa Estadual de Recursos Hídricos”*. Natal, 1999.

- 14) SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE (SERHID). *“A água é um bem de todos”*. 3ed. Natal, 2000.
- 15) SETTI, A. A. et al. *“Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos”*. 3ed. Brasília, ANEEL e ANA, 2001, 328p.
- 16) STANDARD METHODS, 19 th edition, Andrew D. Eaton, Lenore S. Clesceri, Arnold. E. Greenberg, 1995 - APHA/AWWA/WEF.
- 17) VILLELA, S.M.; MATTOS, A. *“Hidrologia Aplicada”*. São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.