

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL MODALIDADE PROFISSIONAL**

**ANÁLISE DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO E
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO
RIO ITABAPOANA, SUDESTE BRASILEIRO**

EDNILSON GOMES DE SOUZA JUNIOR

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

2015

EDNILSON GOMES DE SOUZA JUNIOR

**ANÁLISE DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO E
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO
RIO ITABAPOANA, SUDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Avaliação e Gestão Ambiental, linha de pesquisa **Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos**, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Orientador: Professor D. Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira. (Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa)

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

2015

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL MODALIDADE PROFISSIONAL

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

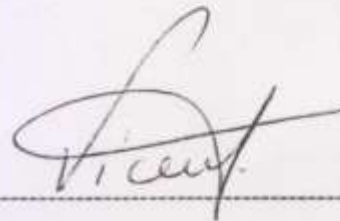
CAMPOS, 01 DE SETEMBRO DE 2015

TÍTULO: "Análise do Potencial Hidrelétrico e Caracterização Físico-Química e Microbiológica do Rio Itabapoana, Sudeste Brasileiro"

AUTOR (A): Ednilson Gomes de Souza Junior

BANCA AVALIADORA:

ORIENTADOR:

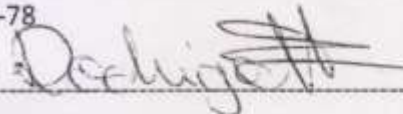


Prof: D.Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira
Doutor em Engenharia Agrícola - UFV
796.028.007-04

PROFESSORES DA BANCA:



Prof: D.Sc. Antenora Maria da Mata Siqueira
Doutora em Engenharia Agrícola Planejamento e
Desenvolvimento Rural e Sustentável- UNICAMP
755.207.707-78



Prof: D.Sc. Rodrigo Martins Fernandes
Doutor em Engenharia Elétrica pela UFRJ
-079.771.527-46

CONCEITO ATRIBUÍDO: Aprovado/ Nota: 9,5
() Aprovado com Restrição/ Nota: _____
() Reprovado/ Nota: _____

OBSERVAÇÕES:

REALIZAR AS ALTERAÇÕES PROPOSTAS PELA
BANCA.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por todo o amor, apoio e incentivo. Em especial à minha mãe, irmã e a tia Zezé.

Aos amigos, pela paciência e torcida, em especial à Mariana, pelo companheirismo e amizade que só cresceu ao longo dos últimos anos.

Ao Ricardo, pelas palavras sempre otimistas e pelo incentivo em todos os momentos.

Ao Instituto Federal Fluminense, representado aqui pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, e a todos os professores e funcionários que contribuíram para minha formação.

Ao meu orientador, Professor Vicente de Paulo, por ter acreditado em meu projeto e ter fornecido todos os meios e a ajuda necessária para que ele fosse realizado. E também pela preocupação e apoio quando, já na reta final, o desânimo se fez presente.

À equipe da UPEA, aqui representada pelo Marcão, Gabriel e Charles, pela imensa ajuda nos trabalhos de campo e pelas risadas, que tornavam o trabalho cansativo mais leve, ao Professor Sérgio e à equipe do LabFoz, pela ajuda nas análises e ao Peninha, pelo registro fotográfico em um dos trabalhos de campo.

Ao Instituto Federal Fluminense campus Bom Jesus, em especial ao Clinimar Amaral, pela ajuda com os dados pluviométricos.

À Secretaria de Meio Ambiente de Bom Jesus do Itabapoana, pela disponibilização de alguns materiais.

Aos integrantes do Projeto Managé, pelo trabalho desenvolvido e pela inspiração em minha infância, que me fez querer seguir na carreira ambiental, não só como profissional, mas como admirador do meio ambiente.

Por fim, aos Amestrados, turma querida que sempre esteve presente, incentivando, dando apoio e fazendo rir nos momentos mais difíceis. Nossas lutas e vitórias nunca serão esquecidas!

Rio de Minha Terra

Itabapoana majestoso
Que banha a minha cidade
Vai caminhando sinuoso
Levando a minha saudade

Nasce no Caparaó, a grande serra,
Banha Rosal e suas rosas perfumadas
Forma a cachoeira da Fumaça e a do Inferno,
Sempre brilhando sob as noites enluaradas

Vai caminhando para o seu destino
Que ao Oceano o conduz
Leva consigo mágoas e tristezas
Do povo de Bom Jesus.

- Oliveira Teixeira

RESUMO

O desenvolvimento da sociedade está diretamente ligado à disponibilidade de recursos hídricos. Para suprir suas necessidades, o homem desenvolveu a capacidade de represar cursos d'água, utilizando-os para irrigação, abastecimento urbano ou geração de energia elétrica. A Bacia do Itabapoana está localizada na Região Sudeste, abrangendo, total ou parcialmente, a área de 18 municípios, dos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. A região apresenta altos índices de degradação ambiental, como falta de cobertura vegetal, falta de tratamento de lixo e lançamento de esgoto *in natura* nos corpos d'água. Outro fator que tem grande influência na questão ambiental da região é seu grande potencial hidrelétrico. O Rio Itabapoana já possui cinco empreendimentos em operação e mais três em fase de licenciamento. Dessa forma, este artigo tem como objetivo avaliar a qualidade da água através das análises físico-químicas e microbiológicas, no período de julho a dezembro de 2014, numa avaliação em escala temporal e espacial. Foram avaliados os seguintes parâmetros: OD, DBO, turbidez, pH, condutividade elétrica e coliformes termotolerantes. Todos os parâmetros avaliados estavam em conformidade com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05, exceto o parâmetro coliformes termotolerantes.

Palavras-chave: Bacia do Itabapoana, Qualidade da água, Energia Hidrelétrica

ABSTRACT

The development of society is directly linked to the availability of water resources. To meet their needs, man developed the ability to dam streams by using them for irrigation, urban water supply or electricity generation. The Basin Itabapoana is located in the Southeast, covering all or part of the area of 18 municipalities in the states of Espírito Santo, Rio de Janeiro and Minas Gerais. The region has high levels of environmental degradation, and lack of vegetation, lack of waste treatment and release raw sewage into water bodies. Another factor that has great influence on the environmental issues of the region is its great hydroelectric potential. The Rio Itabapoana already has five projects in operation and three more in the licensing phase. Thus, this article aims to assess the quality of water through the physical, chemical and microbiological analysis in the period from July to December 2014, an evaluation in temporal and spatial scale. The following parameters were evaluated: DO, BOD, turbidity, pH, electrical conductivity and fecal coliforms. All parameters were in line with the limits established by Resolution CONAMA 357/05, except the parameter fecal coliform.

Keywords: The Basin Itabapoana , Water quality , Hydropower

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional Das Águas
ANEEL – Agência Nacional De Energia Elétrica
APP - Área De Preservação Permanente
CEMIG – Companhia Energética De Minas Gerais
CGH – Centrais Geradoras Hidrelétricas
DNAEE – Departamento Nacional De Águas E Energia Elétrica
EEVP – Empresa De Eletricidade Vale Do Paranapanema
EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária
EPE – Empresa De Pesquisa Energética
ES – Espírito Santo
GW – GIGAWATT
IBAMA – Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística
INEA – Instituto Estadual Do Ambiente
MG – Minas Gerais
MME – Ministério De Minas E Energia
MW – MEGAWATT
PBA – Plano Básico Ambiental
PCH – Pequena Central Hidrelétrica
RJ – Rio De Janeiro
SEA – Secretaria De Estado Do Ambiente
TCE-RJ – Tribunal De Contas Do Estado Do Rio De Janeiro
TVR – Trecho De Vazão Reduzida
UF – Unidade Federal
UHE – Usina Hidrelétrica
UNESCO – United Nations Educational Scientific And Cultural Organization

LISTA DE FIGURAS**ARTIGO 1 - Bacia Do Itabapoana: Aproveitamento Hidrelétrico e Impactos Ambientais**

FIGURA 01

Bacia do Rio Itabapoana 19

FIGURA 02

Localização dos empreendimentos hidrelétricos no Rio Itabapoana 23

FIGURA 03

Esquema mostrando a “escada” de PCHs 23

FIGURA 04

Usina Hidrelétrica de Rosal 24

FIGURA 05

PCH Calheiros 25

FIGURA 06

Casa de Força da PCH Franca Amaral 26

FIGURA 07

Focos de deslizamento de terra no entorno do reservatório da PCH Franca Amaral 26

FIGURA: 08

Reservatório da PCH Pirapetinga 27

FIGURA 09

Casa de Força da PCH Pirapetinga 27

FIGURA 10

Macrófitas no reservatório da PCH Pedra do Garrafão 27

| | |
|---|----|
| FIGURA 11 | |
| Trecho de Vazão Reduzida (TVR) da PCH Pedra do Garrafão | 28 |
| FIGURA 12 | |
| Compartimentalização em Reservatórios | 30 |
| FIGURA 13 | |
| Gráfico de Estratificação térmica | 31 |
| | |
| ARTIGO 2 – Qualidade da Água do Rio Itabapoana: Análise dos parâmetros físico-químicos e Microbiológicos e Influência de Empreendimentos Hidrelétricos | |
| | |
| FIGURA 01 | |
| Bacia do Rio Itabapoana | 39 |
| FIGURA 02 | |
| Pontos de Coleta no Rio Itabapoana | 40 |
| FIGURA 03 | |
| Gráfico de dados pluviométricos | 42 |
| FIGURA 04 | |
| Gráfico de dados pluviométricos | 42 |
| FIGURA 05 | |
| Gráfico de valores de Turbidez | 43 |
| FIGURA 06 | |
| Gráfico de valores de Condutividade Elétrica | 44 |
| FIGURA 07 | |
| Presença de macrófitas no reservatório da PCH Pedra do Garrafão | 45 |

FIGURA 08

Gráfico de valores de Sólidos Totais Disponíveis 45

FIGURA 09

Gráfico de valores de Oxigênio dissolvido 46

FIGURA 10

Gráfico de valores de Coliformes Termotolerantes 47

ARTIGO 3 - Diagnóstico Ambiental do Município de Bom Jesus do Itabapoana, RJ

FIGURA 01

Localização do Município de Bom Jesus do Itabapoana 55

Figura 02

Urbanização às margens do rio Itabapoana 56

FIGURA 03

Uso do Solo no Município de Bom Jesus do Itabapoana 59

FIGURAS 04 E 05

Lançamento de esgoto *in natura* no rio Itabapoana 61

FIGURA 06

Bacia do rio Itabapoana 63

FIGURAS 07 E 08

Deslizamentos de terra 66

FIGURAS 09 E 10

Ponte na RJ-230 destruída por um deslizamento de terra 67

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1 - Bacia Do Itabapoana: Aproveitamento Hidrelétrico e Impactos Ambientais

TABELA 01

Capacidade instalada de Geração Elétrica no Brasil (MW) 17

TABELA 02

População total da Bacia do Itabapoana 20

TABELA 03

Empreendimentos Hidrelétricos instalados/planejados no Rio Itabapoana 22

TABELA 04

Impactos gerados pela construção de represas 29

ARTIGO 2 – Qualidade da Água do Rio Itabapoana: Análise dos parâmetros físico-químicos e Microbiológicos e Influência de Empreendimentos Hidrelétricos

TABELA 01

Pontos de amostragem no Rio Itabapoana 40

ARTIGO 3 - Diagnóstico Ambiental do Município de Bom Jesus do Itabapoana, RJ

TABELA 01

Destino do esgotamento sanitário no município de Bom Jesus do Itabapoana 61

TABELA 02

Análise crítica do esgotamento sanitário em Bom Jesus do Itabapoana 62

TABELA 03

Empreendimentos hidrelétricos no rio Itabapoana 65

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | 6 |
| ABSTRACT | 7 |
| LISTA DE ABREVIATURAS | 8 |
| LISTA DE FIGURAS | 9 |
| LISTA DE TABELAS | 12 |
| | |
| 1 - APRESENTAÇÃO | 15 |
| | |
| 2 - ARTIGO 1 - BACIA DO ITABAPOANA: APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO E IMPACTOS AMBIENTAIS | |
| Resumo | 16 |
| 1 Introdução | 17 |
| 2 Energia hidrelétrica | 18 |
| 3 Bacia do Itabapoana | 20 |
| 4 Potencial hidrelétrico | 23 |
| 4.1 Usina Hidrelétrica de Rosal | 26 |
| 4.2 PCH Calheiros | 27 |
| 4.3 PCH Franca Amaral | 27 |
| 4.4 PCH Pirapetinga | 28 |
| 4.5 PCH Pedra do Garrafão | 29 |
| 5 Impactos Ambientais | 30 |
| 6 Conclusão | 34 |
| 7 Referências Bibliográficas | 35 |
| | |
| 3 - ARTIGO 2 – QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO ITABAPOANA: ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS E INFLUÊNCIA DE EMPREENHIMENTOS HIDRELÉTRICOS | |
| Resumo | 38 |
| 1 Introdução | 39 |
| 2 Material e Método | 40 |
| 3 Resultados e Discussão | 43 |
| 4 Conclusão | 49 |
| 5 Referências Bibliográficas | 50 |

4 - ARTIGO 3 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE BOM JESUS DO ITABAPOANA, RJ

| | |
|---|-----------|
| Resumo | 53 |
| 1 Introdução | 54 |
| 2 Bom Jesus do Itabapoana | 54 |
| 3 Caracterização física | 56 |
| 3.1 Geomorfologia | 56 |
| 3.2 Geologia | 57 |
| 3.3 Solos | 57 |
| 3.4 Clima | 57 |
| 4 Cobertura vegetal, Uso e Ocupação do Solo | 58 |
| 5 Saneamento Básico | 60 |
| 5.1 Tratamento de água | 60 |
| 5.2 Esgotamento Sanitário | 60 |
| 6 Rio Itabapoana | 63 |
| 6.1 Potencial Hidrelétrico | 64 |
| 7 Desastres Naturais | 65 |
| 8 Conclusão | 67 |
| 9 Referências | 68 |
| | |
| APÊNDICE 1 | 71 |
| APÊNDICE 1 | 73 |

APRESENTAÇÃO

A ideia de desenvolver uma pesquisa sobre os aspectos ambientais da Bacia do Itabapoana surge da necessidade de geração e atualização de informações disponíveis. A região carece de pesquisas e investimentos e, conseqüentemente, de propostas para melhorias e recuperação.

Desta forma, este artigo tem como objetivo analisar o potencial hidrelétrico da Bacia do Itabapoana, estabelecendo uma correlação entre o represamento de águas para fins de geração de energia e os altos índices de degradação ambiental encontrados na bacia, com ênfase na qualidade da água. Para isso, foram realizadas coletas mensais em nove pontos do Rio Itabapoana. As amostras foram analisadas no Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul (LABFOZ), do Instituto Federal Fluminense Campus UPEA, em Campos dos Goytacazes, com base nos seguintes parâmetros: pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes.

Os parâmetros foram comparados aos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05, que apresenta as diretrizes ambientais para a classificação dos corpos de água. Os resultados obtidos demonstram os parâmetros avaliados estavam em conformidade com os limites estabelecidos pela resolução, exceto o parâmetro coliformes termotolerantes, que apresentou índices altos, reafirmando o problema causado pela falta de saneamento básico.

2 - ARTIGO CIENTÍFICO 1

(A ser submetido ao Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego)

Bacia Do Itabapoana: Aproveitamento Hidrelétrico e Impactos Ambientais

Ednilson Gomes de Souza Junior*

Vicente de Paulo Santos de Oliveira**

Resumo: O desenvolvimento da sociedade está diretamente ligado à disponibilidade de recursos hídricos. Para suprir suas necessidades, o homem desenvolveu a capacidade de represar cursos d'água, utilizando-os para irrigação, abastecimento urbano ou geração de energia elétrica. A Bacia do Itabapoana, localizada na região sudeste, apresenta grande potencial hidrelétrico e, por isso, já possui cinco empreendimentos em operação e mais três em fase de licenciamento. Além disso, a bacia apresenta inúmeros problemas ambientais, como baixa cobertura vegetal, falta de tratamento de lixo e lançamento de esgoto *in natura* nos corpos d'água. Este artigo tem como objetivo mostrar como a soma destes fatores resulta em altos índices de degradação ambiental, principalmente na questão da qualidade da água.

Palavras-chave: Energia Hidrelétrica, Impactos Ambientais, Qualidade da água, Rio Itabapoana

Abstract: The development of society is directly linked to the availability of water resources. To meet their needs, man developed the ability to dam streams by using them for irrigation, urban water supply or electricity generation. The Itabapoana Basin, located in the Brazilian Southeast, has great hydroelectric potential and therefore already has five projects in operation and three more in the licensing phase. Besides that, the basin has numerous environmental problems such as low plant cover, lack of waste disposal and release raw sewage into water bodies. This article aims to show how the sum of these factors results in high levels of environmental degradation, especially when it comes to water quality.

Key-words: Hydroelectric Power, Environmental Impacts, Water Quality, Itabapoana River

* Gestor Ambiental, Pós-graduado em Educação Ambiental e Mestrando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense Campus Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil.

**Engenheiro Agrimensor. Doutor em Engenharia Agrícola e Professor do Mestrado em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense. Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental. Campos dos Goytacazes - Brasil.

1 – Introdução

A disponibilidade de recursos hídricos, em quantidade e qualidade, pode ser considerada como um fator de grande importância para o desenvolvimento da sociedade. Historicamente, os rios sempre atraíram civilizações para suas margens, tendo em vista a possibilidade de aproveitamento de suas águas para desenvolver atividades de irrigação e abastecimento urbano, por exemplo. Começou assim a exploração da água para fins coletivos e, conseqüentemente, a geração dos primeiros impactos ambientais, como perda de qualidade, salinização e desertificação (CALIJURI & CUNHA, 2013).

O desenvolvimento pautado na insustentabilidade e a irresponsabilidade no uso dos recursos naturais têm afetado a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos. A demanda de água doce continua crescendo devido ao aumento populacional e uso pelos setores agropecuário e industrial (TUNDISI, 2014). Segundo a UNESCO (2015), prevê-se um aumento da demanda hídrica mundial de 55% para o ano de 2050. A não ser que o equilíbrio entre demanda e oferta seja restaurado, o mundo deverá enfrentar um déficit global de água cada vez mais grave.

Os recursos hídricos, mais especificamente a água doce superficial, são alvo de grande preocupação mundial, devido à sua escassez, distribuição desigual nas regiões e à deterioração de sua qualidade por ações antrópicas (FARAGE, 2009). Segundo Sperling (2005), apenas 0,8% de toda água de nosso planeta está disponível para abastecimento público, sendo que destes, apenas 3% apresentam-se na forma de água superficial, ou seja, mais fácil de ser extraída. Estes valores ressaltam a grande importância de se preservarem os recursos hídricos da Terra, evitando a contaminação da pequena fração disponível.

A garantia da qualidade e da quantidade de água disponível em mananciais superficiais ou subterrâneos é imprescindível para as atividades humanas. Dessa forma, conhecer as propriedades naturais e os processos esperados nesses sistemas aquáticos é fundamental para uma adequada gestão dos recursos hídricos e a garantia dos usos da água a longo prazo (CALIJURI & CUNHA, 2013).

Apesar da grande disponibilidade, utilizar este recurso não é tão simples, devido às oscilações de vazão sofridas pelos rios ao longo do tempo. Com o objetivo de resolver este problema, o homem desenvolveu a capacidade de represar cursos d'água, como forma de regularizar sua vazão e armazenar água para os períodos mais secos. Com isso, outros usos coletivos surgiram, como a possibilidade de geração de energia elétrica, navegação, recreação

e diluição de efluentes, interferindo diretamente na dinâmica hidrológica e alterando significativamente a qualidade das águas (CAMPAGNOLI, 2012)

No que diz respeito ao Brasil, este é um país rico em termos de disponibilidade hídrica. Entretanto, apresenta uma grande variação espacial e temporal das vazões. Dessa forma, bacias localizadas em áreas que apresentam uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos, passam por situações de escassez e estresse (ANA, 2005). Segundo Calijuri & Cunha (2013), a região Norte, que possui as menores densidades demográficas do País, detém cerca de 70% de toda a água doce do País, enquanto as regiões Sul e Sudeste, as mais povoadas do território, concentram apenas 7% e 6% das reservas, respectivamente.

Por possuir um grande potencial hídrico, o Brasil investe de forma significativa na implantação de reservatórios para suprir suas necessidades de usos da água para fins diversos, principalmente a geração de energia elétrica. Entretanto, a construção de barragens provoca profundas alterações nos cursos hídricos, como a transformação abrupta de um ambiente lótico para um lântico e desequilíbrios na estrutura físico-química e biológica do meio aquático. A geração destes impactos ocorre à montante e à jusante do barramento, podendo afetar áreas distantes.

Desta forma, este artigo tem como objetivo analisar o potencial hidrelétrico da Bacia do Itabapoana, estabelecendo uma correlação entre o represamento de águas para fins de geração de energia e os altos índices de degradação ambiental encontrados na bacia, com ênfase na qualidade da água.

2 - Energia hidrelétrica

O Brasil é o segundo maior produtor de energia hidrelétrica no mundo, tendo atingido a marca de 82,5GW em 2011, perdendo apenas para a China (231,0GW) e ficando à frente de países como o EUA (78,7GW), Canadá (74,9GW) e Rússia (47,3GW) (IPE, 2014). Já em 2015, segundo o Ministério de Minas e Energia (2015), o Brasil atingiu a marca de 89.227MW de capacidade instalada, com um total de 1.158 usinas.

De acordo com dados da ANEEL (2014), a geração hidrelétrica ainda constitui a principal fonte de energia elétrica no país, cujos empreendimentos representam 67,9% da potência instalada (Tabela 01).

Tabela 01 – Capacidade instalada de Geração Elétrica no Brasil (MW)

| Fonte/Ano | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2015 |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| UHE | 76.781 | 78.610 | 78.371 | 79.753 | 81.092 | 89.227 |
| Termelétrica | 27.481 | 30.784 | 31.244 | 32.908 | 36.528 | 37.796 |
| PCH | 3.400 | 3.868 | 3.870 | 4.302 | 4.656 | - |
| CGH | 173 | 185 | 216 | 240 | 270 | - |
| Nuclear | 2.007 | 2.007 | 2.007 | 2.007 | 1.990 | 1.990 |
| Eólica | 602 | 928 | 1.426 | 1.893 | 2.202 | 4.981 |
| Solar | 0 | 1 | 1 | 2 | 5 | 15 |
| Total | 110.444 | 116.383 | 117.135 | 121.104 | 126.743 | 134.000 |

Fonte: Adaptado de EPE (2014) e MME (2015) (Legenda: UHE – Usina Hidrelétrica de Energia, com potência instalada superior a 30MW; PCH – Pequena Central Hidrelétrica, com potência instalada entre 1 MW a 30 MW; CGH – Centrais Geradoras Hidrelétricas, com potência instalada de até 1 MW)

A energia hidrelétrica é gerada pelo aproveitamento do fluxo das águas em uma usina na qual as obras civis – que envolvem a construção, o desvio do rio e a formação do reservatório – são tão ou mais importantes que os equipamentos instalados (ANEEL, 2008).

Segundo o Atlas de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2008), as principais variáveis usadas na classificação de uma usina hidrelétrica são: *“altura da queda d’água, vazão, capacidade ou potência instalada, tipo de turbina empregada, localização, tipo de barragem e reservatório.”* Todos estes fatores são interdependentes, ou seja, a altura da queda d’água e a vazão dependem do local de construção e determinarão qual será a capacidade instalada - que, por sua vez, determina o tipo de turbina, barragem e reservatório.

A potência instalada determina se a usina é de grande ou médio porte ou uma PCH. A ANEEL (2008) adota três classificações:

- Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, com até 1 MW de potência instalada);
- Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada);
- Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW).

O Atlas (2008) também especifica que existem dois tipos de reservatórios:

- Acumulação - geralmente localizados na cabeceira dos rios ou locais de altas quedas d’água. Dado o seu grande porte, permitem o acúmulo de grande quantidade de água e funcionam como estoques a serem utilizados em períodos de estiagem. Além disso,

como estão localizados a montante das demais hidrelétricas, regulam a vazão da água que irá fluir para elas, de forma a permitir a operação integrada do conjunto de usinas;

- Fio d'água - geram energia com o fluxo de água do rio, ou seja, pela vazão com mínimo ou nenhum acúmulo do recurso hídrico;

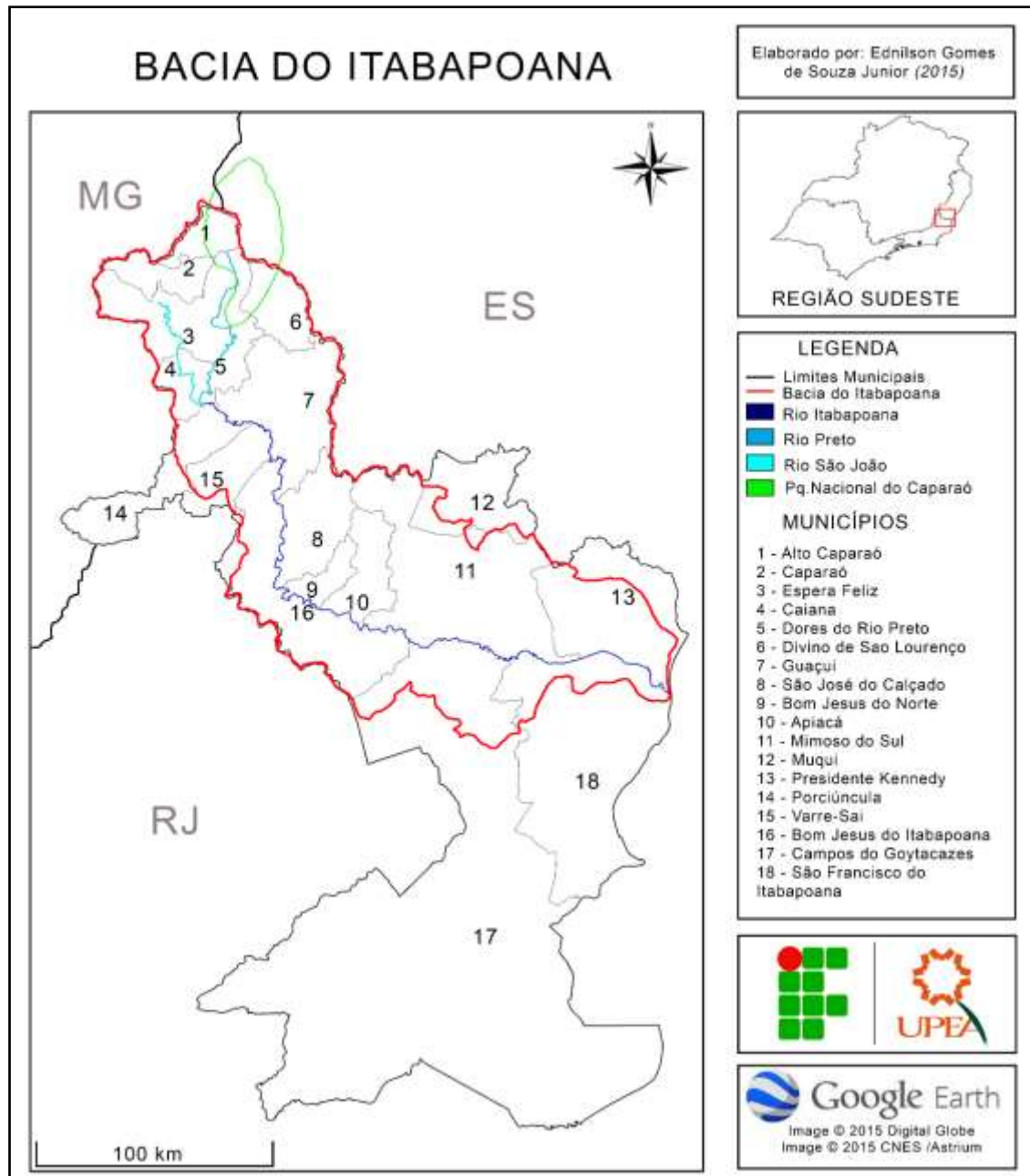
Segundo a ANEEL (2014), somente no ano de 2013, foram analisados 64 estudos de inventário de potencial hidrelétrico (22 aprovados, totalizando 975,86 MW), 65 projetos básicos de PCHs (36 aprovados, correspondendo a potência total de 485,65 MW) e, para fins de aceite, também foram analisados 43 estudos de inventário, 84 projetos básicos de PCHs e sete estudos de viabilidade.

3 - Bacia do Itabapoana

A Bacia do Itabapoana está localizada na Região Sudeste, abrangendo, total ou parcialmente, a área de 18 municípios (Figura 01), dos quais nove pertencem ao Estado do Espírito Santo, cinco ao Estado do Rio de Janeiro e quatro ao Estado de Minas Gerais, e está limitada pelas bacias do Rio Paraíba do Sul, ao sul, do Rio Itapemirim, ao norte, do Rio Doce, a oeste, e pelo Oceano Atlântico, a leste (ANA, 2008).

A Bacia está inserida na região hidrográfica do Atlântico Sudeste (SEA, 2014), apresenta uma pequena extensão territorial, drenando uma área de 4.875,46 km². Seu rio principal possui uma extensão de 220 km, tendo como formadores o rio São João, que nasce no sudeste de Minas Gerais, e o rio Preto, que nasce na Serra do Caparaó, e deságua no Oceano Atlântico, em Barra do Itabapoana. Seus principais afluentes são os rios Muqui do Sul, Barra Alegre, Guaçuí e Calçado, além de outros menores. No seu trajeto forma inúmeras quedas d'água e cachoeiras, dentre as quais pode-se destacar a Cachoeira da Fumaça, Cachoeira do Inferno (onde foi instalada a PCH Franca Amaral) e a Cachoeira de Rosal. Já na zona do baixo curso do rio Itabapoana, em especial na faixa costeira, existe uma grande concentração de lagoas, muitas das quais já drenadas por proprietários rurais. (SEA, 2014)

Figura 01: Bacia do Rio Itabapoana



Fonte: Própria (2015)

Werneck (2012) salienta que o Rio Itabapoana ainda não foi enquadrado de acordo com Resolução CONAMA 357 de 2005, mas que segundo o relatório do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos da ANA, apesar da degradação ambiental, presume-se que suas águas estariam inseridas na classe 2 da referida resolução.

Segundo dados do último Censo (IBGE, 2010), os municípios que compõem a Bacia do Itabapoana possuem uma população total de 722.833 habitantes (Tabela 02).

Tabela 02: População total da Bacia do Itabapoana.

| Município | UF | População Total |
|------------------------------------|-----------|------------------------|
| Apiacá | ES | 7.512 |
| Bom Jesus do Norte | ES | 9.476 |
| Divino São Lourenço | ES | 4.516 |
| Dores do Rio Preto | ES | 6.397 |
| Guaçu | ES | 27.851 |
| Mimoso do Sul | ES | 25.902 |
| Muqui | ES | 14.396 |
| Presidente Kennedy | ES | 10.314 |
| São José do Calçado | ES | 10.408 |
| Total ES | | 116.772 |
| Alto Caparaó | MG | 5.297 |
| Caiana | MG | 4.968 |
| Caparaó | MG | 5.209 |
| Espera Feliz | MG | 22.856 |
| Total MG | | 38.330 |
| Bom Jesus do Itabapoana | RJ | 35.411 |
| Campos dos Goytacazes | RJ | 463.731 |
| Porciúncula | RJ | 17.760 |
| São Francisco do Itabapoana | RJ | 41.354 |
| Varre-Sai | RJ | 9.475 |
| Total RJ | | 567.731 |
| Total da bacia: | | 722.833 |

Fonte: Adaptado de ANA (2008), IBGE (2010)

A bacia está inserida em uma região cuja base econômica é representada pelos serviços urbanos e por atividades do setor primário, ligadas ao café, à pecuária leiteira, à produção de cana-de-açúcar e à fruticultura tropical. O baixo dinamismo econômico da região relaciona-se principalmente ao caráter tradicional dessas atividades, que não acompanharam as inovações tecnológicas. (TCE, 2010)

Nesta região, o processo de ocupação e crescimento econômico ocorreu de forma totalmente desordenada, sem nenhuma preocupação com os recursos naturais da região. Isso reflete de forma negativa na questão ambiental atual. Segundo estudos da ANA (2008) e da SEA (2014), praticamente todo o esgoto e lixo produzidos pelos municípios são lançados em cursos d'água sem nenhum tratamento prévio. Outro fator importante que influencia na poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos é a falta de tratamento dos resíduos

sólidos, já que grande parte dos municípios da região ainda utilizam lixões para o destinação final de seus resíduos. (SEA, 2014)

A Bacia do Itabapoana é dividida em três microrregiões (MANAGÉ, 2000; SARMENTO-SOARES, 2014):

- Alto Itabapoana - caracterizado pelo predomínio de quedas d'água e corredeiras tanto no rio principal como em seus afluentes. É composto pelos municípios de Alto Caparaó, Caparaó, Caiana, Espera Feliz (Minas Gerais), Dolores do Rio Preto e Divino de São Lourenço (Espírito Santo);
- Médio Itabapoana - região pré-montanhosa com relevo predominante de colinas e rios encaixados, com presença marcante de alvéolos de dimensões variadas. É formado por Guaçuí, São José do Calçado, Bom Jesus do Norte, Apiacá (Espírito Santo), Porciúncula, Varre-Sai e Bom Jesus do Itabapoana (Rio de Janeiro);
- Baixo Itabapoana - Caracteriza-se pela presença de extensas planícies aluviais, frequentemente inundadas por ocasião do período de chuvas, com grande potencial de água subterrânea nos aquíferos sedimentares. É composto pelos municípios de Muqui, Mimoso do Sul, Presidente Kennedy (Espírito Santo), São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes (Rio de Janeiro).

Cerca de 85% de toda a área da bacia é dominada por pastagens e culturas. Tal índice representa um grande alerta de desmatamento em área de Mata Atlântica (SEA, 2013).

Visando a organização e melhor gerenciamento dos recursos hídricos da região, foi criado em 1998 o projeto Managé, que através de pesquisas, propostas e ações, estimulou o desenvolvimento sustentável da região (SEA, 2014).

4 - Potencial Hidrelétrico

Devido ao seu grande potencial, o Rio Itabapoana possui diversos empreendimentos hidrelétricos instalados ao longo de seu curso, sendo a maioria deles localizados no município de Bom Jesus do Itabapoana/RJ.

Os primeiros estudos visando o aproveitamento hidrelétrico do Rio Itabapoana foram realizados em 1942, por iniciativa do governo do estado do Rio de Janeiro e sob a responsabilidade do engenheiro Edmundo Franca Amaral, tendo em vista a implementação de programa de eletrificação na região norte fluminense. Neste estudo, o engenheiro Franca

Amaral previu a construção de quatro usinas no rio Itabapoana. A primeira delas entrou em operação em 1961, levando o nome do responsável pelos primeiros estudos: UHE Franca Amaral (Atualmente PCH Franca Amaral, devido à nova nomenclatura adotada pela ANEEL). Os estudos continuaram ao longo dos anos, com foco na construção da UHE Rosal, mas só em 1996, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) publicou edital de licitação para a construção e exploração do aproveitamento de Rosal. A outorga para a construção ocorreu em 1997, e a ganhadora da concorrência foi a Empresa de Eletricidade Vale do Paranapanema (EEVP). O início das obras ocorreu em fevereiro de 2008 e início das operações aconteceu em menos de dois anos (CEMIG, 2006).

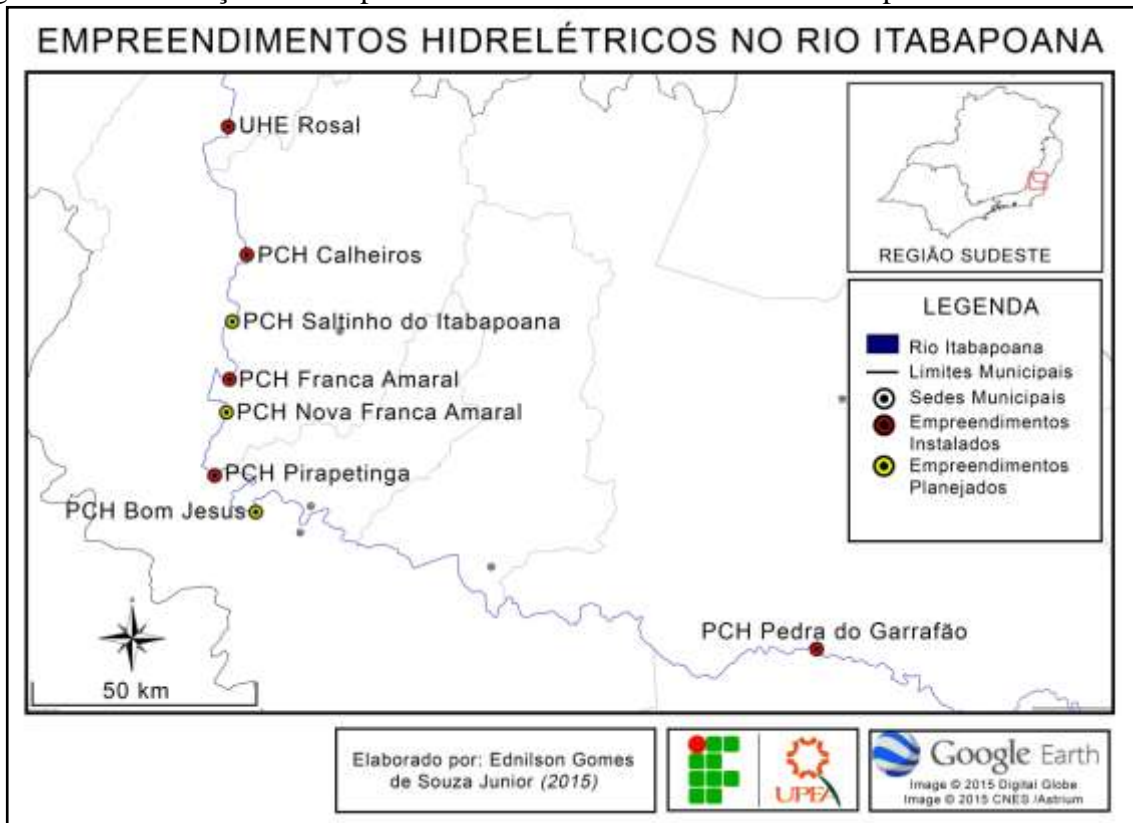
Atualmente o Rio conta com cinco empreendimentos no total: uma UHE e quatro PCHs: Calheiros, Pirapetinga, Franca Amaral e Pedra do Garrafão. De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (INEA, 2013), já está sendo planejada a construção de mais três PCHs, contribuindo ainda mais para a ocorrência de alterações hidrológicas na região (Tabela 03 e Figura 02).

Tabela 03: Empreendimentos Hidrelétricos instalados/planejados no Rio Itabapoana

| Tipo | Empreendimento | Ano de instalação | Potência (kW) | Situação |
|-------------|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|
| UHE | Rosal | 1999 | 55.000 | Em operação |
| PCH | Calheiros | 2008 | 19.000 | Em operação |
| PCH | Franca Amaral | 1961 | 4.500 | Em operação |
| PCH | Pirapetinga | 2009 | 20.000 | Em operação |
| PCH | Pedra do Garrafão | 2009 | 19.000 | Em operação |
| PCH | Bom Jesus | ---- | 5.000 | Planejada |
| PCH | Nova Franca Amaral | ---- | 30.000 | Planejada |
| PCH | Saltinho do Itabapoana | ---- | 5.000 | Planejada |

Fonte: Adaptado de INEA (2013)

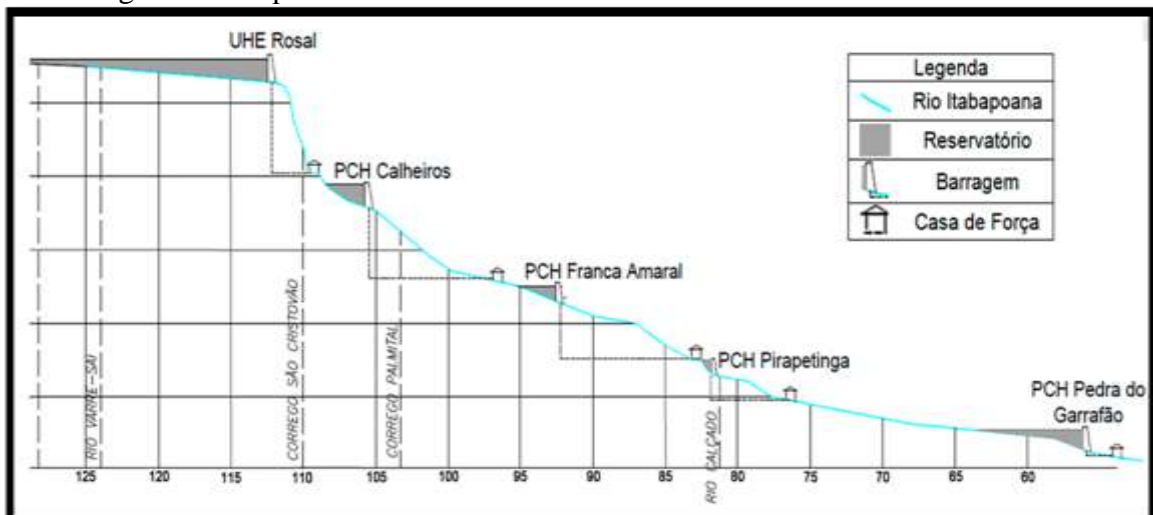
Figura 02: Localização dos empreendimentos hidrelétricos no Rio Itabapoana



Fonte: Própria (2015)

É possível perceber que o Rio Itabapoana é fortemente impactado por hidrelétricas, com uma "escada" de PCHs em sequência, como pode ser verificado na figura 03. Tais empreendimentos trazem diversos conflitos socioeconômicos para a região, mas os aspectos de maior relevância para este trabalho serão os impactos ambientais, especificamente em relação à qualidade da água.

Figura 03: Esquema mostrando a “escada” de PCHs



Fonte: Performance Centrais Hidrelétricas (2002)

4.1 – Usina Hidrelétrica de Rosal

A Usina Hidrelétrica de Rosal (Figura 04) se localiza na divisa entre os municípios de Guaçuí e São José do Calçado, no estado do Espírito Santo, e o município de Bom Jesus do Itabapoana, no estado do Rio de Janeiro, a uma altitude de 600m. Foi construída na mais volumosa queda d'água do rio, que possuía dois saltos medindo aproximadamente 80 metros de altura, mas teve sua queda reduzida após a construção da UHE (TCE, 2008).

Figura 04 – Usina Hidrelétrica de Rosal



Fonte: CEMIG (2015)

A usina começou a ser construída em 1998, entrando em operação comercial em dezembro/1999 (CEMIG, 2006). Foi adquirida pela CEMIG em dezembro de 2004, sendo a primeira usina da CEMIG fora do estado de Minas Gerais. Possui capacidade de geração de 55 MW, que são injetados no Sistema Interligado Nacional através de uma linha de transmissão para o município de Alegre e outra para Mimoso do Sul, ambas no Espírito Santo (CEMIG, 2015).

O reservatório possui extensão de 6km e área de inundação de 128,5ha. A Usina possui duas unidades geradoras do tipo Francis, com queda nominal de 184,4 metros, e uma barragem em concreto do tipo gravidade, com 214,5 metros de comprimento e 34 metros de altura (CEMIG, 2006).

Em atendimento ao Plano Básico Ambiental (PBA) foi implantado, entre os anos de 1999 a 2003, o Programa de Reflorestamento na faixa de 100 metros às margens do Reservatório, formando a área de preservação permanente (APP) da UHE Rosal. Atualmente a área efetivamente coberta pelo reflorestamento ocupa menos de 30% da área total da APP. Este fato, associado à variação nos valores de altitude e declividade relativamente acentuados, indica uma forte tendência à ocorrência de erosão hídrica (OLIVEIRA et al, 2008). Em uma vistoria realizada em 2012, o IBAMA identificou diversos processos erosivos e áreas sem vegetação no entorno do reservatório, contribuindo para o carreamento de material, assoreamento e redução da vida útil do reservatório.

4.2 – PCH Calheiros

A PCH Calheiros, administrada pela **Calheiros Energia S.A.**, está localizada entre os municípios de Bom Jesus do Itabapoana/RJ e São José do Calçado/ES (Figura 05). O empreendimento entrou em operação em setembro/2008, com capacidade instalada de 19MW e área total de reservatório de 45km² (Brasil PCH, 2015).

Figura 05 – PCH Calheiros



Fonte: Própria

4.3 – PCH Franca Amaral

A PCH Franca Amaral (Figura 06), localizada no Distrito bonjesuense de Calheiros, entrou em operação em 1961 com uma unidade geradora de 4,5 MW (Grupo Quanta Geração

S. A.). A usina é pioneira do rio Itabapoana e, portanto, responsável por impulsionar o desenvolvimento local. Com seu pequeno reservatório de 0,033 km², é considerada uma usina a fio d'água sendo composta de uma pequena barragem de estrutura mista de concreto, com vertedouro em soleira livre (IBAMA 2015).

A área do reservatório sofre com problemas frequentes de erosão e escorregamento (Figura 07). Segundo Capeche (2005), nos cerca de 900 metros de extensão do canal que capta água do Rio Itabapoana, é possível encontrar vestígios de deslizamento de terra e voçorocas. A situação pode comprometer o funcionamento da Usina, visto que há possibilidade de grande aporte de sedimentos no canal com a continuidade da erosão. O autor também destaca que a construção do canal de captação de água para a UHE pode ter interferido parcialmente na drenagem natural, tanto em superfície como em profundidade.

Figuras 06 e 07 – Casa de força da PCH Franca Amaral e focos de deslizamento de terra no entorno do reservatório



Fonte: Quanta Geração (2015) e EMBRAPA (2005)

4.4 – PCH Pirapetinga

A PCH Pirapetinga se localiza nos municípios de Bom Jesus do Itabapoana/RJ e São José do Calçado/ES (Figuras 08 e 09). O início das obras ocorreu em outubro/2007 com início das operações em julho/2009. O empreendimento aproveita o desnível natural de 55 metros, contando com uma área de drenagem de cerca de 1954 km² no local de implantação do barramento e 40 hectares de área inundada. A PCH tem 16MW de capacidade instalada e está conectada ao sistema de transmissão da AMPLA, através de uma linha com cerca de 23km de extensão entre a central e a Subestação Itaperuna (Performance Centrais Hidrelétricas, 2015).

Imagens: 08 e 09 – Reservatório e Casa de Força da PCH Pirapetinga



Fonte: RIO PCH I (2014)

4.5 – PCH Pedra do Garrafão

A PCH Pedra do Garrafão se localiza nos municípios de Campos dos Goytacazes/RJ e Mimoso do Sul/ES. O início das obras ocorreu em outubro/2007 e o início das operações em julho/2009. O empreendimento aproveita o desnível natural de 37,5 metros, contando com uma área de drenagem de cerca de 1954 km² no local de implantação do barramento e possui 271 hectares de área inundada. A PCH tem 17MW de capacidade instalada e está conectada ao sistema de transmissão da AMPLA, através de uma linha com cerca de 16km de extensão entre a central e a Subestação Mimoso do Sul (Performance Centrais Hidrelétricas, 2015).

Em saídas de campo realizadas no ano de 2014, foi possível perceber que o reservatório desta PCH apresenta notável problema com o desenvolvimento de macrófitas (Figura 10), aspecto que não foi observado nos reservatórios anteriores.

Figura 10 – Macrófitas no reservatório da PCH Pedra do Garrafão



Fonte: Própria

Segundo Lima (2014), a PCH também apresenta sérios problemas ambientais, como no trecho de vazão reduzida (TVR), que possui 2 km de extensão e uma vazão abaixo da recomendada pela legislação (Figura 06). Neste trecho, o rio perdeu suas características, tornando-se apenas um leito rochoso e inviável à sobrevivência de peixes. Outro problema é a escada de peixe mal executada, que somado ao problema do TVR, impede a passagem dos peixes no período da piracema, resultando num alto índice de mortandade de peixes.

Figura 11: Trecho de Vazão Reduzida da PCH Pedra do Garrafão



Fonte: Arquivo pessoal (2015)

5 – Impactos Ambientais

A construção de barragens para fins de exploração hidrelétrica causa profundas alterações no meio ambiente. Arruda (2014) lista os principais impactos positivos e negativos, relacionados aos aspectos ambientais, econômicos e sociais (Tabela 04).

Tabela 04: Impactos gerados pela construção de represas

| Positivos | Negativos |
|---|---|
| Aspectos Ambientais | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Harmonia paisagística pela presença do lago. | <ul style="list-style-type: none"> - Perda de biodiversidade aquática e terrestre; <ul style="list-style-type: none"> - Alterações na qualidade da água; - Alterações de fluxo da água restituída; - Redução do oxigênio no fundo do reservatório e nas vazões liberadas; - Redução da temperatura e do material em suspensão nas vazões liberadas; - Retenção de sedimento carregado. |
| Aspectos Econômicos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade de água reservada para o abastecimento e irrigação; - Produção de energia (Hidreletricidade); <ul style="list-style-type: none"> - Geração de emprego; - Criação de oportunidades de recreação e turismo; - Aumento da possibilidade de pesca e aquicultura; | <ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de compensação de propriedades e madeira. |
| Aspectos Sociais | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Fonte de água para abastecimento; - Armazenamento de água para períodos de seca; - Regularização de vazões e controle de enchente. | <ul style="list-style-type: none"> - Perda de recursos hídricos; - Problemas de saúde pela propagação de doenças de veiculação hídrica; - Perda de valores estéticos; - Perda de patrimônio cultural. |

Fonte: Adaptado de Arruda (2014)

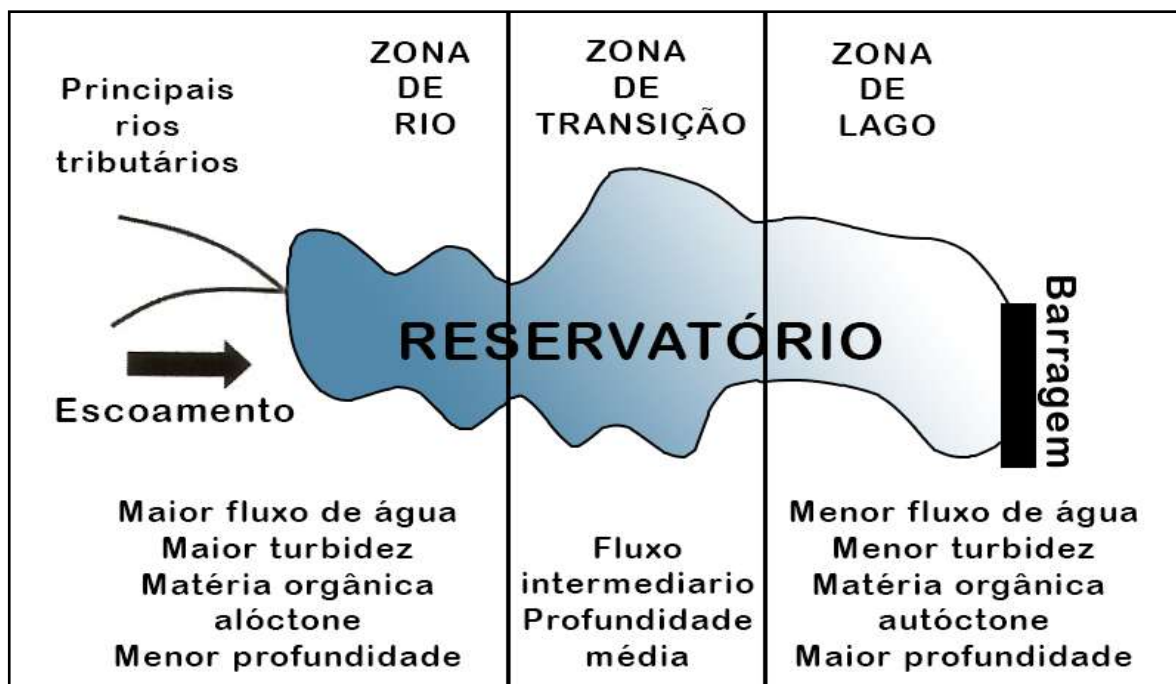
O relatório da World Commission on Dams (2010) citado por Calijuri & Cunha (2013) classificam os impactos sobre os ecossistemas como sendo de primeira ordem: *“impactos que envolvem as consequências físicas, químicas e geomorfológicas do bloqueio de um rio e alteram a distribuição natural e temporal das vazões”*; de segunda ordem: *“impactos que envolvem mudanças na produtividade biológica primária de ecossistemas, incluindo efeitos sobre a vida vegetal ripária e ribeirinha e sobre habitats de jusante, tais como alagados”* ou de terceira ordem: *“impactos que envolvem alterações sobre a fauna (como peixes) causada por um efeito de primeira ordem (como bloqueio da migração) ou um de segunda ordem (como diminuição na disponibilidade de plâncton).”*

Segundo Branco (1977), a construção de barragens pode perturbar profundamente o comportamento natural dos rios represados, produzindo modificações hidrológicas,

geológicas e paisagísticas, além de alterar as próprias características físicas e químicas da água.

Ao contrário de rios e outros sistemas lóticos, lagos e reservatórios possuem caráter lântico, uma vez que a reduzida velocidade da água diminui o fluxo e favorece a ocorrência de mecanismos que não ocorreriam em ambientes turbulentos (TUNDISI, 2013). Segundo Calijuri & Cunha (2013) é possível destacar dois aspectos que diferenciam sistemas lóticos e lânticos, cujos efeitos são agravados pelo processo de transição pelo qual um rio represado passa. São eles: a compartimentalização de reservatórios (Figura 07) e a estratificação térmica.

Figura 12: Compartimentalização em Reservatórios



Fonte: CALIJURI & CUNHA, 2013

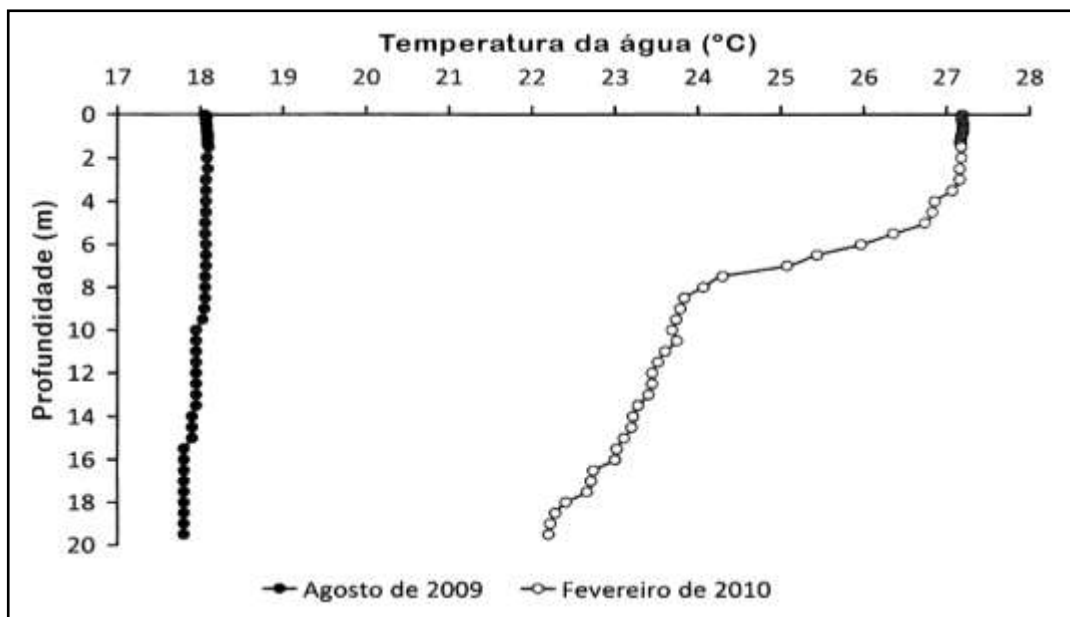
Na imagem, é possível perceber que uma represa pode ser segmentada em três zonas, sendo que em cada uma delas, ocorrem diferentes processos físicos, químicos e biológicos. São elas:

- Zona de Rio – Porção inicial do reservatório, sofre influência direta do rio, recebendo maior fluxo de água e apresentando maior turbidez;
- Zona de Transição – A influência do fluxo de água que entra no reservatório diminui e ele adquire características de transição rio/reservatório;

- Zona de Lago – Atributos típicos de um lago, como menor fluxo d'água e menor turbidez.

Outro impacto é a estratificação térmica. Segundo Calijuri & Cunha (2013), este processo pode ser caracterizado como a formação de um gradiente de temperatura na coluna d'água, causada pela elevação da temperatura e diminuição na intensidade dos ventos, propiciando um aquecimento desigual da água. A estratificação pode alterar de forma significativa a distribuição de nutrientes, gases e organismos na camada de água (Figura 08).

Figura 13: Gráfico de Estratificação térmica



Fonte: CALIJURI & CUNHA (2013)

Em ambientes lânticos, como em represas e reservatórios, a qualidade da água é determinada por uma conjunção de fatores relacionados com processos físicos, químicos e biológicos, que ocorrem na bacia de drenagem e no próprio corpo d'água. Essas influências determinam a evolução das diversas funções metabólicas, caracterizadas pela interação dos organismos com o sistema aquático, além de condicionar a dinâmica dos processos físico-químicos que ali ocorrem. Ou seja, a qualidade da água é resultante de um conjunto de influências (SPERLING, 2005; SILVA, 2005).

A construção de um reservatório pode causar também um desequilíbrio no transporte de sedimentos. O rio desempenha um importante papel no transporte de sedimentos provenientes da erosão da superfície do solo. Entretanto, com a instalação de uma barragem,

ocorre o impedimento do fluxo destes para a jusante. Esse material pode ser de fonte natural e dependente das características da bacia, como tipo de solo, declividade, forma e dimensão, ou da intensidade das atividades antrópicas desenvolvidas. Isso pode levar ao processo de assoreamento do reservatório, diminuindo sua vida útil e causando diversos problemas econômicos. Além dos sólidos, as águas represadas também acumulam sais e nutrientes, favorecendo a ocorrência de fenômenos como a salinização e a eutrofização (TUNDISI, 2013).

Branco (1977) destaca três causas principais para a deterioração da qualidade das águas armazenadas em reservatórios, a partir dos elementos orgânicos e inorgânicos conservados na área inundada ou introduzidos durante e após a inundação. São eles:

- Decomposição de matéria orgânica presente – resulta na eliminação total ou parcial do oxigênio dissolvido na água, o qual é consumido em reações bioquímicas de estabilização da matéria orgânica. Este fenômeno afeta a vida aquática, podendo impossibilitar a sobrevivência de peixes e outros organismos aeróbicos;
- Dissolução de elementos nutrientes – a própria oxidação dos compostos orgânicos resulta na produção de nutrientes minerais, como nitratos e fosfatos, contribuindo para a fertilização do reservatório e conseqüente proliferação excessiva de microorganismos.
- Introdução de elementos nocivos – introdução de resíduos de origem doméstica, elevando a carga orgânica e de nutrientes minerais e concentração de microorganismos patogênicos, e industrial, constituindo fonte de substâncias químicas nocivas à saúde.

6 – Conclusão

A partir do que foi exposto, é possível perceber o importante papel que os reservatórios desempenham no desenvolvimento da sociedade. Mesmo com inúmeros impactos negativos, sua utilização foi crucial para atingirmos o status de desenvolvimento atual.

Entretanto, os impactos ambientais não podem ser esquecidos, já que todos eles influenciam diretamente nossa vida, principalmente a perda de qualidade de água. O represamento de água pode levar a alteração da qualidade de água por vários motivos, dentre os quais pode-se destacar a eutrofização e a acumulação de sedimentos e substâncias

perigosas. Assim, faz-se necessário uma gestão de reservatórios consciente destes riscos e que esteja de acordo com a legislação vigente.

A bacia do Itabapoana possui baixíssimo índice de cobertura florestal, fazendo com que muitos especialistas acreditem que algumas partes da bacia já apresentem vestígios de desertificação. Os impactos observados incluem poluição orgânica das águas e dos sedimentos, a adição de substâncias tóxicas, metais pesados e óleo nas águas e sedimentos; regularização ou decréscimo de vazões; mediana elevação da turbidez e assoreamento da calha; destruição de várzeas sazonalmente inundadas, lagos e alagadiços marginais perto da foz; diminuição ou eliminação de matas marginais; presença de lixo flutuante e no sedimento, e enchentes (TCE, 2010). O aproveitamento do potencial hidrelétrico do Rio Itabapoana, apesar de necessário, contribui ainda mais para a degradação ambiental da Bacia.

7 – Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Proposta de Instituição do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana, Conforme Resolução Nº 5, de 10 de Abril de 2000, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

_____. Cadernos de Recursos Hídricos: Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília/DF, 2005

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Ed. Brasília: ANEEL, 2008

_____. Relatório ANEEL 2013 – Brasília, 2014.

ARRUDA, N. M. B. Avaliação de Variáveis de Qualidade de Água dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Foz do Areia, Segredo e Caxias, como Instrumento de Gestão de Bacias Hidrográficas. Tese (Doutorado). UFP, Curitiba. 2012

BRANCO, S. M. Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas. São Paulo. Editora Blúcher, CETESB, 1977.

CACHAPUZ, P. B. B. Usinas da CEMIG - A história da eletricidade em Minas e no Brasil 1952 - 2005. Centro de Memória da Eletricidade no Brasil. Rio de Janeiro, 2006.

CALIJURI, M. C; CUNHA, D. G. F. (Coord.). Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão – Rio de Janeiro; Elsevier, 2013.

CAMPAGNOLI, F., DINIZ, N. C. Gestão de Reservatórios Hidrelétricos. São Paulo: Oficina de Textos, 2012

CAPECHE, C. L. Processos erosivos em áreas da Usina Hidrelétrica Franca Amaral - Bom Jesus de Itabapoana/RJ. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2014, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em < www.epe.gov.br >

FARAGE, J. A. P. Influência do Uso e da Ocupação do Solo na Qualidade da Água e Capacidade Autodepurativa do Rio Pomba. Dissertação de Mestrado. Viçosa, UFV, 2009

IBAMA - Relatório de vistoria nº 03/2012 - Vistoria Técnica à UHE Rosal, no âmbito do processo de licenciamento ambiental. Rio de Janeiro, 2012

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. FUNDAÇÃO COPPETEC. 2013

LIMA, G. F. Avaliação do Projeto da PCH Pedra do Garrafão Situada no Rio Itabapoana: Foco no Trecho de Vazão Reduzida e no Sistema de Transposição de Peixes. Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2014.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MMA. Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro. Brasília, 2015. Disponível em < www.mme.gov.br >

OLIVEIRA et al - Diagnóstico Ambiental Da Área De Preservação Permanente (APP) Correspondente À Faixa De 100 Metros Ao Redor Do Lago Artificial Da Usina Hidrelétrica Rosal - XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica

PEDROSA, A. L. T. Estudo e relatório de impacto ambiental: instrumento contextualizador no ensino de geografia, a hidrelétrica de Rosal como estudo de caso - Campos dos Goytacazes, RJ : 2009.

SARMENTO-SOARES, L. M. & Martins-Pinheiro, R. F. A fauna de peixes nas Bacias Sul do Espírito Santo, Brasil -. *Sitientibus. Série Ciências Biológicas*, v. 13, p. 1-37, 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE - SEA . Plano Municipal de Saneamento Básico - Produto 3: Caracterização Municipal de Bom Jesus do Itabapoana. 2014 Disponível em < <http://pmsb-baixoparaibadosuleitabapoana.blogspot.com.br> > Acesso em xx/xx/xxxx

Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Bom Jesus do Itabapoana. 2013 (Documento cedido pela Secretaria de Meio Ambiente De Bom Jesus do Itabapoana)

SILVA, A. P. S. Qualidade da Água e Uso do Solo no Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Peti, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Viçosa, UFV, 2005

SPERLING, M. V. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005

PERFORMANCE CENTRAIS HIDRELÉTRICAS. PCH Pedra do Garrafão. 2015. Disponível em < www.pch.com.br >

_____. PCH Pirapetinga. 2015. Disponível em < www.pch.com.br >

TUNDISI, J. G., STRASKRABA, M. Diretrizes para o gerenciamento de lagos: Gerenciamento da Qualidade da água de represas. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - Estudos Socioeconômicos dos municípios do Estado do Rio de Janeiro. Edições 2001 à 2014. Disponível em < www.tce.rj.gov.br > Acesso em xx/xx/xxxx

UNESCO. Água para um Mundo Sustentável - Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. Programa de Avaliação Mundial da Água das Nações Unidas. 2015. Disponível em < www.unesco.org >

WERNECK, L. G. Conjuntura dos Recursos Hídricos do Município de São Francisco de Itabapoana, RJ Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 6 n. 1, p. 69-83, jan. / jun. 2012

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

3 - ARTIGO CIENTÍFICO 2

(A ser submetido À Revista Monografias Ambientais)

Qualidade da Água do Rio Itabapoana: Análise dos parâmetros físico-químicos e Microbiológicos e Influência de Empreendimentos Hidrelétricos

Ednilson Gomes de Souza Junior*
Vicente de Paulo Santos de Oliveira**

Resumo: A Bacia do Itabapoana está localizada na Região Sudeste, abrangendo, total ou parcialmente, a área de 18 municípios, dos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. A região apresenta altos índices de degradação ambiental, falta de cobertura vegetal e pressão sobre o Rio Itabapoana, que foi objeto deste estudo e teve por objetivo avaliar a qualidade da água através das análises físico-químicas e microbiológicas, no período de julho a dezembro de 2014, numa avaliação em escala temporal e espacial. Foram avaliados os seguintes parâmetros: OD, DBO, turbidez, pH, condutividade elétrica e coliformes termotolerantes. Todos os parâmetros avaliados estavam em conformidade com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05, exceto o parâmetro coliformes termotolerantes.

Palavras chave: Qualidade da água, Bacia do Itabapoana, Hidrelétrica

Abstract: The Basin Itabapoana is located in the Southeast, covering all or part of the area of 18 municipalities in the states of Espírito Santo, Rio de Janeiro and Minas Gerais. The region has high levels of environmental degradation, lack of vegetation cover and pressure on the Rio Itabapoana, which was the subject of this study and aimed to evaluate the quality of water through the physical, chemical and microbiological analyzes, from July to December 2014 an evaluation in temporal and spatial scale. The following parameters were evaluated: DO, BOD, turbidity, pH, electrical conductivity and fecal coliforms. All parameters were in line with the limits established by Resolution CONAMA 357/05, except the parameter fecal coliform.

Key Words: Water quality, Basin Itabapoana, hydropower

* Gestor Ambiental, Pós-graduado em Educação Ambiental e Mestrando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense Campus Campos/RJ – Brasil.

**Engenheiro Agrimensor. Doutor em Engenharia Agrícola e Professor do Mestrado em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense. Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental. Campos dos Goytacazes - Brasil.

1 Introdução

A qualidade da água é resultante de condições naturais e da atuação do homem, através do uso e da ocupação do solo que se faz nas áreas da Bacia hidrográfica. A análise da qualidade da água se baseia na comparação de suas características físico-químicas com padrões estabelecidos por lei, tendo em vista os diversos tipos de usos previstos, tais como consumo humano, recreação e irrigação (TUNDISI, 2013).

Águas naturais podem ter a qualidade alterada por fontes externas de poluição ou contaminação, sob a forma de despejos domésticos ou industriais, resíduos sólidos ou contaminantes agrícolas. Entretanto, a contaminação também pode ser proveniente de fatores naturais ao ambiente, como a dissolução de minerais, que pode introduzir determinados elementos na água em concentrações elevadas tornando-a imprópria para diversos tipos de uso, a decomposição de matéria orgânica, que contribui com nutrientes, e o carreamento de partículas de solo através do escoamento superficial. (SPERLING, 2005)

O Brasil possui um grande potencial hídrico, e por isso investe de forma significativa na implantação de reservatórios para suprir suas necessidades de abastecimento de água para fins diversos e também para a geração de energia elétrica. Entretanto, a construção de barragens provoca profundas alterações nos cursos hídricos, como a transformação abrupta de um ambiente lótico para um lântico e desequilíbrios na estrutura físico-química e biológica do meio aquático, além de impactos como eutrofização e assoreamento, podendo ocorrer a montante e a jusante do barramento, afetando áreas distantes (ARRUDA, 2014; CALIJURI & CUNHA, 2013).

Em ambientes lânticos, como em represas e reservatórios, a qualidade da água é determinada por uma conjunção de fatores relacionados com processos físicos, químicos e biológicos, que ocorrem na bacia de drenagem e no próprio corpo d'água. Essas influências determinam a evolução das diversas funções metabólicas, caracterizadas pela interação dos organismos com o sistema aquático, além de condicionar a dinâmica dos processos físico-químicos que ali ocorrem. Ou seja, qualidade da água é resultante de um conjunto de influências (SPERLING, 2005; SILVA, 2005).

As águas represadas acumulam sólidos carregados pelos rios. Esse material pode ser de fonte natural e dependente das características da bacia, como tipo de solo, declividade, forma e dimensão, ou da intensidade das atividades antrópicas desenvolvidas. Isso pode levar ao processo de assoreamento do reservatório, diminuindo sua vida útil e causando diversos problemas econômicos. Além dos sólidos, as águas represadas também acumulam sais e

nutrientes, favorecendo a ocorrência de fenômenos como a salinização e a eutrofização (BRANCO, 1977; CALIJURI & CUNHA, 2013). A análise de qualidade da água é de extrema importância para sua utilização, já que concentrações elevadas de determinados elementos podem causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente, como em situação de contaminação por metais pesados, por exemplo.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas do Rio Itabapoana, comparando os resultados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) e buscando identificar uma possível influência das barragens dos empreendimentos hidrelétricos na qualidade da água.

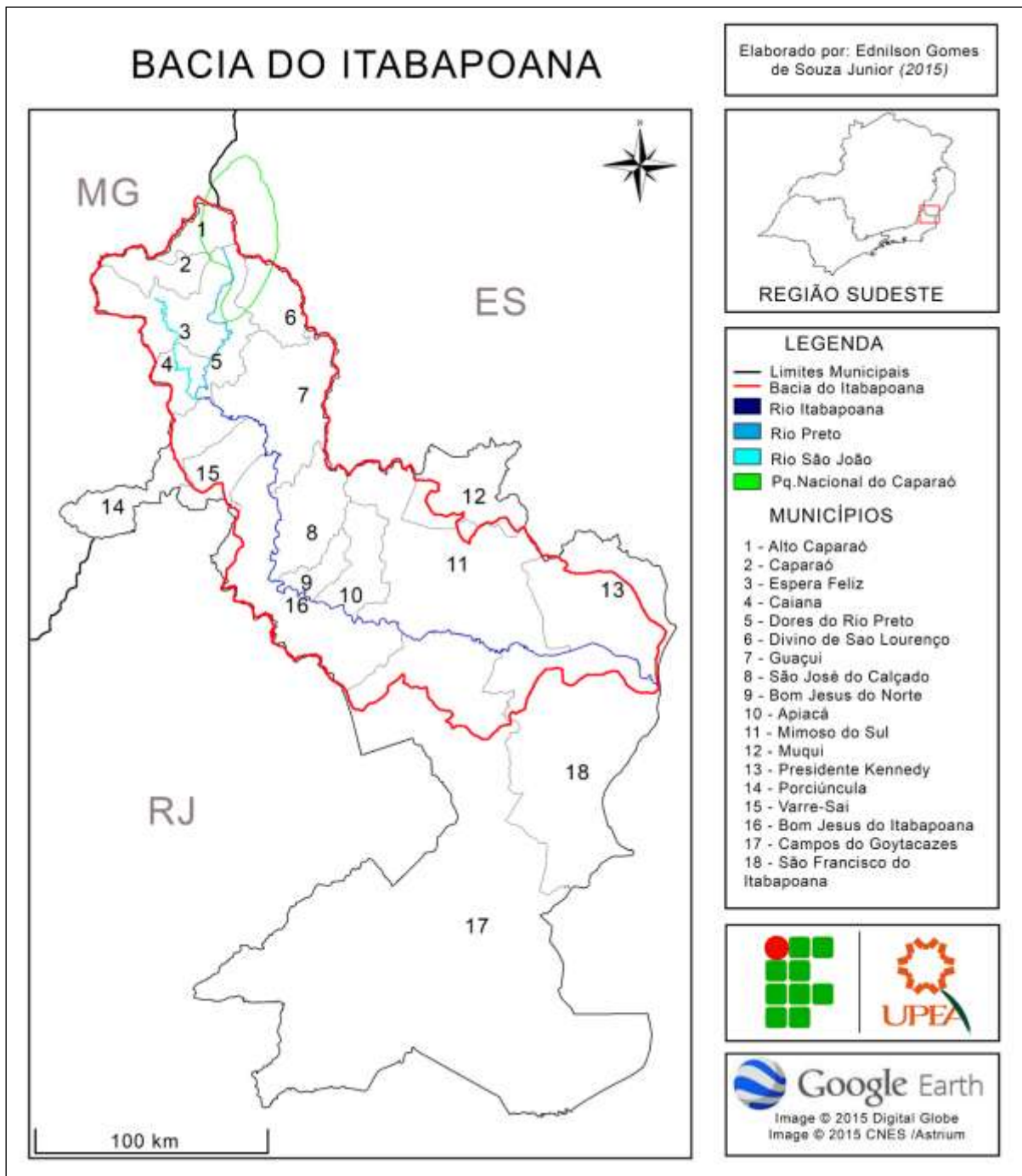
2 – Material e Método

A Bacia do Itabapoana está localizada na Região Sudeste e abrange, total ou parcialmente, a área de 18 municípios (Figura 01). Sendo nove pertencentes ao Estado do Espírito Santo, cinco ao Estado do Rio de Janeiro e quatro ao Estado de Minas Gerais.

A Bacia está inserida na região hidrográfica do Atlântico Sudeste (SEA, 2014), e está limitada pelas bacias do rio Paraíba do Sul, ao sul, do rio Itapemirim, ao norte, do Rio Doce, a oeste, e pelo Oceano Atlântico, a leste (ANA, 2008). Apresenta uma pequena extensão territorial, drenando uma área de 4.875,46 km². Seu rio principal possui uma extensão de 220 km, tendo como formadores o rio São João, que nasce no sudeste de Minas Gerais, e o rio Preto, que nasce na Serra do Caparaó, e deságua no Oceano Atlântico, em Barra do Itabapoana.

O Rio Itabapoana possui diversos empreendimentos hidrelétricos instalados ao longo de seu curso, sendo a maioria deles localizados no município de Bom Jesus do Itabapoana/RJ. Atualmente o Rio conta com cinco empreendimentos no total: UHE Rosal e quatro PCHs: Calheiros, Pirapetinga, Franca Amaral e Pedra do Garrafão (Figura 2). De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (INEA, 2013), já está sendo planejada a construção de mais três PCHs, contribuindo ainda mais para a ocorrência de alterações hidrológicas na região.

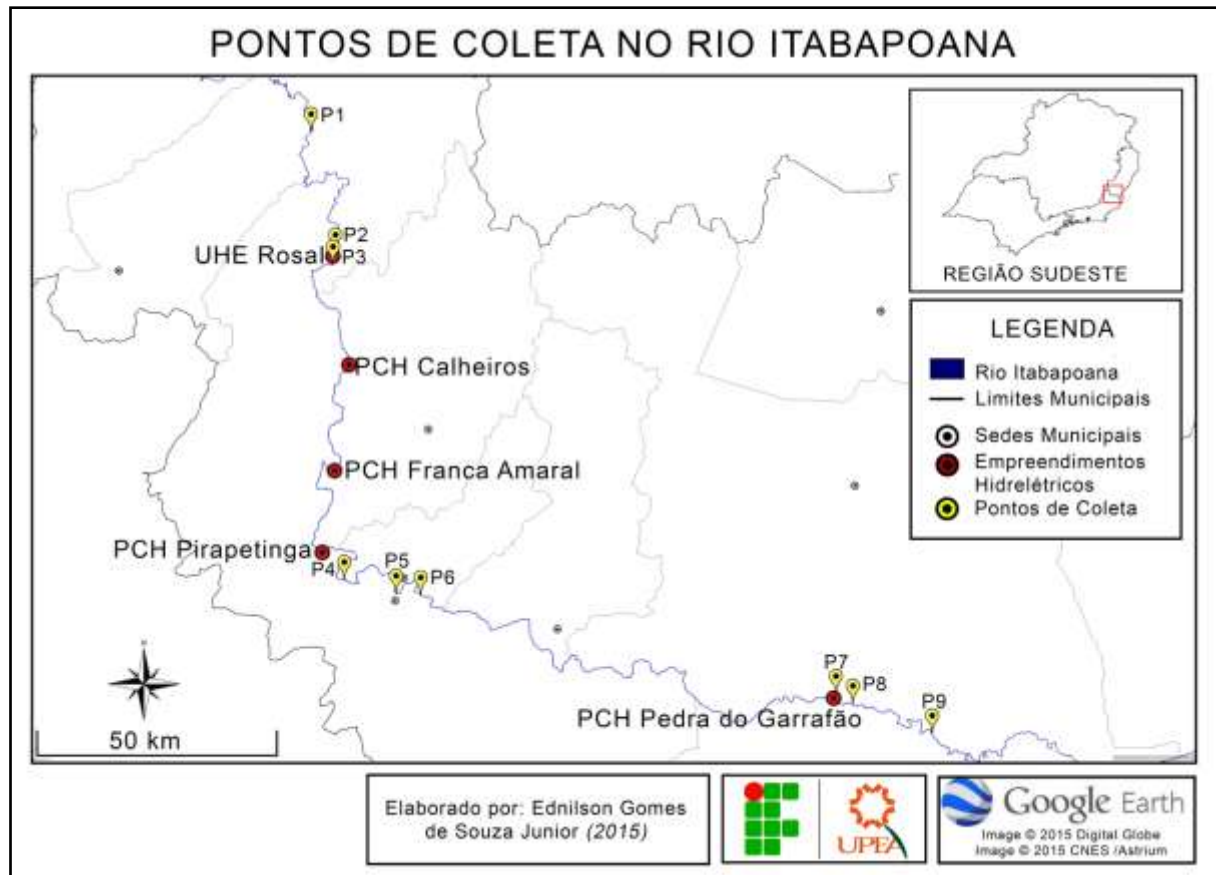
Figura 01: Bacia do Rio Itabapoana



Fonte: Própria (2015)

Foi realizado um monitoramento da qualidade das águas em 5 campanhas mensais, nos meses de junho, julho, agosto, setembro e dezembro de 2014, abrangendo o período de seca e chuva desta região. Foram selecionados nove pontos amostrais (Figura 02), sendo o primeiro à montante da UHE Rosal, no distrito de Prata em Varre Sai, e o último à jusante da PCH Pedra do Garrafão, na ponte da BR 101. (Tabela 02)

Figura 02: Pontos de Coleta no Rio Itabapoana



Fonte: Própria (2015)

Tabela 02: Pontos de coleta de amostras ao longo do Rio Itabapoana

| Pontos | Locais de Amostragem e Descrição | Coordenadas Geográficas |
|--------|--|-------------------------|
| 1 | Prata, distrito de Varre Sai, à montante Reservatório da UHE de Rosal (área de pastagem com ausência de mata ciliar) | 20°50'15.21"S |
| | | 41°44'16.17"O |
| 2 | Reservatório da UHE de Rosal | 20°54'54.13"S |
| | | 41°43'14.44"O |
| 3 | Trecho de vazão reduzida da UHE Rosal | 20°55'21.53"S |
| | | 41°43'20.42"O |
| 4 | À montante de Bom Jesus do Itabapoana (Área de pastagem, ausente de mata ciliar e pequena habitações na beira do rio). | 21°07'29.36"S |
| | | 41°42'50.21"O |
| 5 | No centro de Bom Jesus do Itabapoana (área fortemente urbanizada em ambas as margens do Rio, desprovida de mata ciliar e com forte despejo de esgoto doméstico <i>in natura</i>). | 21°08'00.65"S |
| | | 41°40'41.55"O |
| 6 | À jusante de Bom Jesus do Itabapoana (área pouco urbanizada e sem mata ciliar) | 21°08'04.55"S |
| | | 41°39'40.56"O |
| 7 | Reservatório da PCH Pedra do Garrafão (área com alto índice de macrófitas e mata ciliar inexistente). | 21°11'47.97"S |
| | | 41°22'30.60"O |

| | | |
|---|--|---------------|
| 8 | Trecho de vazão reduzida da PCH Pedra do Garrafão | 21°12'10.14"S |
| | | 41°21'48.44"O |
| 9 | Ponte na BR 101 (área sem mata ciliar e com pequenas habitações) | 21°13'18.11"S |
| | | 41°18'31.24"O |

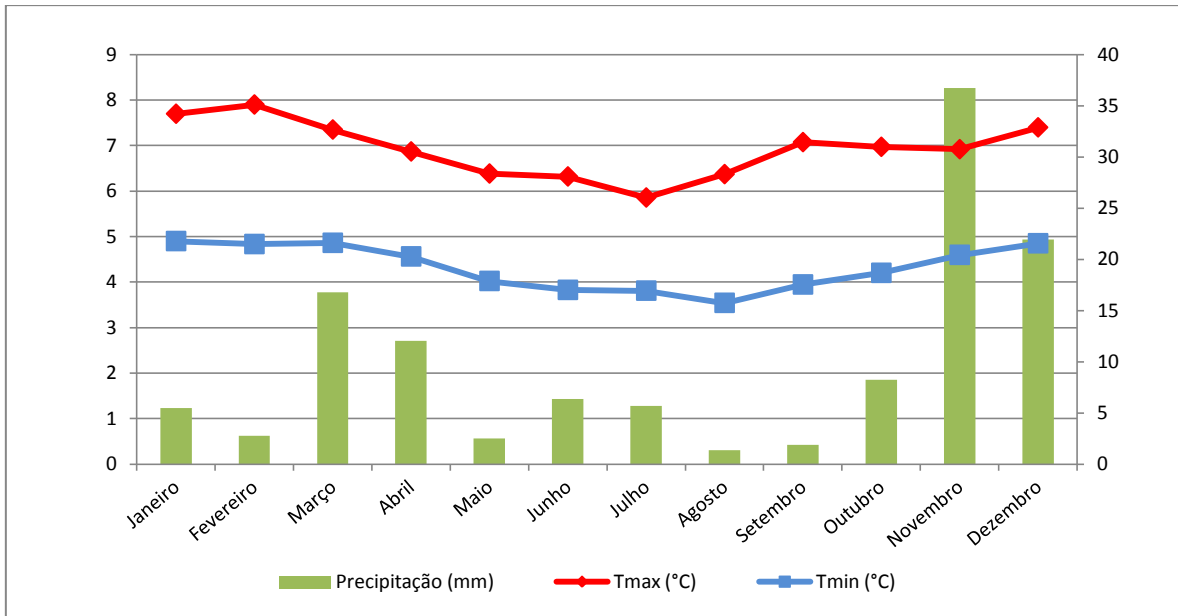
Os ensaios laboratoriais seguiram as normas padrão descritas no livro *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (EATON et al., 2005). As amostras foram analisadas no Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul (LABFOZ), do Instituto Federal Fluminense Campus UPEA, em Campos dos Goytacazes, com base nos seguintes parâmetros: **pH** (Phmetro Microprocessado Digital de Bancada: Thermo Scientific), **turbidez** (Turbidímetro de Bancada Microprocessado: TECNOPON; modelo: TB1000), **condutividade elétrica** (condutivímetro modelo TEC- 4 MP), **sólidos totais dissolvidos** (condutivímetro modelo TEC- 4 MP), **oxigênio dissolvido** (Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital portátil modelo MO-910), **coliformes totais e termotolerantes** (Método Colillert®).

Os resultados obtidos neste estudo foram comparados aos parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05, que apresenta as diretrizes ambientais para a classificação dos corpos de água, com o índice pluviométrico da região (tabela 2), buscando identificar aspectos que relacionam a qualidade das águas com o represamento causado pelas hidrelétricas.

3 – Resultados e Discussão

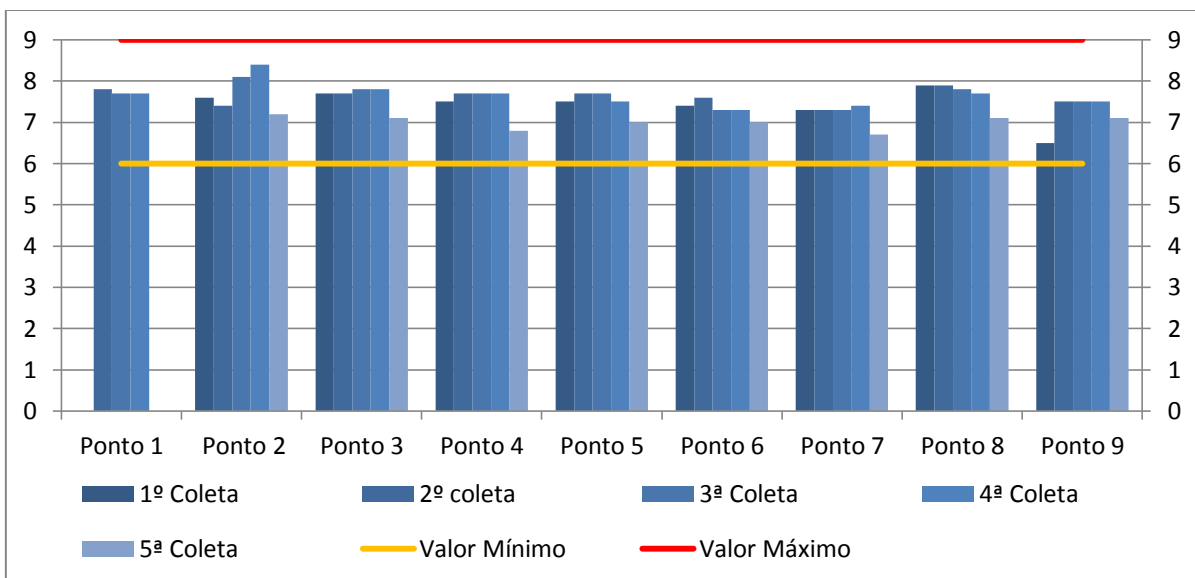
Os dados pluviométricos foram obtidos junto ao Instituto Federal Fluminense campus Bom Jesus do Itabapoana. A análise destes dados é importante, pois as variáveis físicas e químicas são diretamente influenciadas pelo meio externo, como a ocorrência de precipitação e a temperatura.

Figura 03 – Gráfico de dados pluviométricos



Segundo Sperling (2005), o pH representa a concentração de íons hidrogênio H^+ , indicando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH varia de 0 a 14, onde 0 é ácido e 14 é básico, atingindo a neutralidade no valor 7. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece o valor máximo de 9,0 e mínimo de 6,0, para as águas das classes 1, 2 e 3.

Figura 04 – Gráfico de valores de pH

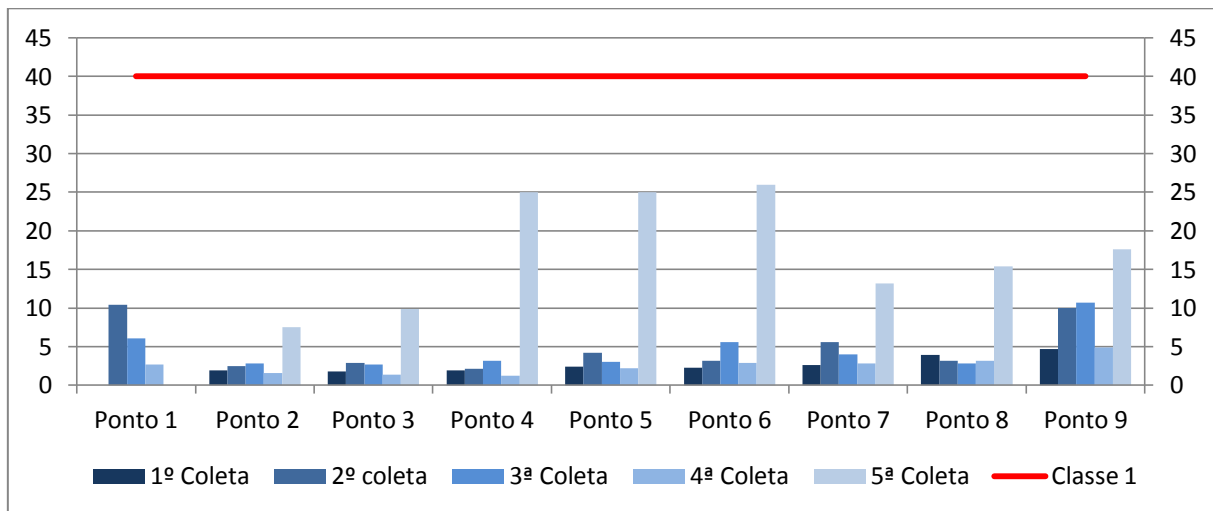


Os valores de pH não apresentaram variação expressiva ao longo das coletas. O ponto 02 apresentou os valores mais altos nas coletas 03 e 04. Os valores mais baixos foram

encontrados nos períodos chuvosos, ao contrário de Rekowsky (2011), que encontrou valores mais baixos no período de estiagem. Cota et al (2004) encontrou valores próximos (pH 6,7 a 8,1), em condições semelhantes à da Bacia do Itabapoana (cobertura de pastagem e ausência de mata ciliar). Todos os pontos apresentaram valores pertinentes aos estabelecidos pela legislação, ficando dentro do limite mínimo de 6,0 e máximo de 9,0 estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.

Segundo Sperling (2005), a turbidez representa o grau de interferência com a passagem de luz através da água, caracterizada pela aparência turva da mesma, reduzindo a penetração de luz e prejudicando a fotossíntese. Os sólidos em suspensão podem ser oriundos de fontes naturais, como partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microrganismos, e de origem antropogênica, através de despejos domésticos e industriais e erosão do solo. A resolução CONAMA n° 357/2005 estabelece que os valores de turbidez não devem ultrapassar 40 UNT, para classe 1, e 100 UNT, para as classes 2 e 3.

Figura 05 – Gráfico de valores de Turbidez

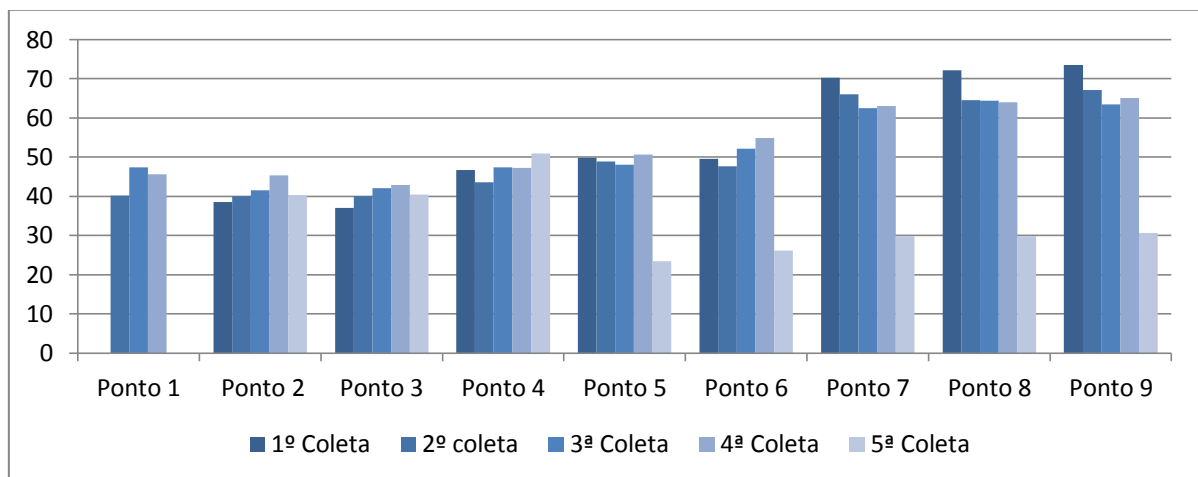


Os valores de turbidez encontrados foram relativamente baixos, principalmente se levarmos em consideração o uso do solo na bacia, que pela falta de cobertura vegetal e mata ciliar, contribui para o transporte de material por escoamento superficial. Essa tendência foi observada na última coleta, realizada em um dia chuvoso. Os pontos P4, P5 e P6 apresentaram os valores mais elevados. Já a partir do ponto P7 observou-se uma redução dos valores, o que nos permite concluir que o reservatório da PCH Pedra do Garrafão atuou na retenção dos sedimentos carregados pela chuva. Apesar de não ter sido possível coletar em P1 devido à dificuldade de acesso em tempo chuvoso, acredita-se que o reservatório da UHE Rosal tenha atuado da mesma forma, já que os valores encontrados em P2 e P3 também são

baixos. Resultados semelhantes foram obtidos nos trabalhos de Rekowsky (2011) e Arruda (2014). Todas as amostras analisadas estão dentro do limite estabelecido pela Resolução.

Nas quatro primeiras coletas, os resultados apresentaram valores crescentes, da montante para a jusante, sendo a primeira coleta a que apresentou valores mais discrepantes entre o primeiro e o último ponto (38,6 - 73,6). Apesar de autores como Prado (2004) e Esteves (2011) apontarem uma tendência de valores mais elevados em períodos chuvosos, essa tendência não foi observada nesta pesquisa, já que os valores da 4ª coleta se apresentaram similares aos das coletas anteriores, realizadas em período seco, e a última coleta apresentou valores decrescentes ao longo do Rio. Silva (2005) não encontrou diferenças marcantes entre os períodos de chuva e estiagem, que apresentaram, respectiva e aproximadamente, de 40-50 e 50-60. Valores próximos foram encontrados por Flauzino (2008), 35,6 a 49,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 06 – Resultado da Condutividade Elétrica



Rodrigues (2002) aponta que o aumento da condutividade pode estar associado à decomposição de vegetação submersa ou presença de efluentes orgânicos, situações que resultam em uma maior liberação de íons na coluna d'água. Essa tendência pode explicar os níveis mais elevados observados no reservatório da PCH Pedra do Garrafão. Neste reservatório foi observada a presença de uma grande quantidade de macrófitas (Figura 07).

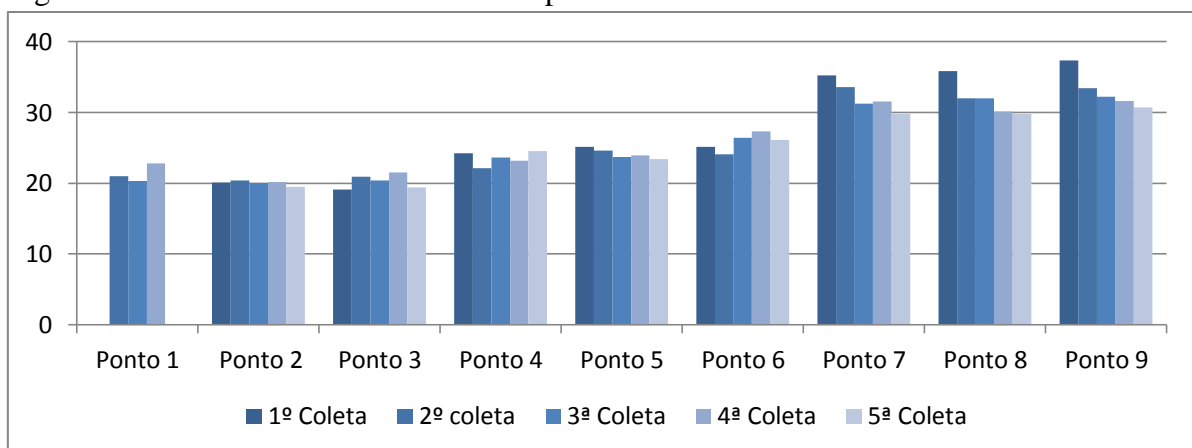
Figura 07: Presença de macrófitas no reservatório da PCH Pedra do Garrafão.



Fonte: Arquivo pessoal

No parâmetro Sólidos Totais Disponíveis, os resultados das amostras apresentaram valores crescentes da montante para a jusante do rio, sendo os valores mais altos encontrados nos três últimos pontos de coleta. Observou-se pouca variação entre os períodos de estiagem e chuva, ao contrário de Silva (2005), que encontrou ampla variação em função da sazonalidade, sendo os picos médios mais elevados no período de estiagem.

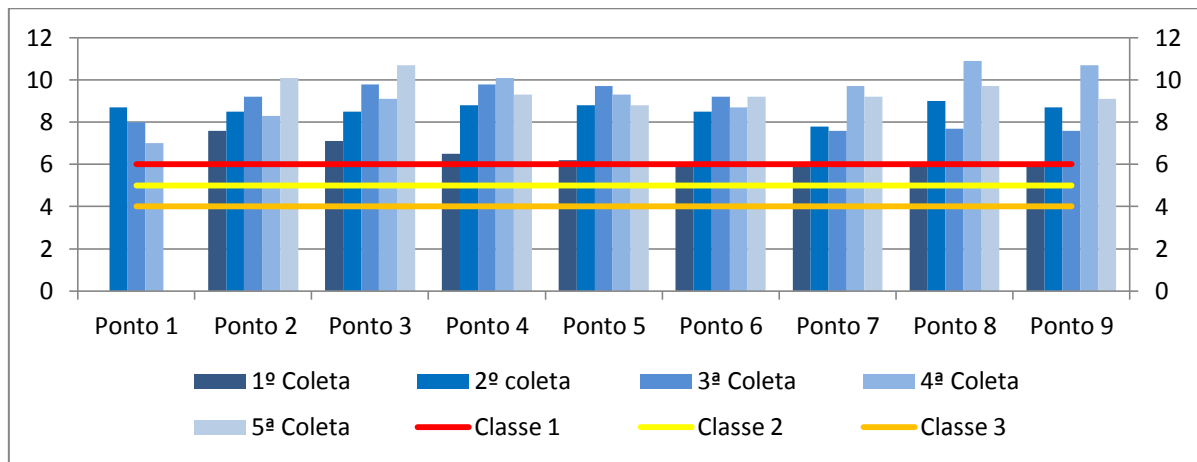
Figura 08 – Valores de Sólidos Totais Disponíveis



Segundo Esteves (1998), as principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas são o consumo pela decomposição de matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos. Em relação aos valores de OD, a resolução CONAMA nº 357 (2005)

classifica como classe 1 os corpos d'água com o limite não inferior a 6 mg O/L, classe 2, não inferior a 5 mg O/L e classe 3, não inferior a 4 mg O/L e superior a 2 mg O/L.

Figura 07 – Gráfico de valores de Oxigênio dissolvido

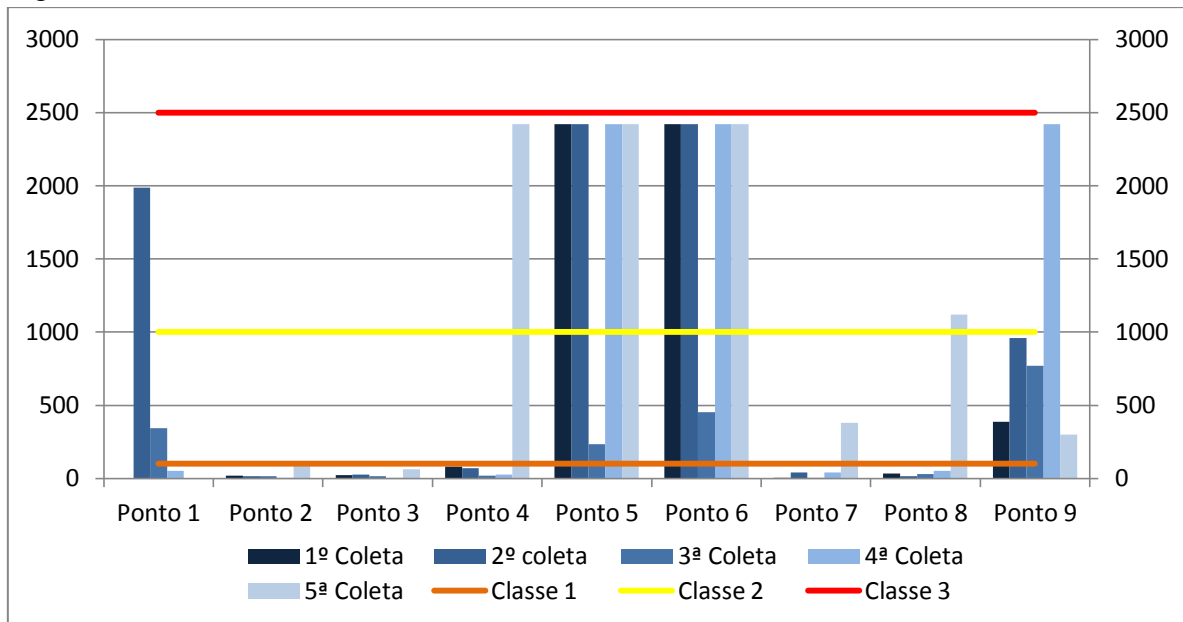


As concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram grandes variações, sendo os valores mais baixos encontrados na primeira coleta, onde três pontos apresentaram valores iguais a 6mg/L, e os valores mais altos nas últimas duas coletas, em período chuvoso, onde alguns pontos ultrapassaram 10mg/L. Todos os pontos amostrados estão de acordo com o disposto pela Resolução.

Segundo Esteves (2011), os valores de oxigênio dissolvido podem ser influenciados pela entrada de carga orgânica (esgoto doméstico) e a temperaturas mais elevadas. Esses dois fatores contribuem para um baixo índice de oxigênio na água. Tundisi (2008) afirma que a concentração de oxigênio dissolvido na água pode sofrer redução devido a alta concentração de material em suspensão. Silva et al (2009) em análises realizadas no Reservatório da UHE de Peti/MG encontrou variações bem marcadas de OD entre os períodos de estiagem e de chuvas. Na estiagem, as concentrações de OD são mais elevadas, com valores médios na superfície próximos ou acima de 10mg/L (supersaturação), e nos período chuvoso, foram encontrados valores entre 4-6mg/L.

As análises de Coliformes termotolerantes foram o que apresentaram os piores resultados. A Resolução CONAMA 357/05 para águas doces de classe 2, estabelece que o limite para coliformes termotolerantes é de 1000 NMP/100mL (Número mais provável). Os resultados apresentaram valores mínimos 2 NMP/100mL e máximo, em diversos pontos, de 2419,6NMP/100mL.

Figura 08 – Gráfico de valores de Coliformes Termotolerantes



Pode-se observar valores altos nos pontos P4, P5, P6 e P9, pois são pontos próximos a aglomerados urbanos, ou seja, locais com grande despejo de efluentes sem tratamentos. Já os pontos P2 e P7, reservatórios, apresentaram valores baixos. Presume-se que estes ambientes estejam atuando como um depurador de certas substâncias e poluentes. Viana et al (2013) destaca que o valor de coliformes termotolerantes presentes nas águas é um fator determinante para classificação de um corpo d'água, quando comparado com os valores máximos permitidos para outros parâmetros, já que os valores físicos-químicos variam pouco de uma classe para outra.

5 – Conclusão

As águas do Rio Itabapoana ainda não foram enquadradas segundo a Resolução CONAMA 357/2005 (WERNECK, 2012). Os parâmetros analisados nesta pesquisa demonstram estar de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução, apresentando resultados compatíveis com as classes 1 ou 2. Mas é preciso ressaltar que apenas alguns parâmetros foram utilizados neste trabalho, e que o enquadramento envolve um maior tempo de pesquisa.

A comparação dos resultados mostrou que ocorre diminuição na qualidade da água à jusante do rio. Os parâmetros que apresentaram os piores resultados foram turbidez e coliformes, demonstrando que a falta de saneamento básico, que resulta no lançamento

inadequado de esgotos nos rios, e a erosão são os principais fatores que prejudicam a qualidade da água do Rio Itabapoana.

Os resultados também sugerem que os reservatórios atuam com lagos de estabilização, retendo partículas e. Ou seja, contribuindo significativamente para a melhoria dos parâmetros da qualidade da água.

A continuidade do monitoramento de qualidade da água nas permitirá o acompanhamento da evolução da qualidade de água afluyente aos reservatórios e da própria água dos reservatórios, permitindo assim maior conhecimento a respeito de aspectos qualitativos dos rios monitorados.

6 – Bibliografia

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Ed. Brasília: ANEEL, 2008

ARRUDA, N. M. B. Avaliação de Variáveis de Qualidade de Água dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Foz do Areia, Segredo e Caxias, como Instrumento de Gestão de Bacias Hidrográficas. Tese (Doutorado). UFP, Curitiba. 2014

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.

BRANCO, S. M. Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas. São Paulo. Editora Blúcher, CETESB, 1977.

CALIJURI, M. C; CUNHA, D. G. F. (Coord.). Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão – Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Sistema Cemig de monitoramento e Controle de qualidade da água de reservatório – SISÁGUA. Manual de procedimentos de coleta e Metodologia de análise de água. Belo Horizonte: Cemig, 2009

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Sistema Cemig de monitoramento e Controle de qualidade da água de reservatório – SISÁGUA – Índice de Qualidade da Água. Belo Horizonte: Cemig, 2015

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; RICE, E. W.; GREENBERG, A. E. Standard Methods for the Examination of water & wastewater. 21.ed. [S.l.]: APHA, 2005.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2ª edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2011

FLAUZINO, F. S. Avaliação temporal e espacial da qualidade da água no lago da Usina Hidrelétrica de Miranda, Região do Triângulo – Minas Gerais. - 2008 Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2008

IBGE. Censo Demográfico 2010

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. Fundação COPPETEC, 2013

PRADO, R. Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos. Tese (Doutorado). USP, São Carlos, 2004

SILVA, A. P. S. Qualidade da Água e Uso do Solo no Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Peti, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Viçosa, UFV, 2005

SPERLING, M. V. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005

REKOWSKY, I. C. Relação entre Qualidade da Água do Reservatório da PCH Buricá e o uso do solo na bacia de contribuição. Trabalho de conclusão do Curso de Geografia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 2011

RODRIGUES, L. M. Alterações de Características Limnológicas Resultantes da Transformação Rio-Reservatório (Usina Hidrelétrica Dona Francisca, RS, Brasil. Dissertação de Mestrado UFRS, Porto Alegre, 2002

WERNECK, L. G. Conjuntura dos Recursos Hídricos do Município de São Francisco de Itabapoana, RJ Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 6 n. 1, p. 69-83, jan. / jun. 2012

VIANA, L. G. Aplicação do índice de qualidade da água (IQA) e caracterização físico-química e microbiológica da água da Lagoa do Taí, no município de São João da Barra - RJ. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal Fluminense. Campos dos Goytacazes, 2013.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

4 - ARTIGO CIENTÍFICO 3

(Publicado no Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego – Apêndice 2)

Diagnóstico Ambiental Do Município De Bom Jesus Do Itabapoana, RJ

Ednilson Gomes Souza Junior*
 Lídia Rodrigues Vilela**
 Laryssa Canhaço de Assis***
 Vicente de Paulo Santos de Oliveira****

O município de Bom Jesus do Itabapoana, localizado na região noroeste do Rio de Janeiro, apresenta sua qualidade ambiental gravemente comprometida. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é a elaboração de um diagnóstico ambiental para o município, através de pesquisa bibliográfica. É possível concluir que o principal alvo de toda essa degradação é o rio Itabapoana, que sofre influência de empreendimentos hidrelétricos, recebe efluentes domésticos sem tratamento e possui trechos assoreados e com focos de erosão. Além disso, os altos índices de desmatamento contribuem para a aceleração de erosão do solo. O município carece de políticas públicas voltadas para o tema, visto que não são desenvolvidos programas voltados para a preservação ambiental.

Palavras-chave: Diagnóstico Ambiental. Impactos Ambientais. Bom Jesus do Itabapoana/RJ.

The municipality of Bom Jesus do Itabapoana, located in the northwest of Rio de Janeiro State, has severely compromised its environmental quality. In this context, the objective of this work is the development of an environmental assessment for the municipality, through literature. We concluded that the main target of all this degradation is the Itabapoana river, which is influenced by hydroelectric projects, receives untreated domestic wastewater and has silted and erosion focuses stretches. In addition, high rates of deforestation contribute to the acceleration of soil erosion. The city lacks public policies focused on the subject, since programs for environmental preservation are not developed.

Keywords: Environmental Assessment. Environmental Impact. Bom Jesus do Itabapoana, RJ.

* Gestor Ambiental, Pós-graduado em Educação Ambiental e Mestrando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense Campus Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil.

** Graduanda em Geografia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), *campus* Campos Centro, Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: lidiavilelabji@hotmail.com.

*** Mestre em Engenharia de Produção, Técnica em Assuntos Educacionais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: laryssacanhacy@hotmail.com.

****Engenheiro Agrimensor. Doutor em Engenharia Agrícola e Professor do Mestrado em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense. Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental. Campos dos Goytacazes - Brasil.

1 Introdução

O processo de ocupação de novas áreas provoca diversas transformações na paisagem natural, onde o crescimento das áreas urbanas e o desmatamento das vegetações nativas ocorrem sem planejamento ambiental, refletindo negativamente no meio urbano e rural (EMBRAPA, 2004).

A ocupação do Noroeste Fluminense ilustra bem esta situação, pois com os avanços da agricultura e da pecuária e o surgimento de pequenos povoados, houve a perda de grandes áreas de vegetação nativa, neste caso, a Mata Atlântica. Atualmente, a região é caracterizada como de baixo dinamismo econômico e apresenta diversos problemas ambientais, como os baixos índices de vegetação nativa, a falta de um sistema de tratamento de esgoto sanitário e a destinação de seus resíduos sólidos em lixões.

Com bases em pesquisas bibliográficas, este artigo tem como objetivo o levantamento de informações acerca da realidade ambiental do município de Bom Jesus do Itabapoana.

2 Bom Jesus do Itabapoana

Segundo a tradição, a ocupação das terras onde hoje se acha localizado o município se deu por volta de 1842. Fortes correntes populacionais eram atraídas pela perspectiva de explorar terras férteis e ainda desconhecidas. Durante o processo de crescimento populacional, a região primeiramente pertenceu ao município de Campos dos Goytacazes, que criou, em 1862, a freguesia de Bom Jesus do Itabapoana; e posteriormente ao município de Itaperuna. Pelo Decreto n.º 150, de 24 de novembro de 1890, o município alcança sua emancipação, que durou menos de dois anos, sendo desfeita pelo Decreto n.º 1, de 8 de maio de 1892.

Em virtude do seu desenvolvimento, Bom Jesus do Itabapoana tornou-se ponta de trilho do ramal da estrada de ferro Leopoldina e centralizou a produção de grande zona cafeeira, cuja área de abrangência se estendia por grande parte do noroeste fluminense. Além disso, o rio Itabapoana propiciava certa independência econômica local em relação à sede Itaperuna, fator relevante para que a autonomia fosse restabelecida pelo Decreto n.º 633, de 14 de dezembro de 1938, e definitivamente instalado em 1.º de janeiro de 1939.

Com a erradicação do café e o deslocamento da população rural para o núcleo, o processo de urbanização se acelerou e a área ocupada ultrapassou os limites do perímetro urbano legal, tanto em função da pressão demográfica como em decorrência da falta de controle urbanístico adequado.

O município possui uma área total de 598,825 km², correspondendo a 11,1% da área do noroeste fluminense. Localiza-se na divisa com o estado do Espírito Santo, fazendo fronteira, no estado do Rio, com os municípios de Varre-Sai, Natividade, Itaperuna e Campos dos Goytacazes, e no estado do Espírito Santo, com os municípios de Guaçuí, São José do Calçado, Bom Jesus do Norte, Apiacá e Mimoso do Sul (Figura 1).

Segundo dados do último Censo Demográfico (IBGE, 2010), o município possui 35.411 habitantes, sendo 26.654 habitantes na sede municipal e 8.757 habitantes distribuídos pela zona rural e em seus cinco distritos: Calheiros, Carabuçu, Pirapetinga, Rosal e Serrinha. Apresenta densidade demográfica de 59,13 Hab/km² e seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,732.

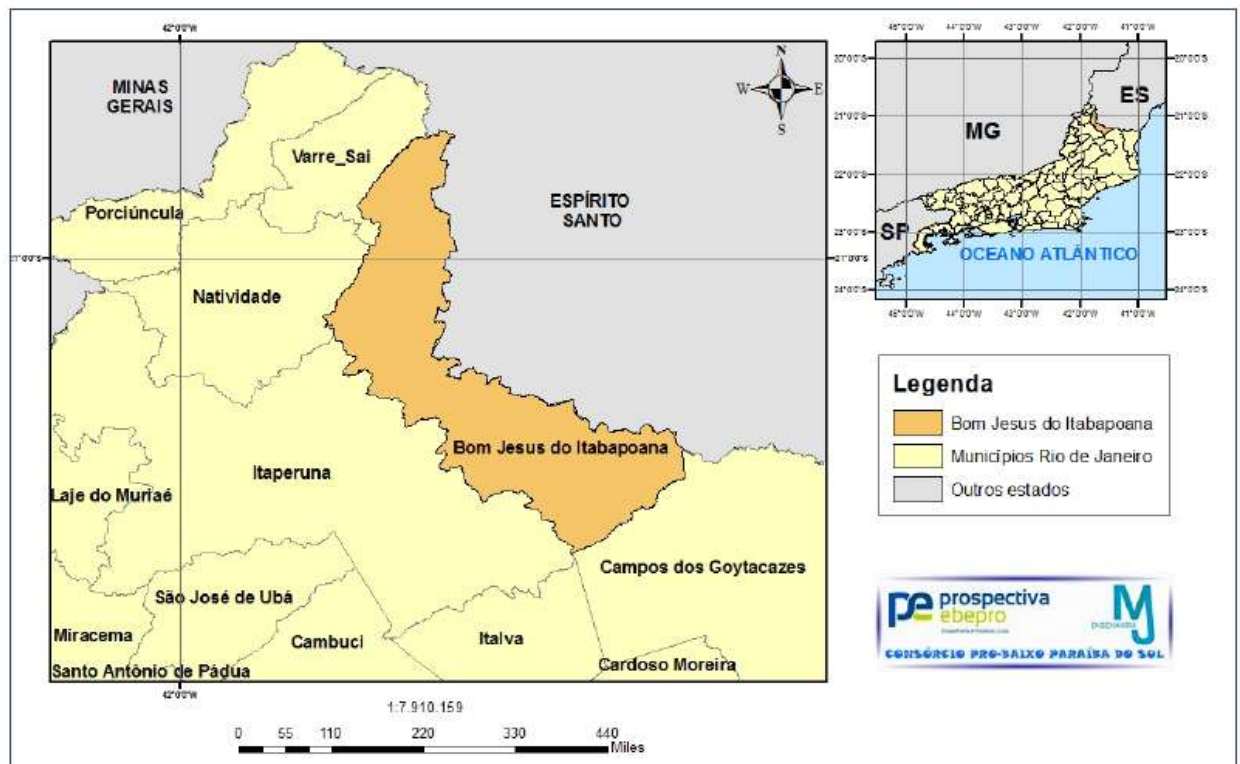


Figura 1: Localização do município de Bom Jesus do Itabapoana

Fonte: AGEVAP (2014)

A questão da degradação ambiental em Bom Jesus do Itabapoana está diretamente relacionada à forma desordenada com que a população se organizou no território ao longo do processo de ocupação da cidade. Assim como acontece em várias cidades brasileiras, a segregação inerente ao capitalismo dividiu a sociedade em classes e segmentou a cidade de acordo com a renda do indivíduo. É possível perceber que a população com melhores condições financeiras ocupa a parte central da cidade, com infraestrutura bem mais acentuada;

já a parcela mais pobre da população ocupa as periferias da cidade, locais com pouca ou nenhuma infraestrutura, condição de higiene e segurança, ruas sem calçamento e sem iluminação, locais impróprios para moradia, como em encostas de morros e nas margens do rio (Figura 2), não respeitando os limites da mata ciliar (SANTOS, 2008).



Figura 2: Urbanização às margens do rio Itabapoana

Fonte: Autor

3 Caracterização Física

3.1 Geomorfologia

Segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), o município de Bom Jesus do Itabapoana apresenta dois sistemas: relevos de degradação em planaltos dissecados ou superfícies aplainadas, localizado no domínio denominado ‘Domínio de Morros Elevados’; e relevos de degradação em áreas montanhosas, denominado ‘Maciços Costeiros e Interiores’. Esses sistemas apresentam as seguintes características:

- O Domínio de Morros Elevados é um relevo de morros convexo-côncavos dissecados e topos arredondados ou aguçados, com sedimentação de colúvios, alúvios e, subordinadamente, depósitos de tálus. Apresenta a ocorrência de compartimentos colinosos em seções alveolares nos vales principais. Possui também densidade de drenagem média a alta com padrão de drenagem variável, de dendrítico a treliça ou retangular. Predomínio de amplitudes topográficas entre 200 e 400 metros e gradientes médios, com presença de formas residuais proeminentes e gradientes elevados.

- Os maciços costeiros e interiores apresentam relevo montanhoso e extremamente acidentado, localizado em meio ao domínio das baixadas e planícies costeiras, ou em meio ao domínio colinoso, no caso dos maciços interiores. Este relevo também apresenta vertentes predominantes retilíneas a côncavas, escarpadas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados. Possui densidade de drenagem alta a muito alta com padrão de drenagem variável, de paralelo a dendrítico, geralmente centrífugo. Observa-se o predomínio de amplitudes topográficas superiores a 300 metros e gradientes muito elevados, com ocorrência de colúvios e depósito de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha.

3.2 Geologia

De acordo com a classificação do CPRM, o município se encontra na Unidade Itaperuna Paragranulitos (MNpit), com classificação de gnaiss quartzo-feldspático aluminoso a granada-biotita-sillimanita com e sem ortopiroxênio eventualmente com intercalações de gnaiss calcissilicático. Frequente fusão parcial com neossoma a granada e ortopiroxênio (charnockitoideanatótico).

3.3 Solos

O tipo de solo presente no município, de acordo com o mapeamento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), é o Nitossolo Vermelho Háptico Distrófico (NXd) que ocorre com saturação por bases baixa, e elevada saturação por alumínio trocável; apresenta um Ki mais baixo que os demais tipos de nitossolos, refletido na composição mineralógica, onde a caulinita ocorre junto com gibbsita.

3.4 Clima

O clima da região é tropical chuvoso com inverno seco, sendo que no trimestre menos chuvoso, as médias pluviométricas são inferiores aos 60 mm (milímetros). Além disso, a precipitação pluviométrica média da região não ultrapassa 1.000 mm, sendo registrada ocorrência de valores inferiores a 800 mm. A evapotranspiração, segundo método de Thornthwaite, é superior a 1.300 mm anuais (INEA, 2014).

A temperatura média anual varia entre 19 °C e 32 °C, e os meses de estiagem, não inferiores a quatro, apresentam também um *deficit* hídrico, ou seja, a diferença entre o que chove e o que é efetivamente perdido para a atmosfera, é pronunciada em toda a região, ultrapassando, na maioria dos casos, 500 mm. A estação chuvosa no período de verão,

influencia principalmente os problemas com enchentes, inundações e deslizamentos no município e região (INEA, 2014).

4 Cobertura Vegetal, Uso e Ocupação do Solo

O município possui baixo índice de cobertura vegetal, apresentando apenas 4% de áreas cobertas com florestas. Essa degradação também se reflete nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) do rio Itabapoana. Ao longo de todo o percurso do rio, é possível perceber a inexistência de mata ciliar, o que potencializa o surgimento de processos erosivos nas margens e compromete a qualidade das águas, já que a deposição de material particulado aumenta. A bacia do Itabapoana é uma das que possuem menor índice de cobertura florestal. Em Minas Gerais e no Espírito Santo a situação não é diferente, fazendo com que muitos especialistas acreditem que algumas partes da bacia já apresentam vestígios de desertificação (TCE, 2007).

A Figura 3 apresenta o mapeamento do uso do solo do município, realizado pelo projeto Rio Rural. Nele é possível perceber que as áreas de campos/pastagens dominam quase toda a região. As áreas com vegetação mais bem preservada são encontradas no Alto Itabapoana, onde se encontram os distritos de Rosal, Calheiros e Pirapetinga. A área tem como característica o relevo mais acentuado e, por isso, de baixo aproveitamento econômico. Entretanto, mesmo com estas áreas, o município ainda não dispõe de Unidades de Conservação em seu território.

A área urbana, apesar de pequena, também é causadora de grande impacto, já que o município se desenvolveu às margens do rio, não respeitando os limites da vegetação ciliar. As casas foram construídas próximas ao leito, o que gera problemas de deposição de esgoto e lixo no rio, enchentes em épocas de cheia, entre outros problemas.

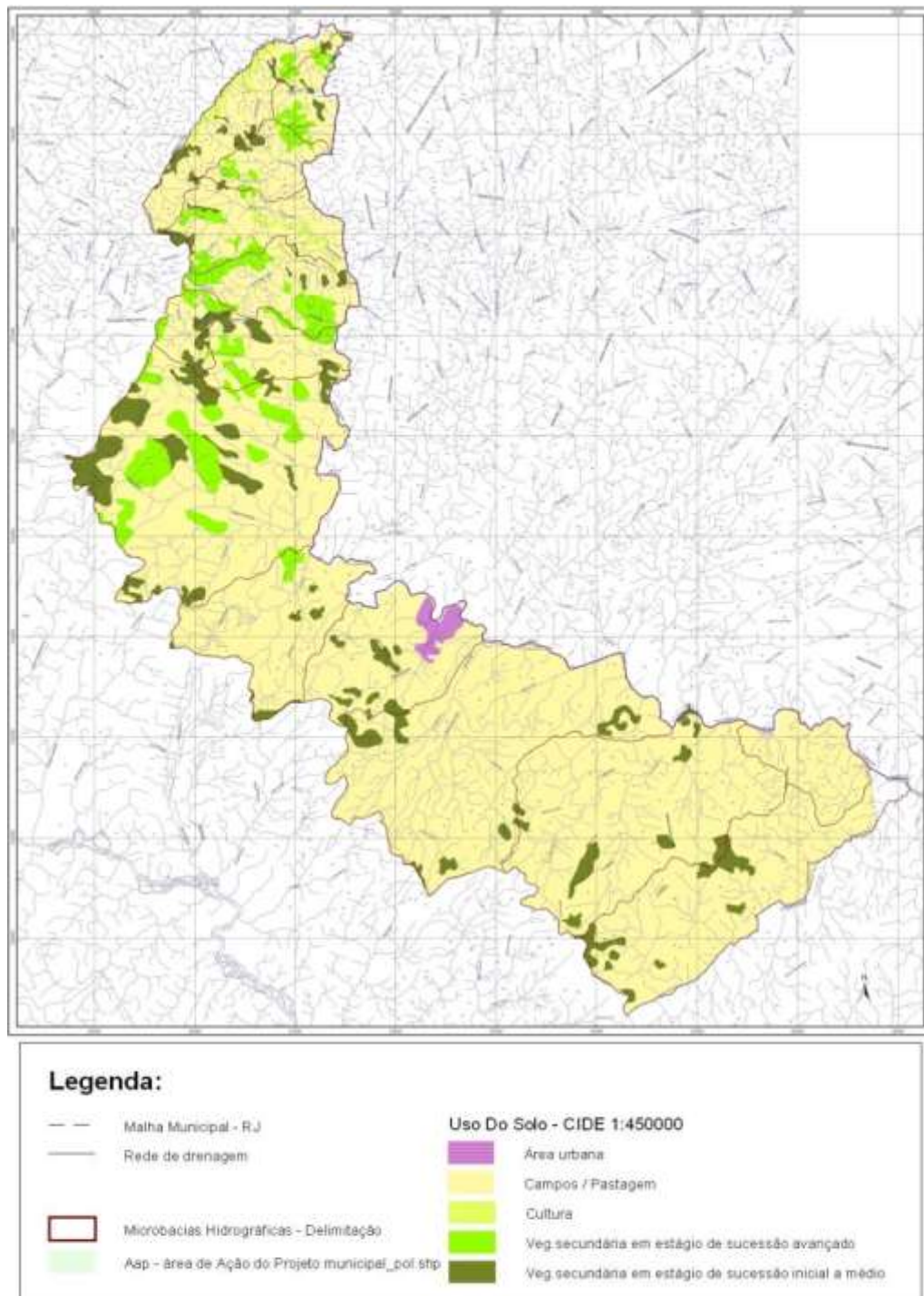


Figura 3: Uso do solo no município de Bom Jesus do Itabapoana

Fonte: Rio Rural

Segundo Araújo (2014), o município apresenta área de 33.953 hectares de pastagens e reflorestamentos, responsáveis pela perda de 19.723,20 t/ano de solo, além de nutrientes importantes à manutenção da fertilidade, com 40,29 t/ano de perda para Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg). A autora ainda salienta que a erosão

hídrica provoca perdas de solo que contribuem para a contaminação e o assoreamento de cursos de água, além de reduzir a fertilidade do solo, já que sua perda ocorre a um ritmo mais acelerado que sua reposição pelos processos naturais de formação.

5 Saneamento Básico

5.1 Tratamento de Água

No município, o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) é dividido em sistemas independentes para cada um dos distritos e zona rural. O sistema urbano é abastecido pela CEDAE, enquanto as áreas rurais são de responsabilidade da Prefeitura Municipal. Segundo dados do último censo (IBGE, 2010), um total de 10.109 domicílios são abastecidos com água da rede geral, 1.125 utilizam água de poço ou nascente na propriedade e 425 utilizam outras formas de abastecimento.

Uma avaliação feita pelo INEA (2013), nos anos de 2012 e 2013, demonstra que a qualidade das águas do rio Itabapoana, segundo o Índice de Qualidade da Água (IQA), se enquadra na categoria 'Boa' ($90 > IQA \geq 70$), ou seja, águas apropriadas para tratamento convencional visando ao abastecimento público. Nesta mesma pesquisa, é possível perceber que o rio Itabapoana apresenta qualidade superior aos demais rios da Região Hidrográfica IX - Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

5.2 Esgotamento Sanitário

De acordo com o Plano de Desenvolvimento Sustentável do Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (2012), a responsabilidade pela implantação de um sistema de coleta e tratamento de esgoto é do município. Entretanto, Bom Jesus ainda não conta com Sistema de Esgotamento Sanitário (SES). A Tabela 1 apresenta o destino do esgoto neste município, segundo dados do IBGE (2010).

Tabela 1: Destino do Esgotamento Sanitário no Município de Bom Jesus do Itabapoana

| Esgotamento Sanitário | Domicílios | (%) | Moradores | (%) |
|---|-------------------|------------|------------------|------------|
| Rede geral de esgoto ou pluvial | 9.275 | 79,55% | 27.452 | 78,02% |
| Vala | 804 | 6,89% | 2.681 | 7,61% |
| Rio, lago ou mar | 753 | 6,45% | 2.356 | 6,69% |
| Fossa rudimentar | 497 | 4,26% | 1.623 | 4,61% |
| Fossa séptica | 215 | 1,84% | 722 | 2,05% |
| Outro escoadouro | 94 | 0,8% | 305 | 0,86% |
| Não tinha banheiro nem sanitário | 21 | 0,18% | 46 | 0,13% |
| Total: | 11.659 | | 35.185 | |

Fonte: IBGE (2010)

A análise desses dados permite concluir que menos de 2% dos domicílios tratam seus efluentes em fossas sépticas adequadas, o que, mesmo não sendo a destinação ideal, reduz boa parte da carga orgânica dos efluentes domésticos. Um total de 78% da população lança seus efluentes diretamente na rede pluvial, que são encaminhados aos córregos e rios sem nenhum tipo de tratamento ou diluição (Figuras 4 e 5).



Figuras 4 e 5: Lançamento de esgoto *in natura* no rio Itabapoana

Fonte: Autor

Conforme relatado na pesquisa de Souza Jr. (2015), a qualidade da água coletada em três pontos do município apresentou valores elevados de coliformes totais e termotolerantes, fatores influenciados pelo despejo de esgoto no rio. Tais resultados também foram observados nas pesquisas de Souza (2013), que realizou análises microbiológicas no trecho do rio Itabapoana que passa pelo município, no período de 2010 a 2012, e Alvarenga (2013), em pesquisa realizada no Corrego Soledade, no período de 2011 a 2013, que encontram resultados que mostram um alto grau de contaminação por esgoto doméstico. As autoras afirmam que, em alguns pontos, a água não estava apropriada para consumo humano, nem após tratamento avançado (Classe 4).

Para ilustrar tal situação, segundo o Diagnóstico Setorial dos Serviços de Esgotamento Sanitário do Município de Bom Jesus do Itabapoana disponibilizado pelo INEA (2014), a situação da coleta de esgoto na sede do município acontece através de redes com condições precárias. O tratamento é rudimentar, com algumas fossas sépticas associadas a filtros anaeróbicos. Tudo acaba sendo descarregado no rio Itabapoana e em corpos hídricos próximos. O mesmo documento faz uma análise crítica sobre o esgotamento sanitário no município. A Tabela 5 mostra como estão os serviços de esgotamento sanitário em Bom Jesus do Itabapoana. Na sede do município a rede é muito antiga; já nos distritos ocorre um

desconhecimento da situação, ou seja, é preciso ser feito um diagnóstico da situação das redes de esgoto dessas localidades.

Tabela 2: Análise crítica do esgotamento sanitário em Bom Jesus do Itabapoana

| Distrito | Sistema de Coleta | Sistema de Tratamento |
|---------------------------------------|--|--|
| Sede | Parte da rede é muito antiga e necessita de substituição. | Possui sistemas de reatores anaeróbicos que contribuem para a melhoria da qualidade dos efluentes nos corpos hídricos. Porém necessita de melhorias tendo a existência de ligações clandestinas onde ocorrem despejos <i>in natura</i> nos corpos hídricos. |
| Distritos e localidades rurais | Ocorre um desconhecimento da situação do esgotamento sanitário nessas localidades. | Não foram apresentados registros ou localização de sistemas de Fossa Filtro coletivo sendo necessário fazer um levantamento sobre esses sistemas. Existe despejo de efluentes <i>in natura</i> nos córregos e ribeirões. |

Fonte: INEA (2014)

A realidade de Bom Jesus do Itabapoana não é muito diferente da de municípios do Rio de Janeiro. Assis (2013) utiliza o método multicritério ELECTRE TRI-C para classificar a qualidade do saneamento básico dos municípios do estado do Rio de Janeiro. O resultado encontrado pela autora aponta que na região Norte nenhum município obteve classificação boa, seus serviços de saneamento básico foram avaliados como ruins (44,44%) e péssimos (55,56%); na região da Baixada Litorânea predomina a classificação ruim (61,55%); na região Metropolitana, que concentra 72% da população do estado do Rio de Janeiro - cerca de 11,8 milhões de habitantes (IBGE, 2010) - 84,22% dos municípios foram classificados como péssimos e 15,78% como ruins. Do estado, a região Serrana foi a que obteve o maior percentual de municípios com classificação boa (35,71%). Nas demais regiões: Norte, Noroeste e Médio Paraíba a qualidade dos serviços é classificada como ruim e péssima em sua maioria. Em Bom Jesus do Itabapoana não foi diferente, e a classificação do município foi o conceito péssimo para a qualidade do saneamento básico.

6 Rio Itabapoana

O município se localiza ao longo do rio Itabapoana, que nasce em Minas Gerais, na Serra do Caparaó, divide os estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, recebe afluentes nos três estados e deságua no Oceano Atlântico. Possui extensão de 220 km e sua bacia possui área de drenagem da ordem de 4.875,46 km², dos quais 9 municípios pertencem ao estado do Espírito Santo, 5 ao estado do Rio de Janeiro e 4 ao estado de Minas Gerais, abrangendo, total ou parcialmente, áreas de 18 municípios. (Figura 4) (ANA, 2008).

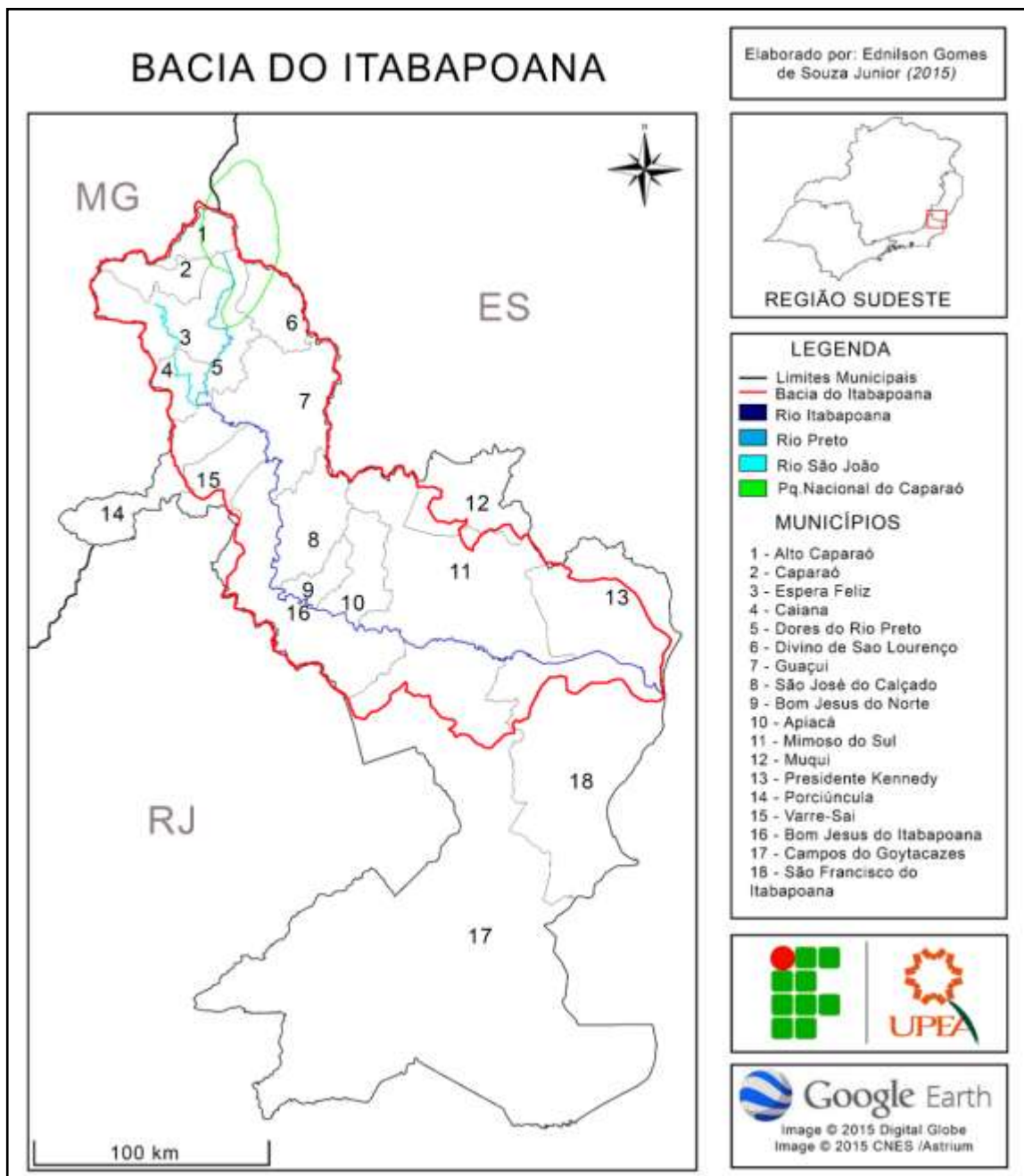


Figura 6: Bacia do rio Itabapoana

Fonte: Souza Jr. (2015)

O rio Itabapoana pode ser dividido em três regiões com características bem distintas. O alto Itabapoana é marcado pela forte declividade, diversas quedas d'água e índice pluviométrico alto. O médio curso representa uma área de transição, percorre vales bem encaixados em região onde predominam colinas terminando em campos, área mais propensa a assoreamentos e enchentes. O curso inferior, por outro lado, percorre extensas planícies e as inundações são frequentes nos períodos chuvosos. Para drenar essas áreas, da mesma forma que nas demais áreas inundáveis do estado do Rio de Janeiro, foram construídos canais e retificados trechos de rios, alterando o regime do escoamento e do transporte de sedimentos.

Segundo a ANA, os principais usos do rio Itabapoana são: usos consuntivos, como abastecimento urbano e rural, consumo agroindustrial (pequena escala), dessedentação de animais, pesca profissional e esportiva; e usos não consuntivos, como manutenção de biodiversidade fluvial, geração hidrelétrica, assimilação de esgotos ou diluição de efluentes e mineração (extração de areia).

O município, que antigamente pertencia à Região Hidrográfica do Itabapoana (RH X), foi recentemente inserido na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul (RH IX). Isso ocorreu devido ao baixo dinamismo e falta de organização encontrados na região, que não contava com um comitê de bacia constituído. Então, por conveniência, a região hidrográfica X foi inserida na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul. Dessa forma, Bom Jesus do Itabapoana pertence à RH IX: Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana - Comitê Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

6.1 Potencial Hidrelétrico

O rio Itabapoana apresenta grande potencial hidrelétrico e, por este motivo, acaba sendo um dos mais impactados da região, pois possui atualmente 5 empreendimentos em seu curso. A primeira é a Usina Hidrelétrica de Rosal, localizada no distrito de Rosal. À sua jusante, podemos encontrar uma "escada" de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), a saber, PCH Calheiros, PCH Pirapetinga, PCH Franca Amaral e PCH Pedra do Garrafão. Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (2013), 3 novos empreendimentos já estão sendo planejados para o rio Itabapoana.

A Tabela 3 apresenta uma visão geral sobre os empreendimentos instalados no rio Itabapoana. É possível perceber que todas as hidrelétricas, instaladas e planejadas, causam trechos de vazão reduzida (TVRs) no rio Itabapoana, somando cerca de 21 km. Embora o IBAMA determine, nas condicionantes de licença das usinas, a necessidade de implantar

mecanismos de transposição de peixes e medidas para reduzir os impactos nos TVRs, não se tem conhecimento de estudo integrado dos impactos sinérgicos e cumulativos desses empreendimentos. (COPPETEC, 2013)

Tabela 3: Empreendimentos Hidrelétricos no rio Itabapoana

| Bacia | Rio | Hidrelétrica | Situação | Potência kW | TVR* (km) |
|---------------|------------|----------------------------|-------------|----------------|--------------|
| Itabapoana | Itabapoana | UHE Rosal | Em operação | 55.000 | 6,6 |
| Itabapoana | Itabapoana | PCH Calheiros | Em operação | 19.000 | 2,3 |
| Itabapoana | Itabapoana | PCH Saltinho do Itabapoana | Planejada | 5.000 | 0,6 |
| Itabapoana | Itabapoana | PCH Nova Franca Amaral | Planejada | 30.000 | 1,55 |
| Itabapoana | Itabapoana | PCH Franca Amaral | Em operação | 4.500 | 1,07 |
| Itabapoana | Itabapoana | PCH Bom Jesus | Planejada | 5.000 | 1,2 |
| Itabapoana | Itabapoana | PCH Pedra do Garrafão | Em operação | 19.000 | 2,13 |
| Itabapoana | Itabapoana | PCH Pirapetinga | Em operação | 20.000 | 5,81 |
| Total: | | | | 157,500 | 21,26 |

Fonte: COPPETEC (2013). Adaptado

*Trecho de Vazão Reduzida estimado com dados do projeto ou informado nos documentos obtidos.

De acordo com pesquisas realizadas por Souza Jr. (2015), a exploração do potencial hidrelétrico do rio Itabapoana alterou de maneira significativa o regime hidrológico do rio, resultando em trechos quase secos, onde ocorreram perdas de fauna aquática e prejuízos socioeconômicos, já que tais mudanças afetaram a vida de comunidades ribeirinhas que dependem do rio.

7 Desastres Naturais

Diretamente ligados à gênese do processo de ocupação da cidade, os desastres naturais têm feito com que o município ocupe a 4.^a posição entre os municípios do estado do Rio de Janeiro que mais tiveram ocorrências registradas de 1991 a 2012, ficando atrás apenas de Petrópolis, São Gonçalo e Campos dos Goytacazes. Dentro desses 21 anos foram registrados 23 casos de desastres. As condições geológicas, climáticas e antrópicas contribuíram para o acontecimento de tais eventos, que se intensificam no período chuvoso (UFSC, 2013).

A área urbana do município está localizada em uma região onde existem grandes possibilidades de ocorrência de alagamentos, enxurradas e deslizamentos de massas. Tais problemas estão ligados às variações sazonais do rio Itabapoana e às características topográficas do município (TCE-RJ, 2006).

De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC, 2013), o município registrou, desde 1991, 10 casos de enxurradas, agravando-se a situação a partir de 2003, ano em que foram registrados dois eventos do tipo, causando grandes prejuízos para população, contabilizando um total de 790 casos.

O município também carrega em seus históricos grandes casos de inundações, eventos estes que se agravaram a partir de 1999. Em 2009, ano em que foi registrado o maior número de casos de inundações em todo o estado, 36 no total, a prefeitura decretou estado de emergência seis vezes no município, totalizando, durante esses 21 anos, 11 casos de inundação.

Outro problema enfrentado pelo município são os deslizamentos de massas. De acordo com o ‘Mapa de localização dos setores de Risco Iminente a escorregamentos no município de Bom Jesus do Itabapoana – RJ’ (DRM-RJ, 2012), a cidade apresenta 32 focos de escorregamento somente em sua área urbana, totalizando 65 moradias e 285 pessoas em risco (Figuras 7 e 8). Nos distritos, a situação não é diferente. Dentre os inúmeros casos de deslizamento, pode-se destacar o ocorrido em dezembro de 2013, quando um forte deslizamento destruiu a ponte situada na RJ 230, que liga as localidades de Calheiros e Rosal, deixando os moradores isolados. Na ocasião, dois carros caíram no rio Itabapoana e duas pessoas morreram. (O DIÁRIO DE CAMPOS, 2014).



Figuras 7 e 8: Deslizamentos de terra
Fontes: Figura 7: Autor ; Figura 8: DRM-RJ (2012)



Figuras 9 e 10: Ponte na RJ 230 destruída por um deslizamento de terra, em dez/2013

Fonte: Jornal Dois Estados (2013)

A partir dos aspectos apresentados, é possível perceber que o rio Itabapoana sofre diversos impactos durante seu trajeto, recebendo todo tipo de dejetos e tendo suas características alteradas pelas diversas obras realizadas em seu curso.

8 Conclusão

A análise das características aqui expostas nos permite concluir que o município de Bom Jesus do Itabapoana apresenta baixa qualidade ambiental e poucos investimentos que visem à sua melhoria. A retirada quase total de sua cobertura vegetal deixa o solo empobrecido e vulnerável à erosão, além de influenciar em aspectos climáticos e na biodiversidade. Entre todos os problemas citados, fica claro que os maiores impactos ocorrem no rio Itabapoana, dentre os quais se podem destacar:

- Ausência de mata ciliar e agricultura/pecuária extensiva, ou seja, alterações da vegetação que interferem diretamente nos processos de infiltração e percolação da água da chuva, resultando em um solo suscetível a processos erosivos, deslizamentos e geração de sedimentos que influenciam no fluxo natural dos rios, além de ocasionar áreas assoreadas. Também pode ocorrer a contaminação das águas por defensivos agrícolas e fertilizantes.
- Poluição das águas devido ao lançamento de esgoto doméstico *in natura*, resultando em perda da qualidade da água e aumento do risco de doenças, além de processos de eutrofização decorrentes do excesso de matéria orgânica.
- Alteração da dinâmica fluvial devido à instalação de empreendimentos hidrelétricos em seu curso, alterando sua vazão, interferindo no fluxo de peixes e demais

organismos aquáticos, e também no aspecto social, pois reduz a capacidade pesqueira, prejudicando famílias que dependem dessa atividade como fonte de renda.

A participação do município na elaboração do ‘Plano Regional de Saneamento Básico de Municípios Inseridos na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana’ e do ‘Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica’, representa uma esperança de que a preocupação com a questão ambiental comece a se tornar uma prática diária na agenda política do município e na vida de seus moradores.

Assim, são medidas necessárias não só a recuperação da vegetação nativa, principalmente nas áreas de APPs, mas também a implantação de unidades de conservação, como forma de garantir, através da lei, que tais áreas sejam conservadas e haja a recuperação da qualidade do rio Itabapoana, assim como o controle da erosão em suas margens. Investir em programas de Educação Ambiental também é fundamental para envolver a sociedade na discussão ambiental do município.

9 Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Hidroweb: Sistemas de Informações Hidrológicas. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb> >. Acesso em: 29 jun. 2014.

_____. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações do estado do Rio de Janeiro. 2012

ARAÚJO, G. T. Estimativa de Custo Econômico da Erosão Gerado Pelo Município de Bom Jesus do Itabapoana-RJ do Rio Itabapoana e sua Relação com a Cobertura Vegetal. In: IV Seminário Regional sobre Recursos Hídricos, Campos dos Goytacazes. 2014

ASSIS L. C. et al. Classificação dos municípios do estado do Rio de Janeiro quanto aos serviços de saneamento básico. In: Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia de Produção, Moçambique. 2013.

BERNINI, E. et al. Variação estrutural em florestas de mangue do rio Itabapoana. In: Revista Biotemas, 23 (1), março de 2010

COSEMMA (Conselho de Secretários Municipais de Meio Ambiente do Noroeste). Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Bom Jesus do Itabapoana.

Material cedido pela Secretaria de Meio Ambiente de Bom Jesus do Itabapoana em 03 de julho de 2014.

DRM-RJ. Mapa de localização dos setores de Risco Iminente a escorregamentos no município de Bom Jesus do Itabapoana – RJ. 2012

EMBRAPA. Documento 60: Uso e Cobertura das Terras da Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Embrapa Solos. Rio de Janeiro. 2004

FUNDAÇÃO COPPETEC. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. 2013

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo 2010. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. Boletim Consolidado De Qualidade Das Águas Das Regiões Hidrográficas Do Estado Do Rio De Janeiro. 2013. Disponível em: <www.inea.rj.gov.br>. Acesso em: 2 jul. 2014.

_____. Diagnóstico Setorial: Serviço de Abastecimento de Água Potável, Esgotamento Sanitário e Drenagem Pluvial Urbana de Bom Jesus do Itabapoana. 2014. Disponível em: <<http://pmsb-baixoparaibadosuleitabapoana.blogspot.com.br/p/bom-jesus-do-itabapoana-produtos.html>>. Acesso em: 17 jan. 2015.

_____. Plano Municipal de Saneamento Básico - Produto 3: Caracterização Municipal de Bom Jesus do Itabapoana. 2014 Disponível em < <http://pmsb-baixoparaibadosuleitabapoana.blogspot.com.br> > Acesso em 4 jan. 2015.

Jornal Dois Estados – Chuva castiga Bom Jesus do Itabapoana, 2013. Disponível em: <http://www.doisestados.com.br/ver_noticia.php?n=874>.

PROJETO MANAJÉ. Disponível em: < <http://www.manage.uff.br/> >. Acesso em: 2 jul. 2014.

RIONOR. Plano de Desenvolvimento Sustentável do Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010.

SOUZA, J. A G; BORGES, P. A. M; OLIVEIRA, M. A. S; Determinação Microbiológica das Águas do Rio Itabapoana-RJ. V Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica. Campos dos Goytacazes/RJ, 2013.

SOUZA JR, E. G. Análise do Potencial Hidrelétrico e Caracterização Físico-Química e Microbiológica do Rio Itabapoana, Sudeste Brasileiro - Dissertação de Mestrado. IFFluminense, Campos dos Goytacazes/RJ, 2015.

TCE-RJ - TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Estudos Socioeconômicos dos Municípios – Edições 2001 a 2013. Disponíveis no site <<http://www.tce.rj.gov.br>>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012. 2ª ed. rev. ampl. - Florianópolis, 2013.

APÊNDICE 1

| pH | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Coleta | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
| 01 | * | 7,6 | 7,7 | 7,5 | 7,5 | 7,4 | 7,3 | 7,9 | 6,5 |
| 02 | 7,8 | 7,4 | 7,7 | 7,7 | 7,7 | 7,6 | 7,3 | 7,9 | 7,5 |
| 03 | 7,7 | 8,1 | 7,8 | 7,7 | 7,7 | 7,3 | 7,3 | 7,8 | 7,5 |
| 04 | 7,7 | 8,4 | 7,8 | 7,7 | 7,5 | 7,3 | 7,4 | 7,7 | 7,5 |
| 05 | ** | 7,2 | 7,1 | 6,8 | 7 | 7 | 6,7 | 7,1 | 7,1 |
| Turbidez | | | | | | | | | |
| Coleta | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
| 01 | * | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 2,4 | 2,3 | 2,6 | 3,9 | 4,7 |
| 02 | 10,4 | 2,5 | 2,9 | 2,1 | 4,2 | 3,2 | 5,6 | 3,2 | 10 |
| 03 | 6,1 | 2,8 | 2,7 | 3,2 | 3 | 5,6 | 4 | 2,8 | 10,7 |
| 04 | 2,7 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 2,2 | 2,9 | 2,8 | 3,2 | 4,9 |
| 05 | ** | 7,5 | 9,9 | 25 | 25 | 26 | 13,2 | 15,4 | 17,6 |
| Condutividade Elétrica | | | | | | | | | |
| Coleta | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
| 01 | * | 38,6 | 37,1 | 46,7 | 49,8 | 49,6 | 70,3 | 72,2 | 73,6 |
| 02 | 40,2 | 40 | 40,1 | 43,6 | 48,9 | 47,6 | 66,1 | 64,6 | 67,1 |
| 03 | 47,4 | 41,5 | 42,1 | 47,4 | 48,1 | 52,2 | 62,5 | 64,4 | 63,4 |
| 04 | 45,6 | 45,4 | 42,9 | 47,3 | 50,6 | 54,9 | 63 | 64 | 65,1 |
| 05 | ** | 40,3 | 40,4 | 51 | 23,4 | 26,1 | 29,8 | 29,8 | 30,7 |
| Sólidos Totais Disponíveis | | | | | | | | | |
| Coleta | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
| 01 | * | 20,1 | 19,1 | 24,2 | 25,1 | 25,1 | 35,2 | 35,8 | 37,3 |
| 02 | 21 | 20,4 | 20,9 | 22,1 | 24,6 | 24,1 | 33,6 | 32 | 33,4 |
| 03 | 20,3 | 20 | 20,4 | 23,6 | 23,7 | 26,4 | 31,2 | 32 | 32,2 |
| 04 | 22,8 | 20,2 | 21,5 | 23,2 | 23,9 | 27,3 | 31,5 | 30,1 | 31,6 |
| 05 | ** | 19,5 | 19,4 | 24,5 | 23,4 | 26,1 | 29,8 | 29,8 | 30,7 |
| Oxigênio Dissolvido | | | | | | | | | |
| Coleta | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
| 01 | * | 7,6 | 7,1 | 6,5 | 6,2 | 6 | 6 | 6 | 6,1 |
| 02 | 8,7 | 8,5 | 8,5 | 8,8 | 8,8 | 8,5 | 7,8 | 9 | 8,7 |
| 03 | 8 | 9,2 | 9,8 | 9,8 | 9,7 | 9,2 | 7,6 | 7,7 | 7,6 |
| 04 | 7 | 8,3 | 9,1 | 10,1 | 9,3 | 8,7 | 9,7 | 10,9 | 10,7 |
| 05 | ** | 10,1 | 10,7 | 9,3 | 8,8 | 9,2 | 9,2 | 9,7 | 9,1 |

| Coliformes Totais | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Coleta | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
| 01 | * | 1119,9 | 488,4 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 483,3 | 2419,6 | 2419,6 |
| 02 | 2419,6 | 410,6 | 396,8 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 120,5 | 115,8 | 960,6 |
| 03 | 2419,6 | 2419,6 | 83,5 | 21,6 | 353,8 | 593,8 | 1203,3 | 1986,3 | 2419,6 |
| 04 | 2419,6 | 1203,3 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 |
| 05 | ** | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 960,6 | 2419,6 | 2419,6 |
| Coliformes Termotolerantes | | | | | | | | | |
| Coleta | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
| 01 | * | 20,1 | 24,1 | 79,4 | 2419,6 | 2419,6 | 2 | 32,8 | 387,2 |
| 02 | 1986,3 | 15,8 | 24,8 | 70,7 | 2419,6 | 2419,6 | 40,8 | 14,8 | 960,6 |
| 03 | 344,8 | 16,8 | 14,5 | 17,3 | 233,4 | 452 | 4,1 | 30,1 | 770,1 |
| 04 | 52,8 | 2 | 2 | 25,6 | 2419,6 | 2419,6 | 42 | 52 | 2419,6 |
| 05 | ** | 111,2 | 61,3 | 2419,6 | 2419,6 | 2419,6 | 378,4 | 1119,6 | 298,7 |

* O ponto 01 passou a ser coletado a partir do segundo mês de coletas;

** Devido à chuva, não foi possível chegar ao ponto 01.

APÊNDICE 2

DOI: 10.19180/2177-4560.v9n115-05

Diagnóstico Ambiental do Município de Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Environmental assessment of the municipality of Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Ednilson Gomes Souza Junior*
Lídia Rodrigues Vilela**
Laryssa Canhaço de Assis***
Vicente de Paulo Santos de Oliveira****

Resumo

O município de Bom Jesus do Itabapoana, localizado na região noroeste do Rio de Janeiro, apresenta sua qualidade ambiental gravemente comprometida. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é a elaboração de um diagnóstico ambiental para o município, através de pesquisa bibliográfica. É possível concluir que o principal alvo de toda essa degradação é o rio Itabapoana, que sofre influência de empreendimentos hidrelétricos, recebe efluentes domésticos sem tratamento e possui trechos assoreados e com focos de erosão. Além disso, os altos índices de desmatamento contribuem para a aceleração de erosão do solo. O município carece de políticas públicas voltadas para o tema, visto que não são desenvolvidos programas voltados para a preservação ambiental.

Palavras-chave: Diagnóstico Ambiental. Impactos Ambientais. Bom Jesus do Itabapoana/RJ.

| 83 |

Abstract

The municipality of Bom Jesus do Itabapoana, located in the northwest of Rio de Janeiro State, has severely compromised its environmental quality. In this context, the objective of this work is the development of an environmental assessment for the municipality by means of a literature review. We concluded that the main target of all this degradation is the Itabapoana River, which is affected by hydroelectric projects, receives untreated domestic wastewater, and has silted and erosion focus stretches. In addition, high rates of deforestation contribute to the acceleration of soil erosion. The city lacks public policies focused on the subject since programs for environmental preservation are not developed.

Keywords: Environmental Assessment. Environmental Impact. Bom Jesus do Itabapoana, RJ.

* Gestor Ambiental, Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: ednilsonjunior@yahoo.com.br
 ** Graduada em Geografia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), campus Campos Centro, Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: lidia.vilela@ig@hotmail.com
 *** Mestre em Engenharia de Produção, Técnica em Assuntos Educacionais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: laryssacanhacy@hotmail.com
 **** Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), campus Rio Paraíba do Sul, Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: vsantos@ifps.edu.br