

Qualidade da Água do rio Itabapoana: Análise dos Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos e Influência de Empreendimentos Hidrelétricos

Quality of the Water from Itabapoana river: Analysis of Physicochemical and Microbiological Parameters and Influence of Hydroelectrical Projects

Ednilson Gomes de Souza Junior^{*}
Vicente de Paulo Santos de Oliveira^{**}

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, lançamento de esgoto *in natura* e exploração hidrelétrica. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do rio Itabapoana mediante 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: oxigênio dissolvido, sólidos totais disponíveis, 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. Energia Hidrelétrica.

The Itabapoana Basin is located in the Southeast region, totally or partially covering the area of 18 cities in the states of Espírito Santo, Rio de Janeiro and Minas Gerais. The region has high levels of environmental degradation, lack of vegetation covering, raw sewage rejects and hydroelectric exploitation in the Itabapoana River. This study aimed to assess the quality of water through physicochemical and microbiological analysis, from July to December 2014, in time and spatial scales assessment. The following parameters were evaluated: Dissolved Oxygen, Total Dissolved Solids, turbidity, pH, electrical conductivity and fecal coliforms. All parameters were in accordance with the limits established by Resolution 357/05 from CONAMA, except the fecal coliforms parameter.

Key words: Water quality. Itabapoana Basin. hydropower.

1 Introdução

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

^{*} Doutorando em Políticas Sociais (UENF). E-mail: ednilson.junior@yahoo.com.br.

^{**} Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Titular do Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) - Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: vsantos@ifff.edu.br.

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).

A qualidade da água é resultante de condições naturais e da atuação do homem no uso e na 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 (SPERLING, 2005).

Em ambientes lânticos, como em 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 (SPERLING, 2005; SILVA, 2005).

As águas represadas acumulam sólidos carreados 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 Metodologia

A Bacia do Itabapoana está localizada na região Sudeste e abrange total ou parcialmente a área de 18 municípios, sendo nove pertencentes ao estado do Espírito Santo, cinco ao estado do Rio de Janeiro e quatro ao estado de Minas Gerais (Figura 1).

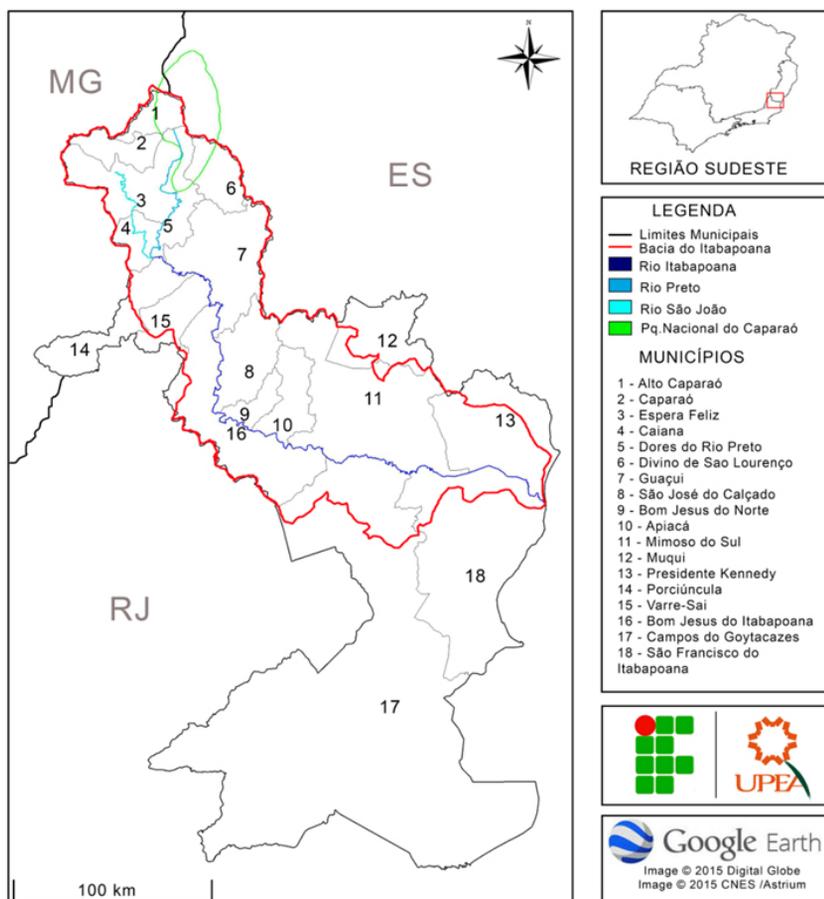


Figura 1 - Bacia do rio Itabapoana

Fonte: Souza Jr. (2015)

A bacia está inserida na região hidrográfica do Atlântico Sudeste, sendo 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. 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, desaguardo no Oceano Atlântico, na localidade de Barra do Itabapoana (SEA, 2014).

Devido à sua diversidade geomorfológica, a bacia é dividida em três microrregiões: alto Itabapoana, caracterizado pelo predomínio de quedas d'água e corredeiras tanto no rio principal como em seus afluentes; médio Itabapoana, região pré-montanhosa com relevo predominante de colinas e rios encaixados, e baixo Itabapoana, caracterizada pela presença de extensas planícies aluviais, frequentemente inundadas por ocasião do período de chuvas, com grande potencial de água subterrânea nos aquíferos sedimentares (SARMENTO-SOARES, 2014).

Devido ao seu potencial hidrelétrico, o rio Itabapoana possui diversos empreendimentos 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 em funcionamento, sendo

o primeiro deles a Usina Hidrelétrica de Rosal e, a jusante, uma sequência de quatro Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs): Calheiros, Pirapetinga, Franca Amaral e Pedra do Garrafão. Além disso, encontram-se em fase de licenciamento junto ao INEA mais três PCHs: Saltinho do Itabapoana, Nova Franca Amaral e Bom Jesus (Figura 2).

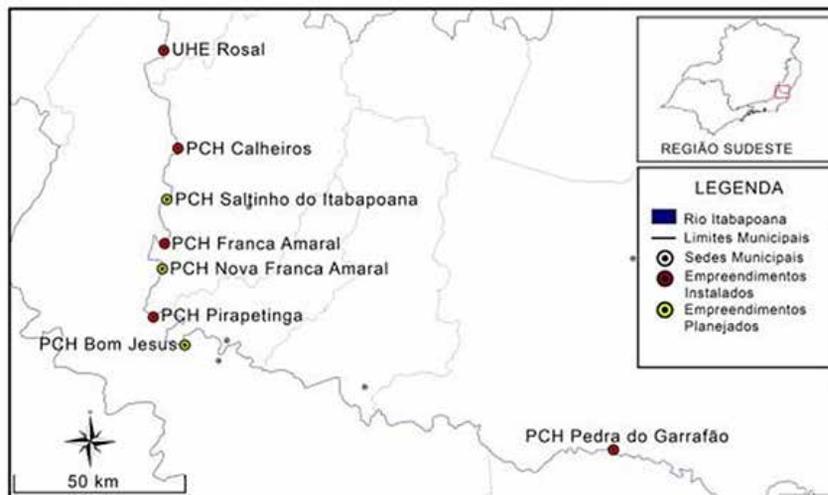


Figura 2 - Empreendimentos hidrelétricos instalados/planejados no rio Itabapoana

Fonte: Souza Jr. (2015)

| 32 |

Foram realizadas cinco campanhas de monitoramento da qualidade da água nos meses de junho, julho, agosto, setembro e novembro de 2014, abrangendo o período de seca e chuva dessa região. Foram selecionados nove pontos amostrais, sendo o primeiro a montante da UHE Rosal, no distrito de Prata em Varre Sai, e o último a jusante da PCH Pedra do Garrafão, na ponte da BR 101 (Figura 3 e Tabela 1).

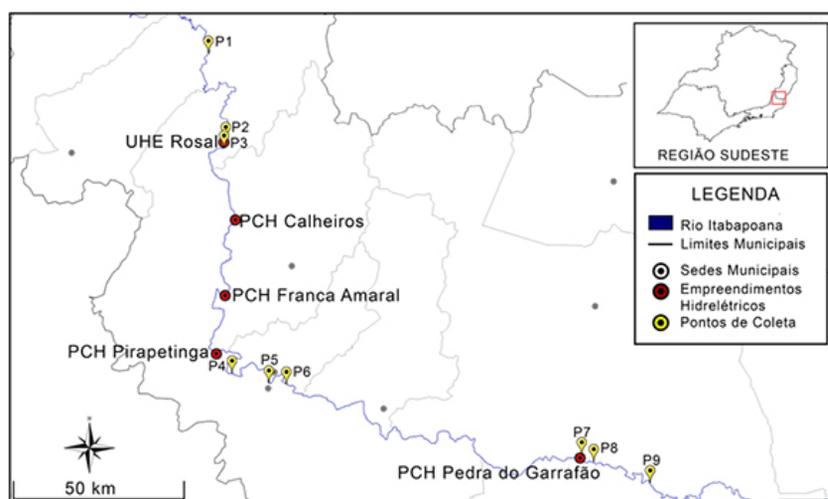


Figura 3 - Pontos de Coleta no rio Itabapoana

Fonte: Souza Jr. (2015)

Tabela 1: Pontos de coleta no rio Itabapoana

Ponto	Locais de Amostragem e Descrição	Coordenadas Geográficas
1	Prata, distrito de Varre Sai, a montante 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	A montante do Município de Bom Jesus do Itabapoana (Área de pastagem, com ausência de mata ciliar e pequenas habitações na beira do rio)	21°07'29.36"S
		41°42'50.21"O
5	No centro do Município 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 in natura)	21°08'00.65"S
		41°40'41.55"O
6	A jusante do Município 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 presença 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, a jusante da PCH Pedra do Garrafão (área sem mata ciliar e com pequenas habitações)	21°13'18.11"S
		41°18'31.24"O

Fonte: Souza Jr. (2015)

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 termotolerantes** (Método Colillert®).

Os dados pluviométricos (Figura 4) foram obtidos junto ao Instituto Federal Fluminense *campus* Bom Jesus do Itabapoana. A análise desses dados é importante, pois as variáveis físicas e químicas são diretamente influenciadas pelo meio externo, através da temperatura e ocorrência de precipitação.

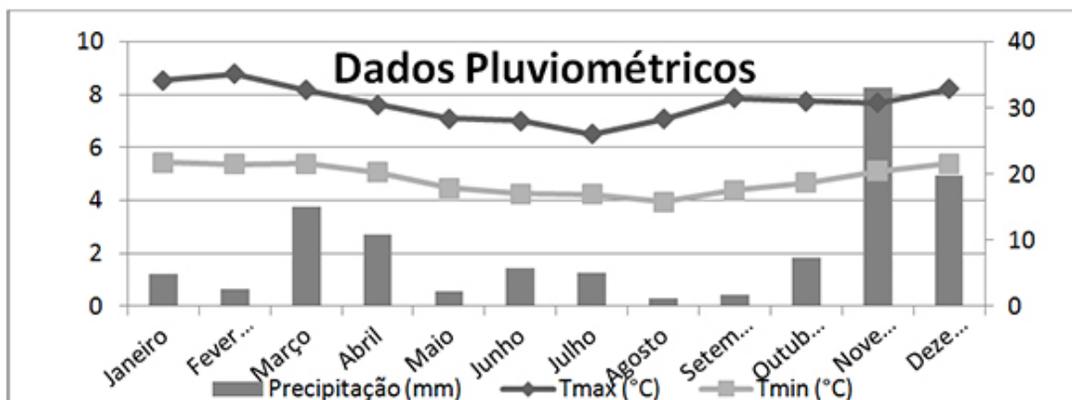


Figura 4 - Dados pluviométricos do período de janeiro a dezembro de 2014

Fonte: Instituto Federal Fluminense campus Bom Jesus, dados organizados pelo autor (2015).

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

3 Resultados e Discussão

| 34 |

O parâmetro **pH** não apresentou variação expressiva ao longo das coletas, sendo os valores mínimos e máximos de 6,5 e 8,4, respectivamente, e média de 7,5. O ponto 2 apresentou os valores mais altos nas coletas 03 e 04, como pode ser observado na Figura 5.

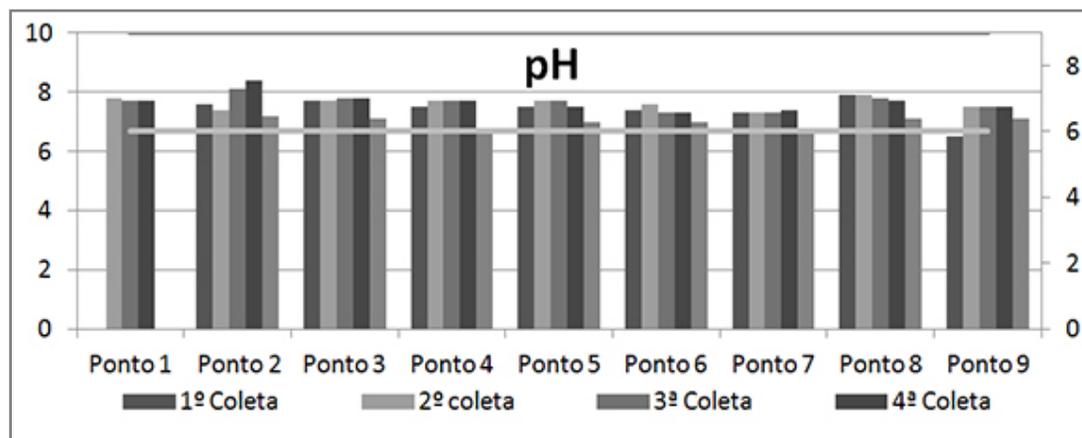


Figura 5 – Valores de pH no rio Itabapoana, no período de junho a dezembro de 2014

Fonte: Souza Jr. (2015)

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.

Nesta pesquisa, os valores mais baixos foram encontrados na última coleta, no período chuvoso, ao contrário de Rekowsky (2011), que encontrou valores mais baixos no período de estiagem. Cota et al. (2004) encontraram 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 em conformidade com a legislação, ficando dentro do limite mínimo de 6,0 e máximo de 9,0 estabelecido pela Resolução.

O parâmetro **Turbidez** apresentou variação entre 1,6 NTU e 26 NTU, e média de 6,3 NTU, conforme apresentado na Figura 6.

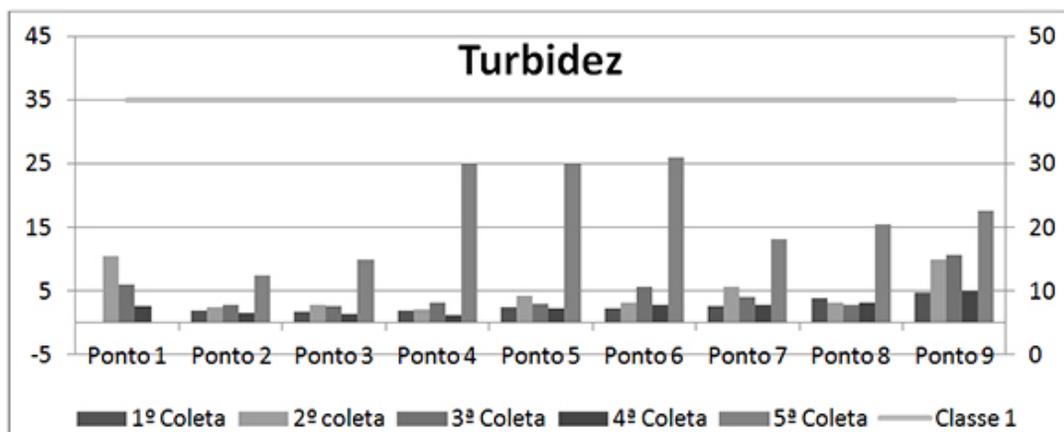


Figura 6 – Valores de Turbidez no rio Itabapoana, no período de junho a dezembro de 2014

Fonte: Souza Jr. (2015)

Segundo Sperling (2005), a turbidez representa o grau de interferência com a passagem de luz através da água, caracterizada pela sua aparência turva, 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, pelos despejos domésticos e industriais e erosão do solo. A resolução CONAMA nº 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.

Os valores de turbidez encontrados foram relativamente baixos, principalmente se considerarmos o uso do solo na bacia, que, pela falta de cobertura vegetal e mata ciliar, contribui para o transporte de material por escoamento superficial. Os valores mais elevados foram observados na última coleta, realizada em um dia chuvoso. Os pontos 4, 5 e 6 apresentaram os valores mais elevados, provavelmente devido ao despejo de esgoto doméstico na área urbana. Enquanto que, a partir do ponto 7, observou-se uma redução dos valores, o que nos permite

concluir que o reservatório da PCH Pedra do Garrafão atuou na retenção dos sedimentos carreados pela chuva. Apesar de não ter sido possível coletar no ponto 1, 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 nos pontos 2 e 3 também foram baixos. Resultados semelhantes foram obtidos nos trabalhos de Rekowky (2011) e Arruda (2014). Todas as amostras analisadas estão dentro do limite estabelecido pela Resolução.

A **Condutividade Elétrica** apresentou amplitude de 23,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 73,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e uma média de aproximadamente 48,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Como pode ser observado na Figura 7, os valores mais elevados foram encontrados nos três últimos pontos.

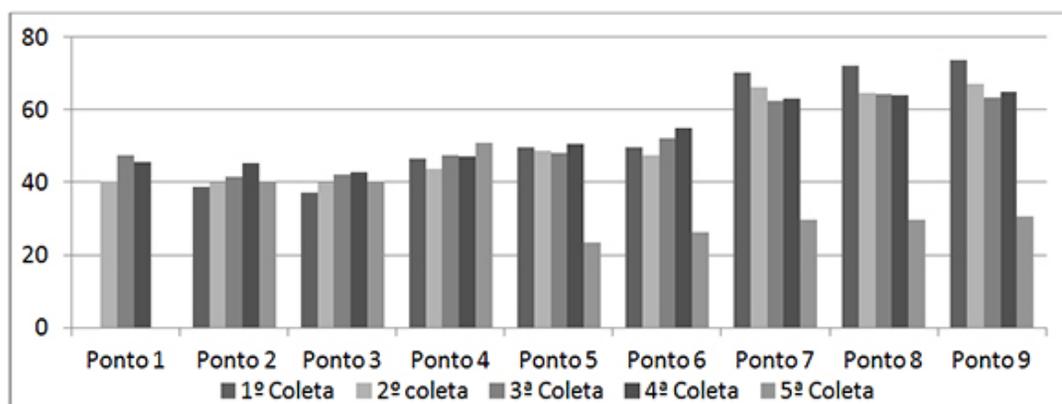


Figura 7 – Valores de Condutividade Elétrica no rio Itabapoana, no período de junho a dezembro de 2014
Fonte: Souza Jr. (2015)

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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - 73,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$). 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 50-60 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Valores próximos foram encontrados por Flauzino (2008), 35,6 a 49,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

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, que apresentou uma grande quantidade de macrófitas (Figura 8).



Figura 8: Presença de macrófitas no reservatório da PCH Pedra do Garrafão

Fonte: Autor (2014)

No parâmetro **Sólidos Totais Disponíveis**, os resultados apresentaram valores crescentes da montante para a jusante do rio, sendo os valores mais altos encontrados nos três últimos pontos de coleta (Figura 9). 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.

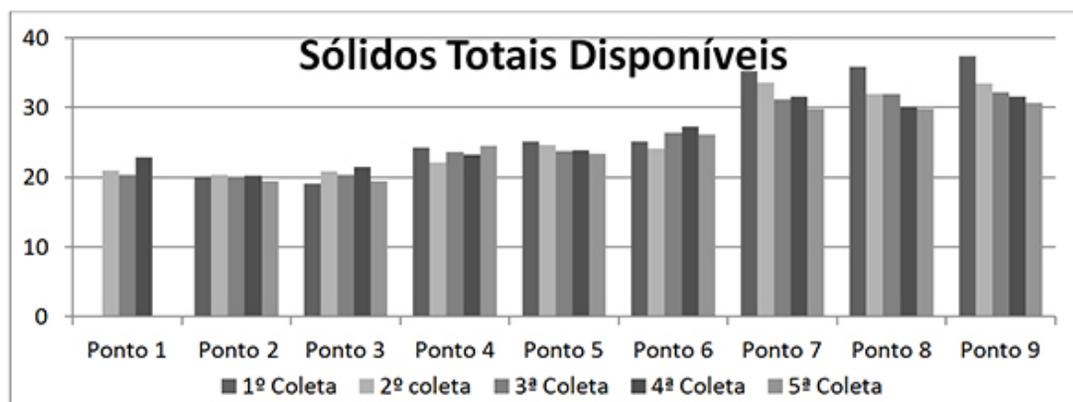


Figura 9: Valores de Sólidos Totais Disponíveis no rio Itabapoana, no período de junho a dezembro de 2014

Fonte: Souza Jr. (2015)

As concentrações de **Oxigênio Dissolvido (OD)** 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.

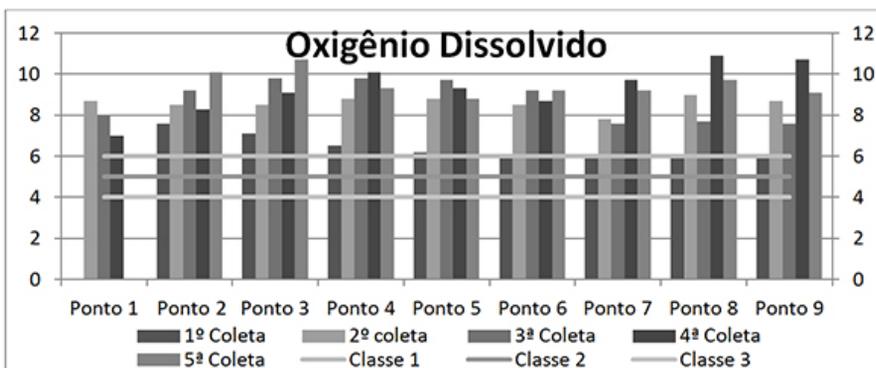


Figura 10: Valores de Oxigênio dissolvido no rio Itabapoana, no período de junho a dezembro de 2014
 Fonte: Souza Jr. (2015)

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.

Segundo Esteves (2011), os valores de oxigênio dissolvido podem ser influenciados pela entrada de carga orgânica (esgoto doméstico) e por temperaturas mais elevadas. Esses dois fatores contribuem para um baixo índice de oxigênio na água. Tundisi (2013) afirma que a concentração de oxigênio dissolvido na água pode sofrer redução devido à alta concentração de material em suspensão. Silva et al. (2005), em análises realizadas no Reservatório da UHE de Peti/MG, encontraram 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, no período chuvoso, foram encontrados valores entre 4-6mg/L.

As análises de **Coliformes termotolerantes** foram as 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 2419,6 NMP/100mL.

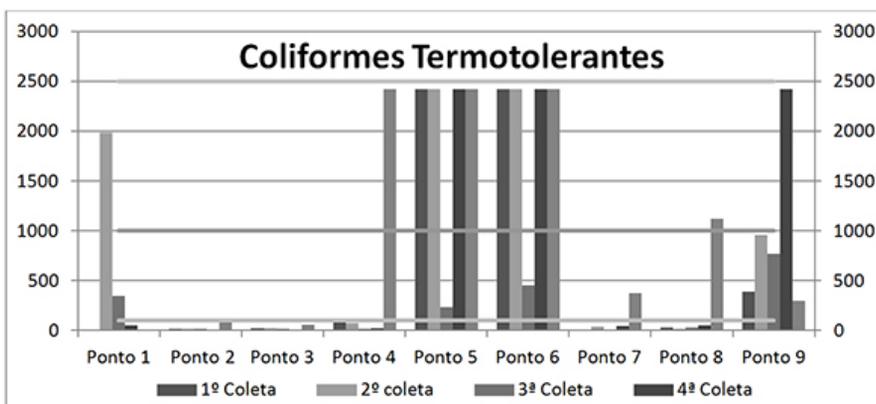


Figura 11: Valores de Coliformes Termotolerantes no rio Itabapoana, no período de junho a dezembro de 2014
 Fonte: Souza Jr. (2015)

Podem-se observar valores altos nos pontos 4, 5, 6 e 9, pois são pontos próximos a aglomerados urbanos, ou seja, locais com grande despejo de efluentes sem tratamentos. De modo contrário, os pontos 2 e 7, reservatórios, apresentaram valores baixos. Presume-se que estes ambientes estejam atuando como um depurador de certas substâncias e poluentes. Viana et al. (2013) destacam 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 físico-químicos variam pouco de uma classe para outra.

4 Considerações Finais

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. Porém, cabe ressaltar que apenas alguns parâmetros foram avaliados neste trabalho, o que não permite concluir a classe na qual o rio Itabapoana poderia ser enquadrado.

A comparação dos resultados mostrou que ocorre diminuição na qualidade da água a jusante do rio. Os parâmetros que apresentaram os piores resultados foram turbidez e coliformes, demonstrando que a falta de saneamento básico e a erosão são as principais causas da degradação da qualidade da água do rio Itabapoana. Os resultados também sugerem que os reservatórios atuam como depuradores, contribuindo significativamente para a melhoria dos parâmetros da qualidade da água.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. 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.

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

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*.

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

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 ed. 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.

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 (Graduação em 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 (Mestrado) - UFRS, Porto Alegre, 2002.

SARMENTO-SOARES, L. M.; MARTINS-PINHEIRO, R. F. A fauna de peixes nas Bacias Sul do Espírito Santo, Brasil. *Sítientibus*, 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> >

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

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

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.

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.