

A abordagem da qualidade da água do Rio Paraíba do Sul na educação ambiental na UPEA, Campos dos Goytacazes, RJ

Study of the water quality in the Paraíba do Sul River in environmental education at UPEA, Campos dos Goytacazes, RJ

Tâmmela Cristina Gomes Nunes^{*}
Gabriel da Glória Menezes^{**}
Bruna Siqueira Corrêa^{***}
Francisco Maurício Alves Francelino^{****}
Vicente de Paulo Santos de Oliveira^{*****}

Resumo

Alterações na concentração dos indicadores da qualidade de água do rio Paraíba do Sul, ocasionadas pela grande carga de poluição, podem afetar o comportamento químico da água e seus usos mais relevantes, como o abastecimento de milhões de pessoas do sudeste brasileiro. Monitorar a qualidade de água do rio Paraíba do Sul em frente à Unidade de Pesquisa e Extensão Agroambiental - UPEA (*campus* Rio Paraíba do Sul) e trazer um retorno dos resultados obtidos a jovens das localidades próximas, através de um projeto de educação ambiental foram os objetivos do trabalho. Realizaram-se ensaios físico-químicos e microbiológicos da água e sensibilização de alunos bolsistas que moram próximo à Unidade e ao rio. Foram encontrados valores maiores que o permitido de turbidez na estação chuvosa quando ocorre maior arraste de argilo-minerais.

Palavras-chave: Monitoramento de água. Conscientização ambiental.

Abstract

Changes in the concentration of water quality indicators caused by pollution in the Paraíba do Sul River can affect the chemical behavior of water and its most important uses, such as supply to millions of people in southeastern Brazil. This study aimed to monitor the Paraíba do Sul River water quality opposite the Unidade de Pesquisa e Extensão Agroambiental – UPEA (campus Rio Paraíba do Sul), and provide feedback of the results to the youngsters from nearby locations, using an environmental education project. The study involved physical, chemical and microbiological analysis of the water, as well as awareness of scholarship recipients who live near the river and UPEA. Higher turbidity values were found during the rainy season when greater entrainment of clay minerals occurs.

Key words: Water monitoring. Environmental awareness.

^{*} Mestranda em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: tammelanunes@gmail.com.

^{**} Técnico em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: gmenezes2011@gmail.com.

^{***} Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFFluminense), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: s_brunacorrea@hotmail.com.

^{****} Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: francelinofma@yahoo.com.br.

^{*****} Doutor em Engenharia Agrícola (UFV). Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFFluminense), *campus* UPEA, Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: vsantos@iff.edu.br.

1 Introdução

1.1 Qualidade de água

Além de serem a principal via de retorno da água aos oceanos e essenciais ao ciclo hidrológico, os rios são importantes agentes integradores da paisagem. A qualidade de suas águas é representada por um conjunto de características, geralmente mensuráveis, de natureza química, física e biológica. Compreendendo a importância da proteção desse corpo d'água, e sendo um recurso comum, existem restrições legais de uso. Desse modo, as características físicas e químicas da água devem ser mantidas dentro de certos limites, os quais são representados por padrões que são valores orientadores da qualidade de água, estipulados pela resolução 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

A resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005). Essa resolução classifica as águas doces, salobras e salinas de acordo com suas classes e ainda estabelece os padrões de qualidade para cada classe estabelecendo valores limites para cada parâmetro. De acordo com essa lei, em seu artigo 4º, as águas doces são qualificadas em quatro classes em função da sua possibilidade de uso. A Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

Pela Portaria GM/086, de junho de 1981, o então Ministério do Interior, baseado em estudos realizados pelo Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEEIVAP), atualmente substituído pelo Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP), estabeleceu o enquadramento dos diversos trechos dos cursos de água federais da bacia do rio Paraíba do Sul (Tabela 1).

Tabela 1 - Enquadramento dos Corpos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

| Curso de água | Trecho | Classificação |
|------------------|---|---------------|
| Paraíba do Sul | Cabeceiras – Barragem de Santa Branca | Classe 1 |
| Paraíba do Sul | Barragem de Santa Branca – cidade de Campos | Classe 2 |
| → Paraíba do Sul | Cidade de Campos – Foz | Classe 3 |
| Paraibuna | Cabeceiras – Barragem de Chapéu d'Uvas | Classe 1 |
| Paraibuna | Barragem de Chapéu d'Uvas – Foz | Classe 2 |
| Preto | Cabeceiras – Foz do rio da Prata | Classe 1 |
| Preto | Foz do rio da Prata – Foz | Classe 2 |
| Pomba | Cabeceiras – Foz | Classe 2 |
| Muriaé | Cabeceiras – Foz | Classe 2 |
| Pirapetinga | Cabeceiras – Foz | Classe 2 |
| Bananal | Cabeceiras – Cidade de Bananal | Classe 1 |
| Bananal | Cidade de Bananal – Foz | Classe 2 |
| Carangola | Cabeceiras – Foz | Classe 2 |

Fonte: Portaria nº 86 – Ministério do Interior – 04/06/81

No trecho entre Campos dos Goytacazes e a sua foz, o rio Paraíba do Sul é considerado classe 3, com os usos definidos na resolução 357 do CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005). Nessa classificação as águas podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.

1.1.1 Parâmetros físico-químicos

A turbidez é uma condição física evidenciada pela presença de partículas em suspensão e em estado coloidal, que interferem na passagem da luz através da água e que podem servir de abrigo aos microrganismos patogênicos (CORDEIRO, 2008). A unidade de medida é NTU ou UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez).

Segundo Esteves (1998), a condutividade elétrica de uma solução é a sua capacidade de conduzir a corrente elétrica, o que se dá em função da concentração dos íons presentes. Esse parâmetro não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, esgotos, etc.

A temperatura é um dos fatores que interferem na solubilidade dos gases na água, além da pressão (ESTEVES, 1998).

O oxigênio encontra-se sob a forma de gás dissolvido e provém da dissolução do oxigênio atmosférico e da fotossíntese podendo ser introduzido por aeração artificial no corpo aquático também (VON SPERLING, 2005). Em contrapartida, nos ecossistemas aquáticos, as perdas de O₂ são a partir do consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração dos organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como o ferro e o manganês, por exemplo (ESTEVES, 1998).

O pH representa a concentração de íons hidrogênio H⁺ – em escala antilogarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Sua faixa vai de 0 a 14 (VON SPERLING, 2005). No ambiente natural, não ocorre um número igual de íons H⁺ e OH⁻, mas suas concentrações são fortemente influenciadas por sais, ácidos e bases presentes no meio (ESTEVES, 1998). O gás atmosférico dióxido de carbono, também resultante da decomposição de matéria orgânica na água, forma ácido carbônico. Na maioria das águas naturais, o pH da água é influenciado pela concentração de íons H⁺ originados da dissociação do ácido que gera valores baixos de pH ($H_2CO_3 \rightleftharpoons 2 H^+ + CO_3^{2-}$).

O cloro total se origina do cloro livre (adicionado para desinfecção das águas) com a formação de íon hipoclorito e ácido hipocloroso. Essas espécies químicas se combinam a compostos nitrogenados orgânicos e inorgânicos presentes no meio hídrico, formando o cloro total. O problema do poder oxidante do cloro é que águas com muita matéria orgânica favorecem a formação de tri-halometanos (THMs), tais como o clorofórmio, que têm sido identificados como substâncias cancerígenas (SANCHES, 2003).

1.1.2 Parâmetros microbiológicos

Quanto aos parâmetros microbiológicos, os coliformes são os organismos mais comumente utilizados como indicadores de contaminação fecal devido a:

- estarem obrigatoriamente presentes nos intestinos de todo ser humano em número muito grande (BRANCO; AZEVEDO; TUNDISI, 2006), com cerca de 10^9 a 10^{12} células eliminadas por pessoa por dia. De 1/3 a 1/5 do peso das fezes é constituído por bactérias do grupo coliformes, o que torna a sua probabilidade de detecção muito maior do que a dos próprios organismos patogênicos (VON SPERLING, 2005);
- não serem capazes de multiplicar-se no ambiente aquático, ou “extra-intestinal”, de modo que a sua presença não possa indicar outra origem (BRANCO et al., 2006);
- possuírem resistência semelhante aos organismos patogênicos às ações de autodepuração ou de desinfecção da água, de modo que o seu aparecimento e desaparecimento do manancial, também na rede de água potável, seja concomitante com a dos eventuais patogênicos, revelando a eficácia da desinfecção praticada (BRANCO; AZEVEDO; TUNDISI, 2006)).

Já os coliformes totais (CT), segundo Von Sperling (2005), não podem ser usados como indicadores de contaminação fecal, pois não existe uma relação quantificável entre CT e microrganismos patogênicos, podendo ser interpretados como coliformes “ambientais” devido à probabilidade de sua ocorrência em águas e solos não contaminados, representando outros organismos de vida livre e não intestinal.

Por isso, na avaliação da qualidade de águas naturais, os coliformes totais têm valor sanitário limitado. Sua aplicação restringe-se praticamente à avaliação da qualidade da água tratada, sendo sua presença indicadora de falhas no tratamento, de uma possível contaminação após o tratamento ou ainda da presença de nutrientes em excesso, por exemplo, nos reservatórios ou nas redes de distribuição (VON SPERLING, 2005).

1.2 O Rio Paraíba do Sul

Abastecendo aproximadamente 14,2 milhões de pessoas, somados os 8,7 milhões de habitantes da região metropolitana do Rio de Janeiro, segundo o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (2014), as águas da Bacia do Rio Paraíba do Sul têm grande importância para a região Sudeste. No Rio de Janeiro, além de abastecer 85% dos habitantes da Região Metropolitana, localizada fora da bacia, o rio Paraíba do Sul contribui com o desvio das suas águas para aproveitamento hidrelétrico, por meio do rio Guandu (RIO DE JANEIRO, 2013).

O rio Paraíba do Sul é formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna em São Paulo, estado no qual possui uma área de 14.510 km², percorre 1.150 km até desaguar no Oceano Atlântico, no Norte Fluminense, passando também pelo estado de Minas Gerais, onde ocupa uma área de 20.713 km². No Rio de Janeiro, a bacia abrange 63% da área total do estado, representando 26.851 km²

(COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL, 2014).

Apesar de o rio Paraíba do Sul ser a principal fonte de abastecimento de água para o município de Campos dos Goytacazes, ele representa fonte parcial de abastecimento para São João da Barra, já que em muitas localidades do município existe captação de água subterrânea para o consumo, segundo Oliveira (2010).

Localizado numa das regiões mais industrializadas do país, o rio Paraíba do Sul é alvo de intensa atividade antrópica e recebe grande carga de poluição, o que compromete a sua qualidade, chegando a pôr em risco a saúde dos que consomem de suas águas. As fontes poluidoras mais significativas são as de origem industrial, doméstica e da agropecuária, além daquela decorrente de acidentes em sua bacia. Além disso, a ocupação intensa na margem do rio pode criar a possibilidade de enchentes devido ao estreitamento do seu leito, além do agravante da retirada da cobertura vegetal da mata ciliar.

A falta de saneamento básico em 90% dos municípios da bacia é um grande problema para a qualidade das águas do rio Paraíba, já que 1 bilhão de litros de esgotos domésticos, praticamente sem tratamento, são despejados diariamente. Os efluentes industriais orgânicos contribuem com 14% da carga poluidora do rio Paraíba do Sul, desconsiderando os metais pesados lançados (COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL, 2014).

O Instituto Trata (BRASIL, 2012) divulgou o *ranking* do saneamento com avaliação dos serviços nas 81 maiores cidades do País, baseado na série do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) que reúne informações dos serviços de água e esgoto. O estudo revelou que entre os anos de 2003 e 2008 houve um avanço de 4,5% no atendimento de esgoto nas cidades observadas e de 14,1% no tratamento. Ainda assim são despejados no meio ambiente todos os dias 5,9 bilhões de litros de esgoto sem tratamento algum, gerados nessas localidades, contaminando solo, rios, mananciais e praias do país, com impactos diretos à saúde da população. De acordo com Brasil (2012), apenas 53,5% da população urbana brasileira tem acesso à coleta e 37,9% ao tratamento de esgotos.

A série se encerra em 2010, sendo a última e mais atualizada informação oficial de que o país dispõe, divulgada pelo Ministério das Cidades, em 2012. O município de Campos dos Goytacazes está na 66ª posição no *ranking* do saneamento das 100 maiores cidades do Brasil (BRASIL, 2012).

A Região Metropolitana de São Paulo vem enfrentando ao longo deste ano uma séria crise de abastecimento de água, consequência da falta de chuvas no último verão. Diante deste quadro, o governo do estado de São Paulo propõe transposição de água a partir da bacia do rio Paraíba do Sul, o que provavelmente reduzirá ainda mais a vazão na região do Baixo Paraíba do Sul, comprometendo ainda mais a sua qualidade de água em função de menor capacidade em diluir o esgoto despejado no rio e o provável avanço da língua salina.

As alterações na concentração dos indicadores da qualidade de água, dos padrões físico-químicos, podem afetar o comportamento químico da água e seus usos mais relevantes. Nesse sentido, o monitoramento é um dos fatores determinantes no processo de gestão ambiental, uma vez que propicia uma percepção da realidade ambiental daquele corpo hídrico. Esse acompanhamento dos aspectos qualitativos das águas produz informações que são destinadas à comunidade científica, às instâncias decisórias, mas também ao público em geral.

1.3 Educação Ambiental

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

A educação ambiental é um campo de conhecimento em formação, permeado por contradições (MEDINA, 2001), longe de ser uma atividade tranquilamente aceita e desenvolvida, por implicar mudanças profundas. Quando bem realizadas alcançam mudanças de comportamento pessoal, de atitudes e de valores de cidadania que podem ser fortes consequências sociais, isto acontece porque comportamento “ambientalmente correto” é aprendido na prática do cotidiano, através de gestos de solidariedade, hábitos de higiene pessoal e dos diversos ambientes etc. (BRASIL, 2001).

Alba e Gaudiano (1997) apontam como uma das possibilidades de se desenvolver Educação Ambiental na escola, articular os problemas ambientais, suas origens e formas de intervenção em sua solução ou prevenção com os conteúdos e práticas escolares cotidianas.

Foram observados na literatura outros trabalhos seguindo essa mesma linha de execução de projetos de educação ambiental. Silva et al. (2008) trataram os conceitos e as aplicações do conhecimento químico com alunos do 3º ano do Ensino Médio, por meio do projeto de ensino “O caminho das águas na região metropolitana do Recife: dos mananciais ao reaproveitamento dos esgotos”, a partir de considerações sobre a concepção do que é uma bacia hidrográfica, escassez e poluição das fontes hídricas, os sistemas de tratamento das águas, dos esgotos e a tecnologia atual para o reaproveitamento das águas residuárias. O trabalho também foi desenvolvido mostrando os dados obtidos aos alunos e fazendo a abordagem dos conteúdos.

No trabalho de Zuin et al. (2009), também foi utilizada a temática “Água” e foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas das águas do córrego do Paraíso, em São Carlos (SP). Esse projeto foi desenvolvido durante o curso de Especialização em Educação Ambiental do CRHEA-USP, para a formação de professores e profissionais da área de Ciências, Química, Biologia e demais disciplinas correlatas, e também para aplicação com estudantes do ensino fundamental e médio.

Em outro trabalho, Nunes e Simões (2012) desenvolveram um projeto de educação ambiental com alunos do ensino médio a partir de uma análise prévia da água subterrânea do entorno da escola e da própria instituição.

Corrêa (2013) também trabalhou com a qualidade de água de lagoas próximas à escola, com alunos do ensino médio, num projeto de educação ambiental.

Seguindo essa mesma linha, este trabalho propõe o desenvolvimento de um projeto de Educação Ambiental, realizando uma contextualização do aprendizado, com exemplos de relevância local, no caso o rio Paraíba do Sul, mostrando aos alunos os dados sobre a qualidade da água e problematizando essa temática com a questão de saúde pública.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Propor abordagem sobre a qualidade da água do rio Paraíba do Sul na forma de projeto ambiental, no âmbito escolar, abordando os temas transversais ambiente e saúde, de forma a contribuir para o processo de conscientização ambiental quanto à preservação de recursos hídricos.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar diagnóstico sobre a qualidade da água do rio Paraíba do Sul, com análises físico-químicas e microbiológicas.
- Comparar os resultados analíticos com a resolução CONAMA 357/2005, tendo em vista a atividade antrópica nesta bacia.
- Desenvolver um projeto de Educação Ambiental com os alunos do curso técnico de meio ambiente do *campus* Rio Paraíba do Sul – Unidade de Pesquisa e Extensão Agroambiental do Instituto Federal Fluminense – UPEA/IFF, envolvendo aulas com temas transversais, práticas experimentais e visitas técnicas.

3 Metodologia

A primeira etapa do estudo da qualidade da água do rio Paraíba do Sul consistiu na coleta de amostras de água por meio da garrafa de Van Dorn. O ponto de amostragem se localiza em frente à UPEA, com as coordenadas 21° 44'20.5" sul/041° 12'27.7" oeste.

No Laboratório de monitoramento da qualidade de água da Foz do rio Paraíba do Sul – LabFoz da UPEA/IFF, são realizados os ensaios físico-químicos de pH, turbidez, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e cloro total; e microbiológicos de coliformes termotolerantes e coliformes totais.

Para cada amostra, foi realizada uma triplicata de ensaios. Foram feitas três amostragens, totalizando nove dados analíticos para cada parâmetro. Os dados foram digitalizados em planilhas para análises estatísticas, com cálculo de média e desvio padrão, e foram comparados com a legislação vigente, resolução CONAMA 357 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005). Os laudos técnicos estão expostos no portal do IFF.¹

Diante dos resultados do monitoramento de 2013, foi realizado um projeto de educação ambiental baseado na metodologia realizada por Nunes e Simões (2012).

O projeto iniciou-se dia 19 de novembro com as análises da água do rio, no LabFoz, pelos

¹ Disponível em: <<http://portal.iff.edu.br/campus/upea/rio-paraiba-do-sul/monitoramento-da-qualidade-de-agua-do-rio-paraiba-do-sul-laudos-tecnicos-dos-ensaios-fisico-quimico-das-aguas>>.

próprios alunos, como uma aula prática e instrumental.

No segundo encontro, dia 26 de novembro, os alunos conheceram a disponibilidade da água no planeta e no Brasil, além das propriedades físico-químicas da água como estados de transição, ciclo hidrológico, geometria molecular, ligação química, ligação de hidrogênio, P.E. (ponto de ebulição), P.F. (ponto de fusão), solubilidade, polaridade, solvatação e osmose.

No terceiro encontro, dia 03 de dezembro, foram abordados os padrões de qualidade de água, legislações brasileiras que normatizam os parâmetros de qualidade de água, os parâmetros físico-químicos e sua implicância na saúde, os tipos de poluição da água (térmica, química e microbiológica), a relação entre os parâmetros microbiológicos e os físico-químicos com saúde e as doenças de veiculação hídrica. Também foram mostrados e discutidos os valores médios mensais dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados durante o monitoramento do rio.

Na oficina 4, dia 16 de dezembro, foram abordadas as medidas de saneamento básico, o sistema de água tratada e esgoto; orientações quanto às boas práticas de higiene pessoal, limpeza de utensílios domésticos, preparação de alimentos; cuidados adotados quanto à água não tratada: fervura, cloração, higienização de filtro; aeração como forma de retirar o alto teor de ferro e manganês de águas subterrâneas; limpeza correta da caixa d'água; e medidas a serem adotadas para evitar o desperdício de água. Ao final desse encontro, os alunos conheceram a pequena Estação de Tratamento de Água da UPEA que capta água do rio do mesmo ponto monitorado pelo LabFoz, e que distribui água tratada para o *campus*, sendo mostrados os dados técnicos como custo de instalação da ETA, vazão da estação, capacidade de produção de água tratada por pessoa, dosagem de produtos químicos, velocidade de rotação do mexedor, vazão de entrada no floculador e necessidade de retrolavagem nos filtros. Além disso, foram evidenciadas as diferenças no tratamento de água superficial e subterrânea.

O último encontro, dia 08 de abril de 2014, foi uma visita técnica à concessionária que abastece o município de Campos dos Goytacazes, onde os alunos puderam ver o tratamento de água do rio Paraíba do Sul em grande escala, desde as etapas do tratamento, até a parte de automação. Para finalizar, os alunos responderam a uma ficha de avaliação sobre o projeto, pontuando a forma de abordagem, a relevância do tema, a contextualização dos conteúdos, entre outros. Seria uma forma de quantificar os efeitos do projeto, de avaliar a aceitação e aprovação dos alunos quanto ao desenvolvimento do mesmo.

4 Resultados e discussão

O portal da HidroWeb, da Agência Nacional das Águas (ANA, 2014), que é um Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, disponibiliza a série histórica de dados como vazões, qualidade de água, sedimentos, entre outros.

A partir da série histórica das vazões do rio Paraíba do Sul, da ponte municipal de Campos dos Goytacazes (código 58974000), foi possível fazer uma correlação com a turbidez analisada, conforme Figura 1.

Os resultados representam a média de dois valores mensais, de acordo com a análise realizada no LabFoz (UPEA), onde o monitoramento é quinzenal.

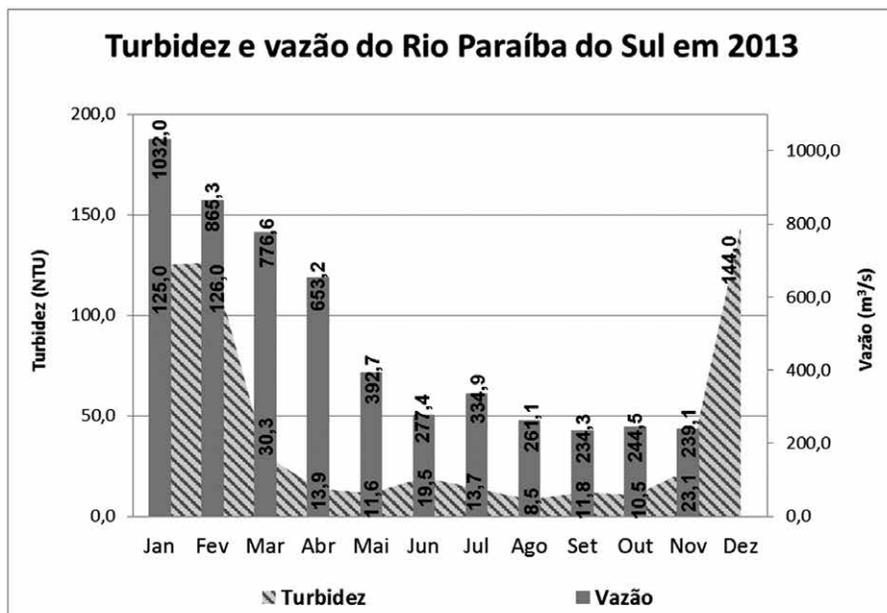


Figura 1 - Correlação da turbidez analisada com a vazão registrada pela HidroWeb

Fonte: Autor

Na Figura 1 pode-se observar que existe uma correlação direta entre turbidez e vazão durante janeiro e fevereiro, meses chuvosos quando ocorre arraste de sólidos suspensos e material orgânico. Com a diminuição da vazão a partir de março, a turbidez também decai. Entre maio e novembro, período de estiagem, os resultados se estabilizam.

Diante desse histórico e do alto valor de turbidez (144 NTU) em dezembro, é possível fazer uma previsão de que a vazão desse mês (que não está representada na Figura 1) tende a ser tão alta quanto a do início do ano de 2013.

Um valor de turbidez mais alto nestes períodos chuvosos representa perigo devido ao maior número de partículas em suspensão, que podem abrigar microrganismos patogênicos.

A Tabela 2 mostra as médias mensais do monitoramento quinzenal realizado pela UPEA. Já os parâmetros microbiológicos, que tiveram suas análises iniciadas no ano de 2013, pelo método Colilert, número mais provável, possuem intervalos diferenciados conforme demanda de reagentes do laboratório. Os valores destacados com negrito são os reprovados pela resolução CONAMA 357, enquadrando-se o rio Paraíba na classe 3 de águas doces.

Representando uma medida indireta da concentração de poluentes no corpo d'água, a resolução 357/2005 CONAMA não define o valor máximo permitido (VMP) para a condutividade elétrica. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade elétrica da água aumenta. Pode-se observar na Tabela 2, um valor mais alto de condutividade elétrica (150,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e sólidos totais dissolvidos (STD) no mês de abril quando a vazão está diminuindo e os sólidos se concentram na água.

Como a solubilidade dos gases em meio aquoso diminui com o aumento da temperatura, em dias quentes há uma redução da concentração de oxigênio dissolvido em águas superficiais. Além disso, deve-se levar em conta o horário da coleta de água, pois entre 10 h e 16 h, a água tende a ser mais aquecida pelo sol.

Tabela 2 - Monitoramento das águas do rio Paraíba do Sul em 2013 e 2014

| Coliformes Totais (NMP/100mL) | Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) | Cl ₂ total (mg.L ⁻¹) | pH | Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹) | Temperatura (°C) | Sólidos Totais Dissolvidos (mg.L ⁻¹) | Condutividade Elétrica (µS.cm ⁻¹) | PARÂMETRO MÊS |
|-------------------------------|--|---|-----------|---|------------------|--|---|-----------------|
| * | * | 0,09 | 7,18 | * | 25,5 | 22 | 36 | JAN-13 |
| * | * | 0,04 | 7,28 | 6,2 | 25,8 | 30 | 46,6 | FEV |
| >2419,6 | 1091,85 | 0,03 | 7,44 | 5,45 | 26,6 | 28,8 | 45 | MAR |
| * | * | 0,07 | 7,34 | 7,8 | 26,3 | 97,4 | 150,3 | ABR |
| >2419,6 | 175,15 | 0,04 | 7,76 | 7,9 | 24,2 | 40,2 | 70,2 | MAI |
| * | * | 0,04 | 7,64 | 7,2 | 23,7 | 40,9 | 82,2 | JUN |
| >2419,6 | 1426,4 | 0,03 | 7,79 | 8,3 | 22,9 | 40,7 | 81,0 | JUL |
| * | * | 0,02 | 7,72 | * | 20,7 | 39,0 | 78,2 | AGO |
| >2419,6 | 208,4 | 0,03 | 8,6 | 8,6 | 26,4 | 41,6 | 83,3 | SET |
| * | * | 0,03 | 7,33 | 8,1 | 24,2 | 51,1 | 94,7 | OUT |
| * | * | 0,03 | 7,3 | 8,1 | 26 | 40,0 | 80,0 | NOV |
| * | * | 0,08 | 7,19 | 7,3 | 25,4 | 35,1 | 69,8 | DEZ |
| 2419,6 | 287,75 | 0,04 | 7,88 | 9,7 | 17,8 | 34,6 | 74,9 | FEV-14 |
| 2419,6 | 1209,8 | 0,02 | 7,63 | 8,0 | 25,0 | 38,6 | 69,9 | MAR |
| -- | <1000 | -- | 6,0 - 9,0 | >4,0 | -- | -- | -- | CONAMA 357/2005 |

Fonte: Autores

O valor mínimo de oxigênio dissolvido na água do rio Paraíba é de 4,0 mg.L⁻¹ e, dentre os meses analisados na Tabela 2, a concentração de oxigênio esteve alta, podendo indicar menor presença de matéria orgânica e menor taxa de eutrofização neste trecho do rio, devido a sua capacidade de autodepuração.

Quanto ao parâmetro pH, apesar da carga de poluição recebida, a água do rio manteve seus valores dentro da faixa estipulada pelo CONAMA, na Tabela 2.

Quanto ao cloro total, observam-se quantidades altas se a água do rio neste trecho fosse de classe 2. Como foi utilizado o método colorimétrico para a detecção do cloro, é possível que esses valores mais altos possam estar associados à presença de metais como Fe⁺³ e Mn⁺² que formam precipitados, colorindo naturalmente a água.

Para avaliar o parâmetro microbiológico, segundo o CONAMA, é necessário no mínimo um período de um ano, com frequência bimestral na qual não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL, em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras coletadas. Portanto, é necessário regularizar a frequência de análise bacteriológica do LabFoz (UPEA) para

inferir sobre os resultados obtidos. Por enquanto foram encontrados valores mais altos em março, quando a turbidez é mais alta e no mês de julho.

Diante dos resultados analíticos da água do rio Paraíba do Sul, foi apresentado um projeto de educação ambiental aos alunos e bolsistas da UPEA, muitos dos quais são moradores de localidades próximas ao rio. As figuras 2 e 3 são registros do projeto.



(A)



(B)

Figura 2 - Apresentação dos resultados aos alunos (A) e visita à mini-ETA da UPEA (B)

Fonte: Autores



(A)



(B)

Figura 3 - Visita técnica à ETA que abastece o município de Campos dos Goytacazes (A) e Aula prática no LabFoz (UPEA) (B)

Fonte: Autores

FICHA DE AVALIAÇÃO DO PROJETO:
A abordagem do rio Paraíba do Sul na Educação Ambiental
 Realizado com alunos-bolsistas da UPEA/ IFF *campus* Rio Paraíba do Sul, entre nov/2013 e abr/2014.
 Desenvolvido por Tämmela Nunes, orientada por Vicente de Oliveira e Francisco Francelino.

Responda a ficha, marcando um "X":

| Perguntas | Grau de Satisfação | NÃO  | MAIS OU MENOS  | SIM  |
|---|--------------------|--|--|--|
| 1) O tema selecionado é relevante em relação ao meio em que você vive? | | | | |
| 2) O conteúdo foi abordado com clareza? | | | | |
| 3) Foi possível correlacionar à questão "Qualidade de água X Saúde"? | | | | |
| 4) A aula prática realizada no LabFoz contribuiu para a compreensão da teoria abordada? | | | | |
| 5) O projeto prevê a promoção de ações em favor do meio ambiente? | | | | |
| 6) E possível mudar atitudes, hábitos e comportamentos dos participantes em relação ao meio ambiente? | | | | |
| 7) A visita técnica auxiliou na compreensão dos conteúdos? | | | | |

Sugestões: _____

Figura 4 - Modelo da ficha de avaliação do projeto entregue aos alunos

Fonte: Autores

Ao final, os alunos responderam a uma ficha de avaliação (Figura 4) sobre os efeitos do projeto e com a opinião de todo o trabalho desenvolvido. Foram entregues 20 fichas de avaliação em que a aprovação dos alunos em relação ao projeto foi de quase 100%.

5 Conclusão

Com toda a carga de poluição que o rio recebe desde que nasce em São Paulo, foi possível perceber diante dos parâmetros físico-químicos estudados neste trabalho, que ela não chega com tanta intensidade na foz devido ao processo de autodepuração biológica, química e física, além da diluição provocada pelo aporte de água vindo dos afluentes, principalmente do rio Muriaé.

Apesar disso, os resultados de contaminação biológica indicam que a poluição poderia ser atenuada com o tratamento da maior parte do esgoto antes de ser lançado nos corpos hídricos. A mais notória e prejudicial fonte de poluição da bacia do rio Paraíba do Sul são os efluentes domésticos e os resíduos sólidos oriundos das cidades de médio e grande porte localizadas às margens do rio. Segundo Rio de Janeiro (2013), a única ação capaz de reverter essa situação é a implantação de estações de tratamento de esgotos, construção de aterros sanitários e usinas de beneficiamento de lixo domiciliar.

Desta forma, este trabalho teve desdobramento em dois importantes aspectos:

- *Social* - A avaliação da qualidade da água se relaciona diretamente à qualidade de vida da população bem como à incidência de doenças causada por água contaminada. Além da questão de saúde pública, é importante que as pessoas tomem conhecimento da fragilidade desse corpo hídrico e o porquê da sua preservação.
- *Científico* - Gera dados analíticos sobre a qualidade da água do rio Paraíba do Sul, disponíveis à comunidade acadêmica e ao público em geral.

Além disso, foi possível trabalhar a problemática da qualidade de água do rio Paraíba do Sul em um projeto de educação ambiental, pois se trata de um tema que reflete questões do domínio vivencial do local de estudos dos educandos, na UPEA.

Assim, contribuindo para a formação da cidadania, o trabalho de educação ambiental visa permitir o desenvolvimento de conhecimentos e valores que possam servir de instrumentos mediadores da interação do indivíduo com o mundo.

A qualidade de água foi tomada como ponto de partida para uma discussão sobre meio ambiente e saúde (temas transversais), a qual facilita o processo de conscientização ambiental quanto à preservação de recursos hídricos.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. *HidroWeb*, 2014. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/Estacao.asp?Codigo=58974000>>. Acesso em: 26 mar. 2014.

ALBA, A.; GAUDIANO, E. G. *Evaluación de programas de educación ambiental*. México: Universidade Nacional Autónoma do México, 1997.

BRANCO, S. M.; AZEVEDO, S. M. F. O.; TUNDISI, J. G. Água e saúde humana. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação; Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Seção 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm>. Acesso em: 20 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente, saúde*. 3. ed. Brasília, 2001. 128 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico dos serviços de água e esgotos: 2010*. Brasília: MCIDADES/SNSA/SNIS, 2012. 164 p. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=95>>. Acesso em: 1 maio 2013.

BRASIL. Ministério do Interior. Portaria GM nº. 86, de 4 de junho de 1981. Classificação dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/PortariaMinter.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2013.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. *Dados gerais da CEIVAP*. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/dadosgerais.php>>. Acesso em: 26 abr. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-53. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

CORDEIRO, W. S. *Alternativas de tratamento de água para comunidades rurais*. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)–Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

CORRÊA, B. S. *Avaliação da qualidade da água nas lagoas do Açú e Salgado como tema transversal no ensino de química*. 2013. 71 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências da Natureza)–Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 2013.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

MEDINA, N. M. A formação dos professores em Educação Ambiental. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. *Panorama da educação ambiental no ensino fundamental*. Brasília: MEC/SEF, 2001. 149 p.

NUNES, T. C. G.; SIMÕES, T. S. G. *Educação ambiental no ensino médio a partir da avaliação da qualidade de água consumida na escola pública e comunidade de Cazumbá/RJ*. 2012. 92 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências da Natureza)–Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 2012.

OLIVEIRA et al. *Avaliação de análise de água utilizada nas escolas dos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2010, Bauru, SP. *Anais...* Bauru, SP, 2010. v. 1. p. 1-7.

RIO DE JANEIRO (Estado). Instituto Estadual do Ambiente. *Bacia do rio Paraíba do Sul*. 2013. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/bacia-rio-paraiba-sul.asp>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

SANCHES, S. M. Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água. *Química Nova na Escola*. n. 17, maio 2003.

SILVA, P. B. et al. A pedagogia de projetos no ensino de química: o caminho das águas na região metropolitana do Recife: dos mananciais ao reaproveitamento dos esgotos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 29, ago. 2008.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG/DESA, 2005.

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 31, n. 1, fev. 2009.