

# **Uso de parâmetros físico-químicos e microbiológicos como ferramenta na implementação de projeto de educação ambiental em Cazumbá – São João da Barra, RJ**

*Use of physicochemical and microbiological parameters as a tool in the implementation of an environmental education project in Cazumbá – São João da Barra, RJ*

Tayná de Souza Gomes Simões<sup>\*</sup>  
Tammela Cristina Gomes Nunes<sup>\*\*</sup>  
Bruna Siqueira Corrêa<sup>\*\*\*</sup>  
Vicente de Paulo Santos de Oliveira<sup>\*\*\*\*</sup>

## Resumo

Devido à exigência de mão de obra qualificada para o complexo logístico e portuário do Açú, do grupo EBX, tem havido atração de profissionais, fazendo aumentar a população de São João da Barra, acarretando a intensificação do uso de recursos hídricos, e gerando mais resíduos, que podem comprometer o lençol subterrâneo e a qualidade da água. O objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico da qualidade da água consumida em Cazumbá e Sabonete, ambas do 5º distrito de São João da Barra/RJ e, a partir dos dados obtidos, desenvolver um projeto de Educação Ambiental. Essa problemática que é do domínio vivencial dos educandos, da escola e da comunidade, pode ser tomada como ponto de partida para uma discussão sobre meio ambiente e saúde, mostrando aos alunos os dados analíticos sobre a água consumida por eles mesmos na escola ou residência, problematizando essa temática com a questão da saúde pública e, assim, dar subsídios para que reivindiquem junto aos órgãos públicos, água de qualidade para o consumo.

Palavras-chave: Qualidade de água subterrânea. 5º distrito de São João da Barra, RJ. Projeto de educação ambiental.

## Abstract

Due to the demand for skilled labor, professionals have been attracted to the logistic port complex of Acu, EBX Group, increasing the population of São João da

<sup>\*</sup> Professora do Colégio Eucarístico

<sup>\*\*</sup> Professora da rede Estadual de Ensino do Rio de Janeiro

<sup>\*\*\*</sup> Instituto Federal Fluminense *Campus* Campos Centro – UPEA – Graduanda em Licenciatura em Ciências da Natureza

<sup>\*\*\*\*</sup> Instituto Federal Fluminense *Campus* Campos Centro – UPEA – D.Sc. em Engenharia Agrícola – Orientador

Barra, and resulting in greater use of water resources. This has generated more waste that can endanger groundwater and water quality. The aim of this study was to perform a diagnosis of the quality of the water consumed in Cazumbá and Sabonete, both in the 5th district of São João da Barra, RJ. Using data collected in the survey, an environmental education project was developed. This problem, common to local students, school and community, can be used as a starting point for a discussion on environment and health. By showing students analytical data on water consumed by them at school or home, the information can be used to discuss the issue within the public health sphere, as well as demand better water quality from public agencies.

Key words: of groundwater. 5th district of São João da Barra, RJ. Environmental education project.

## **Introdução**

O conhecimento dos problemas ambientais é importante, pois reflete os problemas sociais, suas causas e resoluções. A disponibilidade da água doce é uma questão ambiental intensamente debatida por constituir uma substância essencial à vida animal e vegetal. Esse recurso renovável tem sido considerado de forma errônea como infinito. Tal interpretação é a causa de seu mau uso e desperdício (LINHARES, 2005).

De acordo com Di Bernardo & Dantas (2005, p. 1), da água existente no planeta, 95% é salgada e imprópria para beber e 5% dela é doce. Dessa pequena porcentagem de água doce, 99,7% encontram-se em geleiras, enquanto apenas 0,3% constitui as águas superficiais e subterrâneas, estando disponível para o consumo. Tal disponibilidade seria menor em função da poluição e do mau uso em todos os níveis da sociedade.

Apesar de a água subterrânea ser um recurso abundante no Brasil (da ordem de 112 mil km<sup>3</sup>), deve-se respeitar seu potencial de reabastecimento, ou seja, sua extração de água num aquífero nunca pode ultrapassar sua recarga. A sobre exploração desse recurso, por longos períodos de tempo pode acarretar sérios problemas como: secamento de poços rasos utilizados para abastecimentos locais e irrigação; aumento da profundidade onde se encontra o lençol d'água, acarretando maiores gastos na perfuração e na utilização de energia para bombeamento; os aquíferos litorâneos podem sofrer contaminação por intrusão da cunha salina (água do mar), e ocorrência do fenômeno da subsidência (abaixamento do terreno) de terrenos, devido à compactação gradual do solo (CAPUCCI et al., 2001).

Além da sobre exploração, o outro problema ambiental que pode afetar as águas subterrâneas é a poluição. Em áreas não industrializadas, a causa pode ser diversa, como fertilizantes, pesticidas, fossas sépticas, drenagens urbanas e poluição do ar e das águas superficiais. O único método eficaz de controle desse tipo de poluição é o manejo integrado dos usos do solo e da água (CAPUCCI et al., 2001). Quando um

poço é construído sem atender às características técnicas mínimas necessárias de uso e proteção, ele poderá transformar-se num foco de contaminação do solo-subsolo e águas subterrâneas, colocando em risco a população que utiliza essa fonte de água.

Os padrões de qualidade da água referem-se a certo conjunto de parâmetros capazes de refletir, direta ou indiretamente, a presença efetiva ou potencial de algumas substâncias ou micro-organismos capazes de comprometer a qualidade da água do ponto de vista estético ou da salubridade (BRANCO, 2006).

Do ponto de vista da salubridade, a água não deve conter patógenos ou substâncias químicas em condições tóxicas ou que podem tornar-se nocivas à saúde humana pelo uso contínuo da água. Do ponto de vista estético, seus padrões referem-se aos aspectos físicos e organolépticos que tornem a água repugnante ao consumidor, fazendo que com ele procure águas de melhor aparência, mas sem controle da salubridade (BRANCO, 2006).

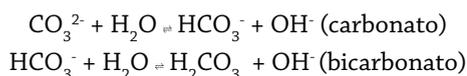
A Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, entre outras providências, padronizando assim os valores máximos permitidos (VMP) de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

## **Parâmetros físico-químicos**

### *Potencial hidrogeniônico (pH), Carbonato e Bicarbonato*

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).

As águas naturais expostas ao calcário são chamadas de **águas calcárias**. O íon carbonato dissolvido atua como base, produzindo na água íons bicarbonato e hidróxido (BAIRD, 2002). Reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água elevam os valores de pH para a faixa alcalina como mostrado a seguir (ESTEVES, 1998):



Valores de pH distantes da neutralidade, em termos de saúde pública, para abastecimento de água, não apresentam nenhuma implicação, a não ser que os valores sejam extremamente baixos ou elevados, o que pode causar irritação na pele ou nos olhos (VON SPERLING, 2005).

### *Dureza*

É a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os principais cátions responsáveis pela dureza são os bivalentes  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e, em condições de hipersaturação, reagem com outros ânions na água formando precipitados. Segundo Von Sperling (2005), a dureza pode ser classificada como dureza carbonato (associada a  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ ), que corresponde à alcalinidade e é sensível ao calor, provocando precipitações em elevadas temperaturas e dureza não carbonato (associada a outros ânions, especialmente  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ ).

De acordo com Von Sperling, o cálculo de dureza total é dado por:

$$\text{Dureza (mg/L)} = 50 \times \{ (\text{Ca}^{2+})/20 + (\text{Mg}^{2+})/12,2 \} \text{ (concentração em mg/L de CaCO}_3\text{)}$$

Em relação à dureza, a água pode ser classificada em:

- Dureza < 50 mg/L  $\text{CaCO}_3$ : água mole
- Dureza entre 50 e 150 mg/L  $\text{CaCO}_3$ : água de dureza moderada;
- Dureza entre 150 e 300 mg/L  $\text{CaCO}_3$ : água dura;
- Dureza > 300 mg/L  $\text{CaCO}_3$ : água muito dura.

A dureza é uma característica importante das águas naturais, pois os íons cálcio e magnésio formam sais insolúveis com os ânions dos sabões, formando uma espécie de “nata” na água de lavagem (BAIRD, 2002). Assim, em determinadas concentrações, causa um sabor desagradável na água e podem ter efeitos laxativos, podendo também provocar a redução da formação de espuma, implicando um consumo maior de sabão e incrustação nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, devido à maior precipitação em temperaturas mais elevadas.

### *Ferro e Manganês*

O ferro e o manganês são dois elementos muito frequentes na superfície da terra, por isso seus compostos são encontrados em todos os corpos de água, mesmo que em concentrações muito reduzidas. São considerados micronutrientes, isto é, indispensáveis ao metabolismo dos seres vivos, podendo estar sob a forma complexada ou reduzida na água, sendo que o pH, a temperatura e o potencial redox da água são os fatores ambientais mais importantes para a determinação de suas concentrações (ESTEVES, 1998).

Em virtude de afinidades geoquímicas, a presença de ferro quase sempre vem acompanhada da presença de manganês. Ocorre em teores abaixo de 0,2 mg/L, quase sempre como óxido de manganês bivalente, que se oxida em presença do ar, dando origem a precipitados negros. A presença de manganês, assim como de ferro pode trazer inconvenientes como manchas em louças sanitárias, azulejos e roupas (ZIMBRES, 2010).

### *Cloretos*

Segundo Von Sperling (2005), todas as águas naturais contêm íons provenientes da dissolução de minerais dos solos e rochas. Os cloretos (Cl<sup>-</sup>) são provenientes da dissolução de sais, como sólidos dissolvidos advindos da dissolução de minerais ou pela intrusão de águas salinas que, em determinadas concentrações conferem um sabor salgado à água. Pode ter origem antropogênica pelo contato com despejos domésticos e industriais ou com águas utilizadas em irrigação.

Os cloretos podem indicar mistura, recente ou remota, com águas residuárias. (BRAGA et al., 2005).

### *Condutividade elétrica*

Segundo Esteves (1998), a condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica. Considerando-se que a capacidade de uma solução em conduzir a corrente elétrica é função da concentração dos íons presentes, é de se esperar que em soluções de maior concentração iônica, maior será a condutividade elétrica. Os íons mais diretamente responsáveis pelos valores de condutividade elétrica em águas interiores são os chamados macro-nutrientes (cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato, sulfato, cloreto, etc.).

## **Parâmetros microbiológicos**

Os micro-organismos estão presentes nas águas naturais e são, em sua maioria, inofensivos à saúde humana. Entretanto, devido à contaminação por esgoto sanitário, estão presentes micro-organismos que poderão ser prejudiciais à saúde humana (DANIEL, 2001).

Bactérias coliformes podem ser patogênicas ou não patogênicas. Coliformes incluem muitas espécies de bactérias gram-negativas encontradas no trato intestinal de animais e humanos, no solo, na vegetação e no escoamento da água de superfície (ROGAN; 2009, OMS, 1995 apud BASTOS, 2000).

As bactérias coliformes geralmente não são patogênicas em si, mas são indicadoras da presença de microorganismos e, portanto, representam um índice de deficiências sanitárias nas fontes de água (HUNTER, 2000 apud PERDOMO, 2001).

A portaria 518/04 do Ministério da Saúde define coliformes termotolerantes como “subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2°C em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal”.

Nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitas pertencentes a outros grupos os principais agentes causadores de doença. As bactérias

patogênicas encontradas na água e/ou alimentos constituem uma das principais fontes de morbidade em nosso meio. São as responsáveis pelos numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas (como a febre tifoide), com resultados frequentemente letais.

Os vírus mais comumente encontrados nas águas contaminadas por dejetos humanos, entre outros, são os da poliomielite e da hepatite infecciosa. Dentre os parasitas que podem ser ingeridos através da água destaca-se a *Entamoeba histolytica*, causadora da amebíase e suas complicações, inclusive para o lado hepático (d'AQUILA et al., 2000). As principais doenças transmitidas por água estão relacionadas aos parasitas no Quadro 1 de acordo com WHO (1996).

**Quadro 1:** Principais doenças relacionadas à ingestão de água contaminada e seus agentes causadores

Doenças	Agente causador
Amebíase	<i>Ameba</i> SP
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Diarreia infantil	Tipos enteropatogênicos de <i>Escherichia coli</i>
Disenteria bacilar	<i>Shiggella</i> SP
Febre paratifóide	<i>Salmonella paratyphi</i> A, B e C
Febre tifoide	<i>Salmonella typhi</i>
Gastroenterite	Outros tipos de <i>Salmonella</i> , <i>Shiggella</i> , <i>Proteus</i> sp.
Giadíase	<i>Giádia</i>
Hepatite infecciosa	Vírus da Hepatite do tipo A
Leptospirose	<i>Leptospirose</i> SP

Fonte :WHO(1996) e SUS (2010). Adaptado.

Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), a água, a saúde e as doenças estão estreitamente vinculadas. Levando em conta a relação água-homem-meios de contato, podemos dividir as ocorrências doenças relacionadas com a água em quatro grupos, de acordo com o modo de transmissão (ANA, 2011):

- doenças diretamente veiculadas pela água – doenças cujos agentes transmissores (vírus, bactérias, protozoários, contaminantes químicos e radioativos) estão diretamente presentes na massa de água. As principais doenças deste grupo são: cólera, febre tifoide, diarreia aguda, hepatite infecciosa, amebíase, giardíase e doenças relacionadas aos contaminantes químicos e radioativos;
- doenças cujos vetores se relacionam com a água – doenças transmitidas por vetores e reservatórios, cujo ciclo de desenvolvimento tem pelos menos uma

fase no meio aquático. As principais doenças são: malária, dengue, febre amarela e filariose;

- doenças cuja origem está na água – doenças causadas por organismos aquáticos que passam parte do ciclo vital na água e cuja transmissão pode ocorrer pelo contato direto com a água. A principal doença observada é a esquistossomose;
- doenças relacionadas com a falta de água e o mau uso da água – doenças relacionadas com a pouca oferta de água e com a falta de hábitos higiênicos adequados por parte da população. As principais doenças são: tracoma, escabiose, conjuntivite bacteriana aguda, salmonelose, tricuriase, enterobíase, ancilostomíase e ascaridíase;

O município São João da Barra, objeto de estudo deste trabalho, localizado na região norte do estado do Rio de Janeiro, é um dos nove municípios do norte fluminense. Faz limite com os municípios de Campos dos Goytacazes a Oeste e Sul e São Francisco a Norte. Apresenta tais coordenadas: Latitude Sul 21° 38'13" Longitude W.Gr. 41° 03'03". A divisão do município por distritos é a seguinte: 1º: Sede; 2º: Atafona; 3º Grussaí; 4º: Cajueiro; 5º: Pipeiras e 6º: Barcelos.

Segundo dados de 2011 (IBGE), apresenta 32.747 habitantes e de acordo com Boletim Técnico n° 8 do Observatório Socioeconômico da região fluminense (2000), o município estudado apresentou dentre o norte-noroeste fluminense o segundo maior crescimento demográfico no ano entre os anos 1991 e 2000 (31,92%), numa área total de 455,044 km<sup>2</sup> repartidos em seis distritos.

No que diz respeito às águas subterrâneas, o município é dotado de grande potencial para exploração. Conforme estudos realizados no passado pelo técnico Egmont Capucci da CEDAE e por Caetano (2000), São João da Barra é servido por diferentes aquíferos (formação geológica capaz de conter água e ainda permitir que quantidades significativas se movimentem em seu interior em condições naturais). Capucci (2001) afirma em seu trabalho que o Município de São João da Barra é o único em todo o Estado do Rio constituído geologicamente por rochas sedimentares, com grande vocação hidrogeológica, podendo ser abastecido integralmente por água subterrânea, o que ficou demonstrado pelos resultados obtidos nos poços atualmente em operação nas localidades de Cajueiro, Atafona, Grussaí e Barra do Açu.

São João da Barra, apesar da sua abundância hídrica, não fornece água potável a toda sua população. Diversas comunidades, afastadas do perímetro urbano e do centro de abastecimento de água do município, não recebem água tratada em suas casas, devido aos custos de tratamento, adução e distribuição. Dessa forma, os moradores recorrem a soluções alternativas de abastecimento, como a construção de poços rasos para captação de água para o consumo. Contudo, como são sempre construídas fossas (sumidouros) sem nenhum critério técnico, pode resultar na contaminação do lençol freático, e conseqüente contaminação da própria água utilizada.

Atualmente, o município está sofrendo um processo de implantação de um grande empreendimento, o Porto do Açú, pertencente ao grupo LLX. A instalação está acontecendo no 5º distrito, local onde predomina atividade rural (agricultura e pesca), que não supre a necessidade de mão de obra qualificada exigida pelo porto. Em função da exigência, tem havido atração de profissionais, fazendo aumentar a população deste município (COUTINHO et al., 2009). Com isso, a necessidade por recursos hídricos se intensifica, assim como a geração de resíduos e efeitos poluidores, que certamente podem afetar lençol subterrâneo com resíduos domésticos e industriais, podendo comprometer a qualidade da água a gerações futuras. Segundo o RIMA (2011), há uma previsão de crescimento em longo prazo de população urbana da ordem de 700 mil habitantes para a região devido ao complexo portuário. Tal crescimento representaria um consumo adicional de água de 2,5 m<sup>3</sup>/s, perfeitamente suportável pelas vazões do rio Paraíba do Sul já se considerando a captação realizada para o DISJB.

Esta problemática que é do domínio vivencial dos educandos desta região, da escola e da comunidade, pode ser tratada por conteúdo do aprendizado matemático, científico e tecnológico. Como essas questões fazem parte da vizinhança física e social dos alunos, elas podem ser tomadas como ponto de partida para uma discussão sobre meio ambiente e saúde (temas transversais) e trabalhadas na disciplina de Química, além de facilitar o processo de conscientização ambiental quanto à preservação de recursos hídricos. Dessa forma, o ensino de Química visa a contribuir para a formação da cidadania e, assim, deve permitir o desenvolvimento de conhecimentos e valores que possam servir de instrumentos mediadores da interação do indivíduo com o mundo.

Consegue-se isso mais efetivamente ao se contextualizar o aprendizado, o que pode ser feito com exemplos de relevância mais local/regional, mostrando aos alunos os dados analíticos sobre a água consumida por eles mesmos na escola e em sua residência e problematizando essa temática com a questão da saúde pública.

## **Metodologia**

A metodologia deste estudo foi dividida em etapas:

- I. Questionário ambiental aplicado a alguns moradores dos distritos pesquisados, além da coleta de água consumida em seis pontos, em Cazumbá e Sabonete (5º distrito de São João da Barra/RJ), ao entorno da escola estadual “João Coelho da Silva”.
- II. Avaliação da qualidade da água das fontes, segundo parâmetros físico-químicos e microbiológicos. A realização dos ensaios foi na UPEA (Unidade de Pesquisa e Extensão Ambiental) - IFF Campos e em outro laboratório particular. Foram determinados os parâmetros:

- Físico-químicos: pH, condutividade elétrica (C.E.), potássio ( $K^+$ ), sódio ( $Na^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ), carbonato e bicarbonato ( $CO_3^{2-}$  e  $HCO_3^-$ ), cloreto ( $Cl^-$ ), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn);
- Microbiológicos: Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes

III. A sensibilização da comunidade escolar foi feita através da implementação de projeto de educação ambiental na escola a fim de conscientizar sobre a questão da água na região.

IV. Avaliação do projeto de Educação Ambiental.

Na primeira etapa foram definidos seis pontos para coleta de água, em Cazumbá e Sabonete, próximo às instalações da escola. Em uma saída de campo de reconhecimento, foi feito o primeiro contato com a diretora da escola e foi solicitada autorização para o desenvolvimento do projeto, no qual foi apresentada a proposta a ser trabalhada com os estudantes.

Posteriormente, nas saídas de campo foram realizadas coletas da água consumida em alguns pontos ao entorno da escola, os quais foram determinados geograficamente com auxílio de GPS. A amostragem de água foi por meio de frascos plásticos limpos e, para os ensaios microbiológicos, bolsas “Nasco”. As amostras foram acondicionadas em caixa térmica com gelo e levadas, em seguida, ao laboratório. Na segunda etapa, em laboratório particular, foram realizados os ensaios físico-químicos e os microbiológicos, citados anteriormente. Foram aplicados questionários socioambientais a fim de auxiliar no diagnóstico da qualidade da água. Com auxílio de uma trena foram medidas as distâncias entre as fontes de água (quase sempre poço) e a fossa (sumidouro) das casas.

Na determinação do pH foi utilizado um Potenciômetro, enquanto que para condutividade elétrica, o condutivímetro (que expressa o resultado em mmhos/cm). Para determinação de sódio e potássio ( $Na^+$  e  $K^+$ ) a amostra de água entrou em contato direto com o fotômetro de chama, devidamente calibrado, que realizou a leitura desses dois parâmetros simultaneamente. Na avaliação do cálcio e magnésio ( $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ ) utilizou-se uma alíquota de 1 ml da amostra de água, mais 25 ml de Cloreto de Lantânio 0,1% e realizou-se a leitura no Espectrofotômetro de Absorção Atômica após as devidas calibrações. Para determinação de carbonatos e bicarbonatos ( $CO_3^{2-}$  e  $HCO_3^-$ ) foi utilizado o método titrimétrico com ácido sulfúrico 0,025 N. Para o carbonato a alcalinidade foi determinada utilizando como indicador a fenolftaleína e para o bicarbonato foi utilizado Metil Orange. Quanto mais básica a amostra maior a concentração de carbonatos e bicarbonatos. Na determinação do cloreto ( $Cl^-$ ) utilizou-se o método volumétrico com titulação pelo Nitrato de Prata 0,05 N e Indicador Cromato de Potássio a 5%. Para a avaliação dos parâmetros ferro, cobre zinco e

manganês (Fe, Cu, Zn, Mn) utilizou-se o espectrofotômetro de absorção atômica. A técnica utilizada para a determinação do número mais provável (MPN) de coliformes totais e termotolerantes foi a de Enzima substrato, na qual a amostra foi introduzida em meio de cultivo (Colilert).

Os dados analíticos obtidos da amostragem do poço da escola e das cisternas da comunidade foram digitalizados em planilhas para análises estatísticas, calculando média total e desvio padrão combinado (Sc) para cada ponto de amostragem e plotados gráficos para melhor visualização. Os parâmetros de qualidade de água analisados foram comparados com a legislação vigente, Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Foi feito um planejamento para cada encontro, cada aula e roteiro para as visitas técnicas.

Na última etapa, em outubro de 2011, foi implementado o projeto de educação ambiental na Escola João Coelho da Silva, para estudantes do 2º ano do Ensino Médio, o qual foi dividido em nove encontros. Os temas das aulas ministradas foram entre eles: disponibilidade hídrica, propriedades da água, parâmetros físico-químicos e microbiológicos, poluição da água e saneamento básico, doenças de veiculação hídrica, dicas para minimizar o desperdício de água e melhorar sua qualidade. Os resultados analíticos obtidos das amostras de água da região foram apresentados à comunidade escolar, e os parâmetros encontrados fora do permitido pela legislação foram discutidos a fim de contextualizar as aulas e colocar os alunos cientes da qualidade da água consumida. Para avaliação final do aprendizado, os alunos foram divididos em grupos e houve preparação de um trabalho escrito sobre os temas abordados em sala, também elaboraram cartazes os quais foram expostos na escola para a conscientização de toda a comunidade escolar, e conseqüentemente, da população local.

Também foi preparado um material didático para ser entregue aos educandos. No último dia de atividade, os alunos entregaram o trabalho escrito e confeccionaram cartazes para exposição no pátio da escola. Além disso, os alunos responderam uma ficha de avaliação sobre o projeto, da forma de abordagem, da relevância do tema, da contextualização dos conteúdos.

## **Resultados e discussão**

Os dados analíticos obtidos foram comparados com os valores máximos permitidos (VMP) da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, pois os moradores muitas vezes utilizam a água captada para o consumo.

*Qualidade de água em Cazumbá e Sabonete – poços da comunidade*

**Tabela 1:** Concentração dos íons potássio, sódio, cloreto e condutividade elétrica da água subterrânea em Cazumbá e Sabonete

Parâmetros	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	C.E
Ponto 1	12,9	16,1	71,0	0,25
Ponto 2	15,8	38,0	88,8	0,50
Ponto 3	13,6	26,4	88,8	0,47
Ponto 4	10,2	10,4	46,2	0,27
Ponto 5	46,5	32,2	124	0,62
Ponto 6	12,0	8,05	53,2	0,33
<b>Média</b>	<b>18,5</b>	<b>21,8</b>	<b>78,7</b>	<b>0,41</b>
VMP	--	200	250	--
Unidade	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mmhos/cm

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde determina o valor máximo permitido para a concentração de íons de sódio e cloreto, que é de 200 e 250 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Como podem ser observados, na Tabela 2, todos os pontos de amostragem estão dentro do limite estabelecido para estes parâmetros.

Além disso, observa-se a correlação entre a condutividade elétrica e a quantidade de sais, como por exemplo, no ponto 5, no qual os altos valores dos ânions resultam também numa condutividade elétrica maior.

A concentração de sódio nas águas subterrâneas pode variar com a profundidade do poço e alcançar maiores concentrações do que nas águas superficiais. É importante considerar a concentração de íons sódio em água, já que o alto consumo deste íon através da água e refeições salgadas tem conduzido ao aumento da pressão arterial da população, o que pode resultar em doenças cardiovasculares (BAIRD, 2002).

**Tabela 2:** Concentração dos íons cálcio e magnésio e dureza da água subterrânea em Cazumbá e Sabonete.

Parâmetros	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Dureza
Ponto 1	35,6	3,38	103
Ponto 2	76,7	5,72	215
Ponto 3	92,6	5,72	255
Ponto 4	40,0	4,68	119
Ponto 5	63,4	9,36	197
Ponto 6	50,2	8,58	161
<b>Média</b>	<b>59,8</b>	<b>6,24</b>	<b>175</b>
VMP	--	--	500
Unidade	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup> (CaCO <sub>3</sub> )

Os valores para dureza não ultrapassaram o valor máximo permitido de 500 mg.L<sup>-1</sup>. Apesar disso, pela classificação de dureza, 67% das amostras apresentam uma “água dura”, sendo o restante classificado como água de dureza moderada.

Uma característica da dureza, que foi relatada por alguns dos moradores entrevistados, foi a dificuldade de formação de espuma pelo sabão, que dificulta o banho e a lavagem de utensílios domésticos e roupas, criando problemas higiênicos. Além disso, as águas duras, por causa de condições desfavoráveis e equilíbrio químico, podem incrustar as tubulações de água quente, radiadores de automóveis, hidrômetros, caldeiras etc. (BRAGA et al., 2005).

**Tabela 3:** Concentração dos íons ferro, manganês, zinco e cobre da água subterrânea em Cazumbá e Sabonete

Parâmetros	Fe	Mn	Zn	Cu
Ponto 1	0,39	0,22	0,04	0,00
Ponto 2	1,48	0,01	0,00	0,00
Ponto 3	0,52	0,03	0,00	0,00
Ponto 4	0,00	0,17	0,02	0,00
Ponto 5	0,76	0,01	0,01	0,00
Ponto 6	0,00	0,00	0,01	0,00
Média	0,53	0,07	0,01	0,00
VMP	0,30	0,10	5,00	2,00
Unidade	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>

Apesar da água da região ser rica em ferro, como visto anteriormente, dois dos pontos de amostragem não apresentaram nenhum teor de ferro. É importante considerar que algumas das casas visitadas utilizam algum processo de tratamento na caixa d'água.

Para manganês dois pontos ultrapassaram o valor máximo permitido. Já para o parâmetro zinco, as amostras apresentaram valores muito baixos. Não foi encontrado cobre em nenhuma das amostras.

**Tabela 4:** Concentração dos íons carbonato, bicarbonato e pH da água subterrânea em Cazumbá e Sabonete

Parâmetros	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH
Ponto 1	0,00	38,4	6,5
Ponto 2	2,04	104	7,2
Ponto 3	9,18	152	7,5
Ponto 4	0,00	11,0	6,4
Ponto 5	0,00	33,0	7,0
Ponto 6	0,00	30,7	7,2
Média	1,87	61,5	6,97
VMP	--	--	6,0 – 9,5
Unidade	mg.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	--

Apenas duas amostras (pontos 2 e 3) apresentaram o íon carbonato, geralmente presentes em valores de pH mais altos. Como se trata de fonte subterrânea, essa água não dissolve gás carbônico atmosférico, portanto, a presença de carbonato e bicarbonato se deve ao contato com rochas ou solo calcário, ou pela desagregação de aluminossilicato de solos submersos.

Os valores de pH estão dentro da faixa estipulada pelo MS e próximo a neutralidade que é 7,0.

**Tabela 5:** Número mais provável de coliformes termotolerantes e totais em água subterrânea em Cazumbá e Sabonete

Coliformes	Termotolerantes NPM/100 mL	Totais NPM/100 mL
Ponto 1	199	361
Ponto 2	>2.419	>2.419
Ponto 3	11	17
Ponto 4	260	602
Ponto 5	26	119
Ponto 6	0	1
Parâmetro	Ausência em 100 mL	

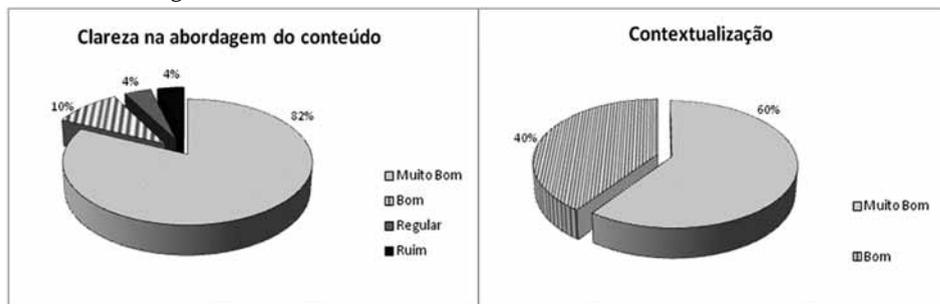
A maioria das amostras de água foi reprovada quanto aos parâmetros microbiológicos. Apenas uma amostra não apresentou contaminação por coliformes termotolerantes. Esta casa visitada foi a mais afastada, portanto, o risco de contaminação do lençol freático reduz-se.

Em contraste, o ponto 2 apresentou um alto índice de contaminação, isto pode ser devido a proximidade entre poço e a fossa desta casa e de vizinhos.

#### *Avaliação do projeto de educação ambiental*

Ao final do projeto, os alunos avaliaram o projeto como um todo, através de um questionário aplicado. Foram 22 fichas respondidas, dos 25 alunos. Conforme as opiniões obtidas, foram gerados gráficos sobre alguns dos quesitos avaliados, a fim de facilitar a análise e discussão dos resultados.

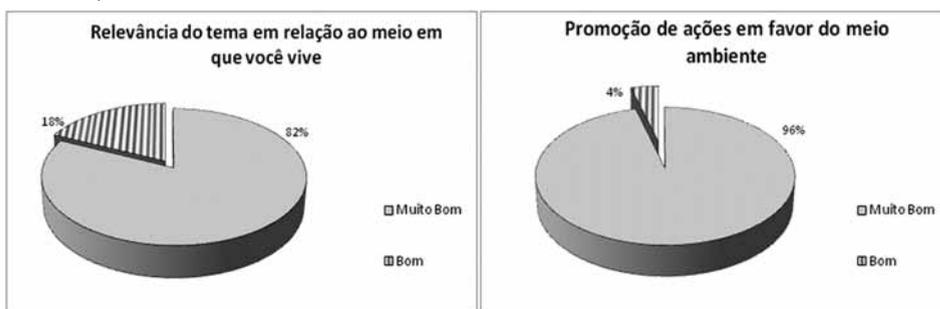
**Figura 1** – Opinião dos alunos sobre a aplicação do Projeto de Educação Ambiental em relação ao conteúdo e abordagem



A abordagem do conteúdo se baseou em aulas expositivas dialogadas usando data show, na qual as experiências relatadas pelos educandos serviam de contexto, para melhor compreensão.

No quesito contextualização, o tema escolhido “água” por si só, já faz parte do dia a dia de qualquer pessoa e, quando foram realizadas as amostragens de água em Cazumbá, foram identificadas características da qualidade da água do próprio local. Além disso, foram mostrados muitos dados sobre recursos hídricos, disponibilidade hídrica, saneamento, poluição do Brasil, Sudeste e Rio de Janeiro.

**Figura 2** – Opinião dos alunos sobre a aplicação do Projeto de Educação Ambiental segundo a relevância do tema e promoção de ações em favor do meio ambiente



Quando se pensa no uso da água subterrânea como principal forma de consumo d’água, além do seu uso em irrigação, principalmente em plantações de abacaxi, em Cazumbá e arredores, observa-se a relevância do tema escolhido “qualidade de água” em relação ao meio em que os educandos vivem.

Depois de ter sido demonstrado a ínfima parcela de água doce ainda existente no planeta, e como este recurso vem sendo poluído consideravelmente, foram propostas sugestões aos alunos como forma de minimizar o desperdício desse bem imprescindível.

**Figura 3** – Opinião dos alunos sobre a aplicação do Projeto de Educação Ambiental sobre a questão “Qualidade de água X Saúde”



Durante a aplicação do projeto foram mostradas e enfatizadas várias doenças relacionadas com a água, sejam transmitidas por consumo, ou por contato. Assim, foi possível perceber que os alunos entenderam a correlação entre a qualidade de água com saúde.

### **Considerações finais**

Os resultados obtidos neste trabalho apontam que a água consumida pelos moradores de Cazumbá e Sabonete (5º distrito de São João da Barra/RJ) não está própria para o consumo, segundo a Portaria 2914/2011 do MS. Tanto para parâmetros físico-químicos, como para parâmetros microbiológicos, os valores das amostras estavam acima do máximo permitido por esta portaria, indicando que a água utilizada carece de algum tipo de tratamento prévio.

Devido à grande presença de ferro e manganês na água da região, é necessário um processo de aeração, filtração e cloração adequado ao consumo. Além disso, é importante a frequente limpeza das caixas d’água das casas visitadas para evitar o acúmulo de matéria orgânica e proliferação de microrganismos.

Esses dados serviram de base para a implementação de um projeto de educação ambiental na escola João Coelho da Silva (Cazumbá), de forma que os alunos tomassem conhecimento do tipo da água que estão consumindo, sua implicância na saúde e possíveis melhorias na qualidade, além de contribuir para o processo de conscientização ambiental quanto à preservação dos recursos hídricos.

A intenção do projeto foi conscientizar os alunos quanto à melhoria da qualidade de água em suas residências e na escola, diante dos resultados obtidos e dos métodos caseiros apresentados; a minimização de desperdício de água, visto que os educandos tiveram consciência da dimensão da problemática envolvendo a água, tanto na região que vivem como no Brasil e no mundo; e dar subsídios para que eles possam recorrer

ao poder público para reivindicar seus direitos quanto ao abastecimento de água e saneamento básico.

Em relação à avaliação do projeto de educação ambiental aplicado, foi possível observar que os alunos corresponderam bem às atividades desenvolvidas, já que tiveram boa receptividade, interesse no assunto, comprometimento e interação durante as aulas. Além disso, durante a avaliação os alunos elogiaram bastante o trabalho.

As informações geradas a partir desse estudo podem ser utilizadas em ações visando à melhoria da qualidade de vida da população. É de grande relevância que políticas públicas possam intervir e fornecer um tratamento adequado da água subterrânea utilizada, para as comunidades locais. Cordeiro (2008) desenvolveu mini-estações de tratamento convencionais que podem atender, perfeitamente, as pequenas localidades, com baixo custo de instalação e operação.

### **Referências**

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Poços para captação de água. Disponível em: <[http://www.abas.org/educacao\\_pocos.php](http://www.abas.org/educacao_pocos.php)>. Acesso em: 2012.

ANA. Agência Nacional das Águas. Disponível em <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

BAIRD, C. Química Ambiental. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2002.

BRAGA, B. et al. Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

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 Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br>>. Acesso em: 2012.

CAETANO, L. C. Água subterrânea no município de Campos dos Goytacazes: uma opção para o abastecimento. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

CAPUCCI, E; MARTINS, A. M.; MANSUR, K. L.; MONSORES, A. L. M. Poços tubulares

e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

CORDEIRO, W. S. Alternativas de Tratamento de Água para comunidades Rurais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - CEFET/ Campos, Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

COUTINHO, R. R.; JÚNIOR, L. DE P. Q.; TERRA, R. P.; PENA, C. F. Avaliação da sustentabilidade ambiental das comunidades ante as transformações socioambientais oriundas da implantação do Complexo Portuário Industrial do Açú. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v.3, n.2, p. 11-22, jul./dez. 2009.

D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. DA C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A.P. Avaliação da Qualidade de Água para Abastecimento Público do Município de Nova Iguaçu. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.16, n.3, p.791-798, jul./set. 2000

DANIEL, L.A.; BRANDÃO, C.C.S.; GUIMARÃES, J.R.; LIBÂNIO, M.; LUCA, S.J. Métodos Alternativos de Desinfecção da Água. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB. Edital 2. Coordenada pelo prof. Luiz Antonio Daniel, da Escola de Engenharia de São Carlos da USP, 2001

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2. ed. São Carlos: Rima, 2005. v.2.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 17 set. 2011.

LINHARES, C.L. Influência do reflorestamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do rio JI-Paraná/ RO. 2005. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – INPE, 2005. 219p.

PERDOMO, C. H.; CASANOVA, O.N.; CIGANDA, V.S. PERDOMO, C.H.; CASANOVA, O.N. Y CIGANDA, V.S. Contaminación de águas subterrâneas con nitratos y coniformes en el litoral sudoeste del Uruguay. Agrociencia, Montevideo (Uruguay), v.5, n.1, p. 10-22, 2001.

RIMA. Relatório de Impacto Ambiental. Infraestruturas do Distrito Industrial de São

João da Barra. Ecologus Engenharia Consultiva, 2011.

ROGAN,W.J.; BRADY, M. T.; the Committee on Environmental Health, and the Committee on Infectious Diseases. Drinking Water From Private Wells and Risks to Children. Pediatrics, v. 123, n. 6, p. e1123–e1137, June 2009.

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

ZIMBRES, Eurico. Química da água subterrânea. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/quimica.htm>> Acesso em: nov. 2011.

WHO(World Health Organization). Guidelines for drinking - water quality. Geneva: WHO, 1996. v.2.