

Diagnóstico da qualidade da água: uma forma de desenvolver educação ambiental em São João da Barra, RJ

Diagnosis of water quality: a way of developing environmental education in São João da Barra, RJ

Tâmmela Cristina Gomes Nunes^{*}
Tayná de Souza Gomes Simões^{**}
Bruna Siqueira Corrêa^{**}
Willians Salles Cordeiro^{***}
Vicente de Paulo Santos de Oliveira^{****}

Resumo

Pelo fato do 5º distrito de São João da Barra/RJ ser carente em saneamento básico, principalmente em relação à água tratada e sua distribuição, a alternativa encontrada, pela maioria dos moradores, foi a captação de água subterrânea, que nem sempre se encontra dentro dos padrões de qualidade para o consumo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água subterrânea consumida na escola de Cazumbá e Sabonete (5º distrito) e de reservatórios da região, abastecidos por caminhões-pipa da prefeitura. Foi realizada amostragem tanto no período seco quanto no chuvoso. Após a realização dos ensaios físico-químicos e microbiológicos, foi implantado um projeto de Educação Ambiental na escola local.

Palavras-chave: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos. 5º distrito de São João da Barra, RJ. Porto do Açú.

Abstract

As the 5th district of São João da Barra / RJ is lacking in basic sanitation, especially in relation to treated water and its distribution, the alternative found by the majority of the residents was the abstraction of groundwater, which is not always within the standards quality for consumption. The aim of this study was to evaluate the quality of groundwater consumed in school Cazumbá and Sabonete (5th district) and reservoirs in the region, supplied by tanker trucks. Sampling was conducted both in the dry and in rainy season. After completion of the physical-chemical and microbiological analyzes was deployed an environmental education project at the local school.

^{*}Instituto Federal Fluminense/Campus Campos Centro - UPEA. Pós-Graduanda em Educação Ambiental - Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil

^{**}Instituto Federal Fluminense/Campus Campos Centro - UPEA. Graduada em Licenciatura em Ciências da Natureza - Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil

^{***}Instituto Federal Fluminense/Campus Campos Centro - UPEA. M.Sc em Engenharia Ambiental - Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil

^{****}Instituto Federal Fluminense/Campus Campos Centro - UPEA. D.Sc. em Engenharia Agrícola - Orientador - Campos dos Goytacazes, RJ - Brasil

Key words: Physicochemical. Microbiological. 5th District at São João da Barra, R.J. Port of Acu.

Revisão bibliográfica

Disponibilidade Hídrica – Água Subterrânea

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

A água deve estar em boas condições para ser ingerida e não conter contaminação por microrganismos patogênicos, tampouco a presença de substâncias nocivas à saúde humana. Assim, é de grande valia o tratamento adequado e o constante monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo da população para a verificação de alguns parâmetros que, fora de certos limites de concentração, podem se tornar prejudiciais pelo seu uso contínuo. Cabe lembrar também a importância da preservação dos demais corpos hídricos e do tratamento do esgoto.

O Brasil possui grandes reservas subterrâneas (da ordem de 112 mil km³). Estima-se que 51% do suprimento de água potável do Brasil sejam originários dos recursos hídricos subterrâneos (BRASIL, 2006). Mas, apesar desta abundância, deve-se respeitar o potencial de reabastecimento, ou seja, a extração de água num aquífero nunca pode ultrapassar sua recarga. A sobre exploração deste recurso, por longos períodos de tempo, pode acarretar sérios problemas como: secamento de poços rasos utilizados para abastecimentos locais e irrigação; ocorrência do fenômeno da subsidência (abaixamento do terreno) de terrenos, devido à compactação gradual do solo; entre outros (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 (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 (REBOUÇAS, 2006).

O município de São João da Barra

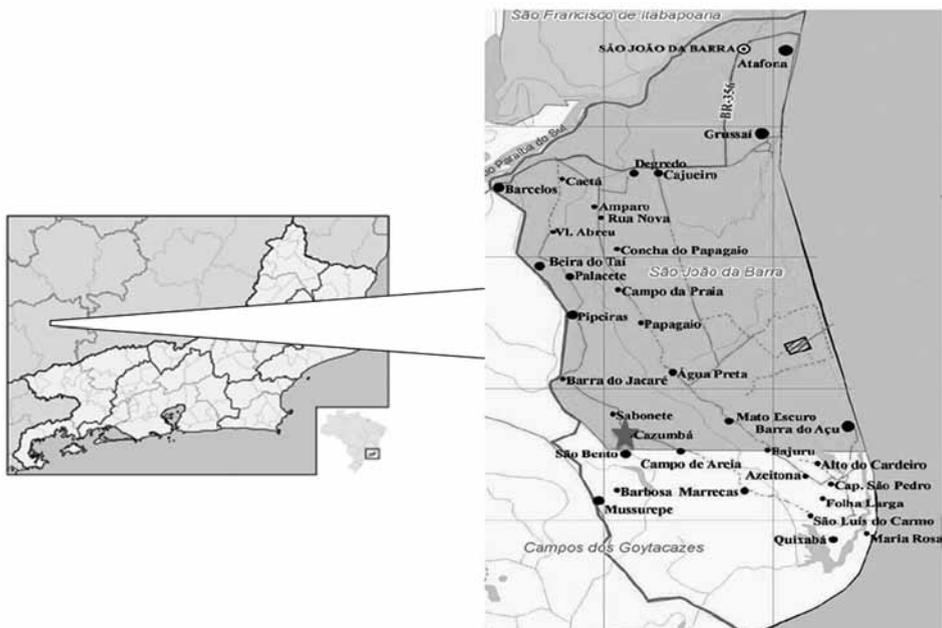
O município São João da Barra está localizado na região norte do estado do Rio de Janeiro é um dos nove municípios do norte fluminense (Figura 1). Faz limite com os municípios de Campos dos Goytacazes a Oeste e Sul, e São Francisco a Norte; é banhado pelo Oceano Atlântico, Rio Paraíba do Sul e conta ainda com várias lagoas, como por exemplo, a lagoa do Salgado, Taí, Iquipari e Grussaí. Apresenta tais coordenadas: Latitude Sul 21° 38'13" Longitude W.Gr. 41° 03'03".

A faixa litorânea do município tem, aproximadamente, 34 km de extensão desde a foz do Rio Paraíba do Sul até a Praia do Açú. As águas superficiais do município são formadas por: rio Paraíba do Sul, as lagoas de Grussaí, Iquipari, Açú, Salgado e Taí, vários canais (sendo os principais Abreu, Quintigute, Andreza, Atafona, Chatuba) e o Oceano Atlântico.

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 Açú.

Apesar desta abundância hídrica, a distribuição de água potável não cobre toda a extensão do município. Assim, parte do município recebe água tratada por encanamento e outra parte da população é abastecida por caminhões-pipa; já outros, que não possuem nenhum tipo de abastecimento, recorrem à captação de água subterrânea, a qual nem sempre se encontra dentro dos padrões para o consumo estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Figura 1 – Localização do município de São João da Barra



Além disso, o município está sofrendo um processo de implantação de um grande empreendimento, o Complexo Logístico do Porto do Açu, pertencente ao grupo EBX. 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 de população urbana, em longo prazo, da ordem de 700 mil habitantes para a região devido ao complexo portuário. Tal crescimento representaria um consumo adicional de água de 2,5 m³/s, perfeitamente suportável pelas vazões do rio Paraíba do Sul já se considerando a captação realizada para o DISJB.

O plano diretor do município de São João da Barra (2006), em seu artigo 28, trata da política de saneamento que tem como primeira diretriz: “Prover abastecimento de água a toda população, em quantidade e qualidade compatíveis com as exigências de higiene e conforto, a partir dos mananciais superficiais e subterrâneos disponíveis na região; [...]”. Apesar de este plano diretor ter sido do ano de 2006, este objetivo, ainda, não foi alcançado por completo, visto que nem toda a população do município é abastecida de água tratada.

Em seu trabalho, Oliveira (2011) mostrou que o abastecimento de água por meio de caminhões-pipa, a reservatórios que ficam dispostos ao longo de estradas e em escolas dos 5º e 6º distritos de São João da Barra, não retrata, em sua maioria, uma água potável para os padrões de consumo humano estabelecido pela legislação vigente.

A água trazida à população pela prefeitura por caminhões pipa sofre tratamento na empresa CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgotos), mas ao ser transportada e acondicionada, fica exposta e vulnerável à contaminação, tanto nos caminhões como nas cisternas onde são armazenadas, devido à ausência de cuidados com a qualidade na água consumida.

Parâmetros de Qualidade de Água

A portaria, em vigor, define o Padrão de Potabilidade como sendo o “conjunto de valores máximos permissíveis das características de qualidade de água destinada ao consumo humano”. Nesse documento são relacionadas às características físicas, organolépticas e químicas, seus Valores Máximos Permissíveis (VMP) e as características de qualidade microbiológicas e radioativas. O Padrão de Potabilidade define o limite

máximo para cada elemento ou substância química, não estando ali considerados eventuais efeitos sinérgicos entre elementos ou substâncias (BRAGA et al., 2005).

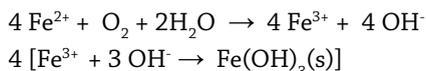
A resolução nº 396, de 03 de Abril de 2008 do CONAMA, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências (BRASIL, 2008). Nela, as águas subterrâneas são qualificadas em seis classes em função de necessidade ou não de tratamento de acordo com seu uso preponderante. Essa resolução lista, também, os principais parâmetros de qualidade das águas subterrâneas, apresentando seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMP) para cada um dos usos considerados como preponderantes e os limites de quantificação praticáveis (LQP), considerados como aceitáveis para aplicação desta resolução.

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).

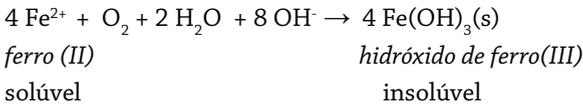
A turbidez é uma condição física evidenciada pela presença de partículas em suspensão e em estado coloidal, que podem apresentar ampla faixa de tamanhos. Representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva a ela. A turbidez de origem natural não proporciona nenhum risco sanitário a não ser o aspecto esteticamente desagradável. Entretanto, estes sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microorganismos patogênicos, mostrando a forte relação da turbidez com a contaminação biológica da água (CORDEIRO, 2008).

O pH, potencial hidrogeniônico, representa a concentração de íons hidrogênio H^+ – em escala antilogarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, dependendo do valor que varia entre 0 e 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 ferro e o manganês estão presentes nas formas insolúveis (Fe^{3+} e Mn^{4+}) em diversos tipos de solos. Na ausência de oxigênio dissolvido, como em águas subterrâneas ou fundo de lagos e represas, estes íons estão sob a forma solúvel reduzida (Fe^{2+} e Mn^{2+}). Essas formas reduzidas, ao serem expostas ao ar atmosférico (ex: na torneira de casa), voltam a se oxidar às suas formas insolúveis (Fe^{3+} e Mn^{4+}), que se precipitam, podendo causar coloração na água (VON SPERLING, 2005). Dessa forma, águas com alto conteúdo de ferro e manganês, ao saírem do poço, são incolores, mas ao entrarem em contato com o oxigênio do ar, formam depósitos marrom-alaranjados e negros, respectivamente, tingindo a água.



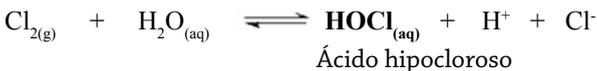
Reação Global:



Esses compostos, segundo Von Sperling (2005), têm pouca importância sanitária nas concentrações naturais, entretanto, em certas concentrações, podem causar coloração na água, o que pode manchar roupas durante a lavagem. Em concentrações mais altas podem causar sabor e odor na água.

O flúor é um elemento que ocorre naturalmente e em pequenas quantidades nas águas naturais (0,1 a 2,0 mg/L). É produto do intemperismo de minerais no qual é elemento principal ou secundário: fluorita, apatita, flúor-apatita, turmalina, topázio e mica. O flúor liberado pelo intemperismo destes minerais passa para as soluções aquosas supergênicas na forma do íon fluoreto, de alta mobilidade. Diversamente de outros halogênios, ele pode formar complexos estáveis com elementos como Al, Fe, B e Ca. Desta forma no ciclo geoquímico o flúor pode ser removido das águas pela coprecipitação com óxidos secundários de Fe, podendo também ser complexado tanto com o Fe como com o Al na forma de fosfatos (ZIMBRES, 2010).

A fim de que se obtenha água de melhor qualidade, com eliminação de microrganismos patogênicos, entre outros, é usualmente feita a adição de cloro (Cl_2). Além de ser efetivo e relativamente barato, a desinfecção pelo método da cloração pode fornecer água com um poder residual de desinfecção, durante seu armazenamento e fornecimento, se usado um pequeno excesso do produto. O ácido hipocloroso, HOCl, gerado pela dissolução de cloro molecular gasoso, Cl_2 , em água, é o verdadeiro responsável pela desinfecção, pois se trata de um composto neutro e covalente que passa facilmente através das membranas celulares, matando os microrganismos (BAIRD, 2002):



Os coliformes são os organismos mais comumente utilizados como indicadores de contaminação fecal devido:

- estarem obrigatoriamente presentes nos intestinos de todo ser humano em número muito grande (BRANCO, 2006), onde cerca de 10⁹ a 10¹² células são 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 capaz de multiplicar-se no ambiente aquático, ou “extra-intestinal”, de modo que a sua presença não possa indicar outra origem (BRANCO, 2006);

- possuem 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, 2006).

A portaria 518/04 do Ministério da Saúde define coliformes termotolerantes como “subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal”. Para coliformes totais, a definição é “bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em 24 - 48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase”. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*.

Segundo Von Sperling (2005), os coliformes totais não podem ser usados como indicadores de contaminação fecal, pois não existe uma relação quantificável entre CT e microorganismos 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, em que sua presença pode indicar falhas no tratamento, uma possível contaminação após o tratamento ou ainda a presença de nutrientes em excesso, por exemplo, nos reservatórios ou nas redes de distribuição (BASTOS, 2000; VON SPERLING, 2005).

Projeto de Educação Ambiental

Entende-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 a 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 realizada, alcança mudanças de comportamento pessoal, de atitudes e de valores de cidadania que podem ser fortes consequências sociais. Isso 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, se os problemas ambientais, suas origens e formas de intervenção em sua solução ou prevenção, encontram-se articulados com os conteúdos e práticas escolares cotidianas.

Foram observados, na literatura, outros trabalhos que seguem essa mesma linha de execução de projetos de educação ambiental aplicados no Ensino Médio. No projeto ambiental apresentado por Zuin et al. (2009), também foi trabalhada 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 na USP, para a formação de professores e profissionais da área de Ciências, Química, Biologia e demais disciplinas correlatas, e também foi aplicado a estudantes do ensino fundamental e médio.

Em outro trabalho no qual o mesmo tema foi abordado, Silva et al. (2008) trata 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.

Metodologia

Para alcance dos objetivos propostos a pesquisa foi dividida em quatro etapas:

- I. Coleta de água nos pontos de amostragem (água da saída do poço da escola, água subterrânea filtrada para o consumo na escola, reservatório de Cazumbá e reservatório de Sabonete). Com auxílio de GPS, foram determinadas as coordenadas geográficas dos locais amostrados.

- 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, determinando-se:
 - pH;
 - turbidez;
 - ferro;
 - manganês;

- cloro livre;
- fluoreto;
- coliformes termotolerantes;
- coliformes totais.

III. Análise dos resultados obtidos e comparação com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e planejamento dos encontros com os alunos;

IV. 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.

Foi realizada uma campanha de amostragem no período seco e outra campanha, no chuvoso, a fim de avaliar o efeito da estiagem nos resultados das análises, principalmente no parâmetro turbidez.

Na metodologia de análises do LabFoz, a determinação do pH foi por meio de um pHmetro portátil, assim como nos ensaios de turbidez, foi utilizado o turbidímetro portátil. Para a determinação de cloro livre e cloro total se utilizou um colorímetro para cloro digital. Nos ensaios de flúor a determinação se baseou também no método colorimétrico, exceto pelo uso do reagente específico. Para a determinação de ferro e manganês foi utilizado o Portable Datalogging Spectrophotometer de bancada (usando comprimentos de onda para 510 e 560 nm, respectivamente) e os resultados foram obtidos em mg/L de ferro e manganês. Para a determinação dos parâmetros microbiológicos a metodologia foi utilizado o método 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 (S_c) 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.

Posteriormente, em outubro de 2011, foi iniciado o projeto de Educação Ambiental na escola estadual de Cazumbá “João Coelho da Silva” com a turma do 2º ano, do Ensino Médio. Foram realizadas aulas com os temas transversais meio ambiente e saúde, foram mostrados os dados analíticos da qualidade de água da região e os estudantes fizeram visitas técnicas a UPEA, onde conheceram a metodologia das análises; e a “Águas do Paraíba”, concessionária que abastece o município de Campos dos Goytacazes de água tratada.

Também foi entregue material didático aos alunos. No último dia de atividade, os discentes entregaram o trabalho escrito e confeccionaram cartazes para exposição no pátio da escola. Eles ganharam ponto na disciplina de Química, já que se prontificaram

a participar do projeto, no qual as atividades foram realizadas em horários vagos. Além disso, responderam uma ficha de avaliação sobre o projeto, da forma de abordagem, da relevância do tema, da contextualização dos conteúdos, entre outros aspectos.

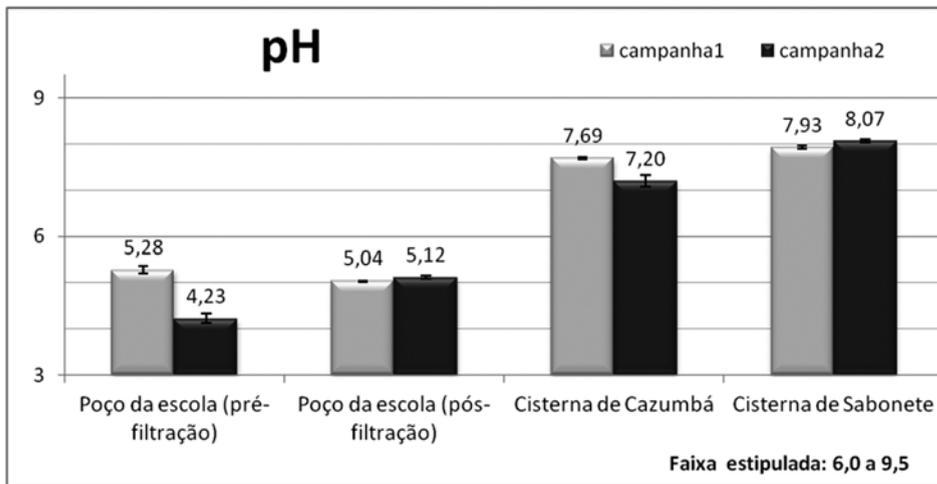
Resultados e discussões

Qualidade da água

Os dados analíticos obtidos foram comparados com os valores máximos permitidos (VMP) da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, já que tanto a água captada do poço quanto a dos reservatórios, era consumida.

É importante enfatizar que a 1ª campanha foi realizada no período seco, enquanto a 2ª campanha, no chuvoso.

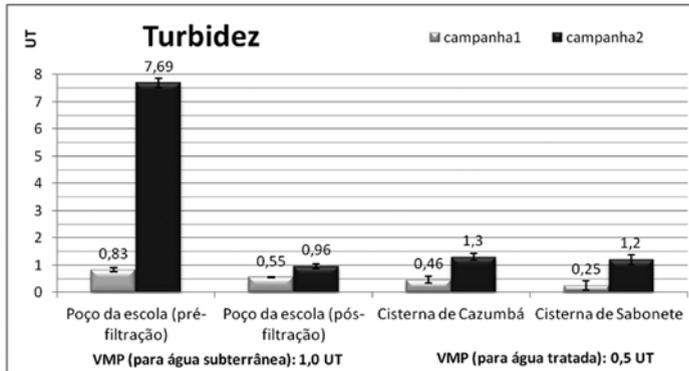
Figura 2 - Resultado das médias dos valores de pH por ponto de amostragem nas 1ª e 2ª campanhas



Foi possível observar, na Figura 2, a diferença entre os valores de pH da água subterrânea e da água das cisternas abastecidas por caminhões-pipa. Os resultados analíticos apontam valores de pH mais baixos na água subterrânea que é consumida na escola, isto se dá provavelmente por substâncias presentes na região que aumentam a concentração de íons hidrogênio no solo da região em função do uso de adubo químico, comum nas plantações.

Os valores para a água da cisterna estão dentro do intervalo estipulado pela portaria Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde que compreende 6,0 a 9,5; visto que esta água foi submetida a tratamento.

Figura 3 - Resultado das médias dos valores de turbidez por ponto de amostragem nas 1ª e 2ª campanhas

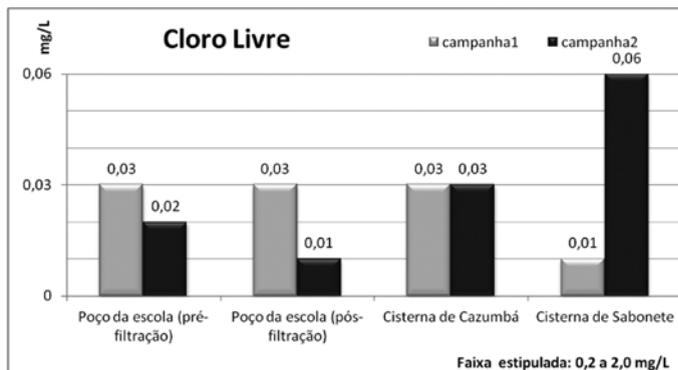


O Ministério da Saúde na Portaria 2914/2011 estipula que o VMP de turbidez para água subterrânea é de 1,0 UT e para água que sofre filtração rápida, num tratamento completo, que é o caso das amostras da cisterna é de 0,5 UT.

Pôde-se observar, na Figura 3, que na 2ª campanha há um valor discrepante na amostra do poço da escola. Como esta amostragem foi realizada em período chuvoso, pode ter ocorrido arraste de sólidos suspensos e material orgânico. Todos os valores de turbidez da 2ª campanha de amostragem foram maiores, principalmente no caso das amostras de água das cisternas, que foram reprovados nesta campanha pela Portaria. Partículas insolúveis, suspensas na água, argilas, siltes, margas, calcário, compostos de ferro, matéria orgânica finamente dividida e outros sólidos suspensos de diferentes diâmetros, introduzem turbidez nas águas. A contaminação pode ser antrópica ou natural. Chuvas intensas podem deixar com aspecto de lama a água de poços, quando esses são alimentados com fluxo que drena substratos fraturados, ou que propicia grande arraste de argilas. Também pode ser por erosão do aquífero (COUTINHO, 2000).

Esta turbidez acentuada na 2ª campanha pôde ser atenuada após o processo de filtração apresentando valor dentro do permitido para o consumo.

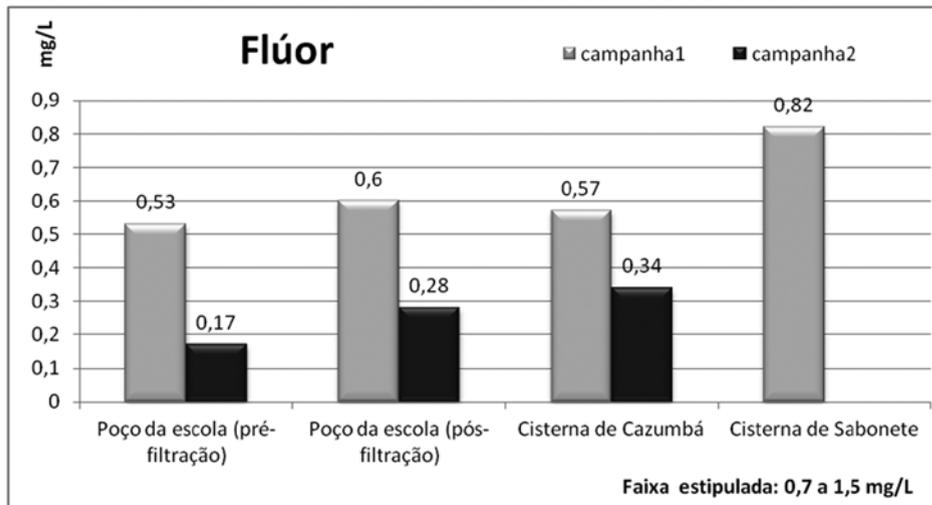
Figura 4 - Resultado dos valores de cloro livre por ponto de amostragem nas 1ª e 2ª campanhas



Foi observado, na Figura 4, que nenhuma das amostras alcançou o valor mínimo estipulado pelo Ministério da Saúde que é de $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$. O cloro livre representa a concentração de ácido hipocloroso (HClO) e íons hipoclorito (OCl^-) presentes em água, que são agentes desinfetantes adicionados nas estações de tratamento de água. Enquanto que o cloro total é a soma do cloro livre mais cloro combinado com aminas.

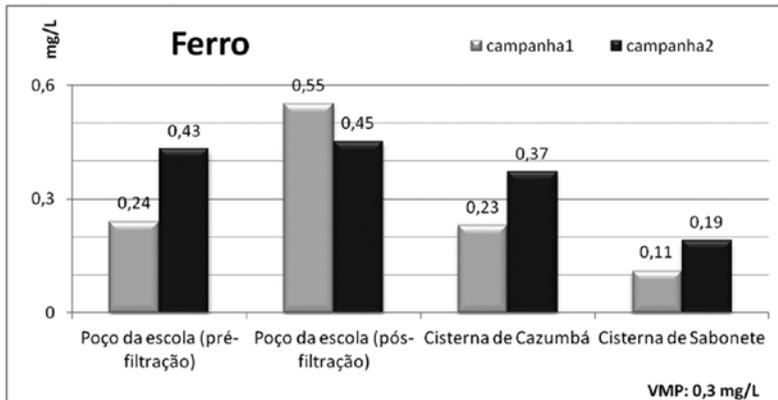
Em águas naturais, como a subterrânea, não há adição de cloro. A baixa concentração de cloro na água dos reservatórios pode ser devido: à falta de limpeza na cisterna, onde a poeira e matéria orgânica podem consumir o cloro; à exposição ao calor e sol, volatilizando o cloro adicionado; ao revestimento interno inadequado dos tanques de caminhões-pipa.

Figura 5 - Resultado dos valores de flúor por ponto de amostragem nas 1ª e 2ª campanhas



O valor mínimo estipulado para flúor é de $0,7 \text{ mg.L}^{-1}$. Na Figura 5, a única amostra de água que está de acordo com a Portaria é a do reservatório de Sabonete, na 1ª campanha.

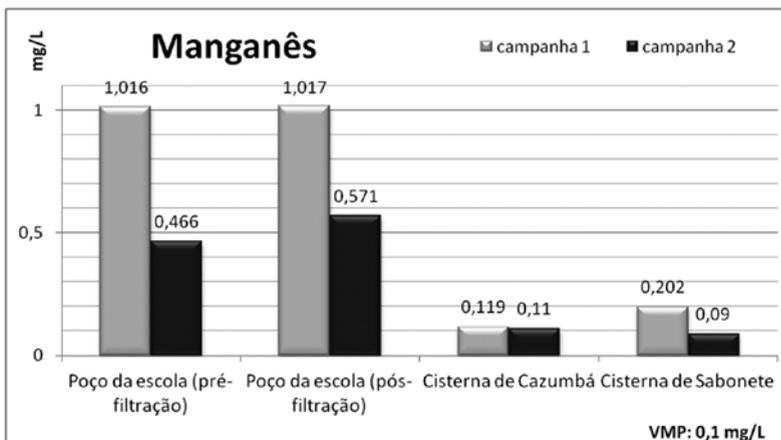
Como não há adição de flúor na estação de tratamento que abastece o município e os caminhões-pipa, essa concentração se deve a espécies de flúor encontrados naturalmente nos lençóis freáticos devido ao contato com rochas que sofrem intemperismo. Os valores na 1ª campanha (seca) podem ter sido maiores, pois os elementos presentes na água estão menos diluídos.

Figura 6 - Resultado dos valores de ferro por ponto de amostragem nas 1ª e 2ª campanhas

Algumas amostras ultrapassaram o valor máximo permitido para este parâmetro, que é de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$, como observado. O excesso desse elemento nas amostras de água, em ambas as estações, reflete a contaminação por ambiente externo natural, visto que a região é rica neste elemento (CORDEIRO, 2008; PEZZARINO, 2010).

Após a filtração da água de poço, observou-se um aumento da concentração, principalmente na 1ª campanha, o que pode ser devido a falta de limpeza dos filtros. Por ser uma água tratada, a amostra de água do reservatório de Cazumbá, na 2ª campanha, não deveria ter apresentado valor acima do permitido, o que mostra possibilidade de falha no tratamento ou distribuição pelo caminhão-pipa.

Para os reservatórios, obteve-se um maior valor de ferro na 2ª campanha, o que pode ser devido a gradativa deterioração do interior do tanque do caminhão-pipa, pela ação corrosiva do cloro, que expõe o material metálico.

Figura 7 - Resultado dos valores de manganês por ponto de amostragem nas 1ª e 2ª campanhas

Para manganês, na Figura 7, as amostras de água subterrânea apresentaram altos valores, sendo dez vezes maior que o permitido na 1ª campanha. Os reservatórios, também, apresentaram valores um pouco maior que o permitido, com exceção do reservatório de Sabonete na 2ª campanha. A Portaria 2914/2011 do MS permite que este parâmetro tenha valor superior ao VMP estipulado, desde que esteja complexado com outros compostos, não ultrapassado 0,4 mg.L⁻¹.

Apesar de o manganês apresentar afinidade geoquímica com o ferro, não foi vista correlação positiva entre estes elementos já que não se encontram mais em ambiente anóxico (ZIMBRES, 2010).

Os principais inconvenientes causados à comunidade devido ao excesso de ferro e manganês na água são o sabor, ou melhor, sensação de adstringência e a coloração marrom-avermelhada, decorrente da precipitação, que mancham roupas durante a lavagem e utensílios sanitários.

Tabela 1: Ausência ou presença de contaminação por coliformes totais e termotolerantes por ponto de amostragem nas 1ª e 2ª campanhas

Campanha	Coliformes Totais		Coliformes Termotolerantes	
	1ª	2ª	1ª	2ª
Poço da escola (pré-filtração)				
Poço da escola (pós-filtração)				
Cisterna de Cazumbá				
Cisterna de Sabonete				

Em relação à contaminação das amostras, a Portaria 2914/2011 do MS estabelece, para padrão microbiológico da água para consumo humano, ausência de coliformes totais e coliformes termotolerantes em 100 mL de amostra de água. Foi observado apenas a presença de coliformes totais, tanto na saída do poço da escola, quanto no reservatório de Sabonete, em ambas as campanhas. O segundo ponto de amostragem de água subterrânea não apresentou contaminação por coliformes totais, o que pode ser devido ao processo de filtração, ao qual é submetida a água para seu consumo. A presença de coliformes totais é comum na natureza, já contaminação por coliformes termotolerantes não ocorreu, possivelmente, devido a grande distância entre o poço da escola e fossas vizinhas.

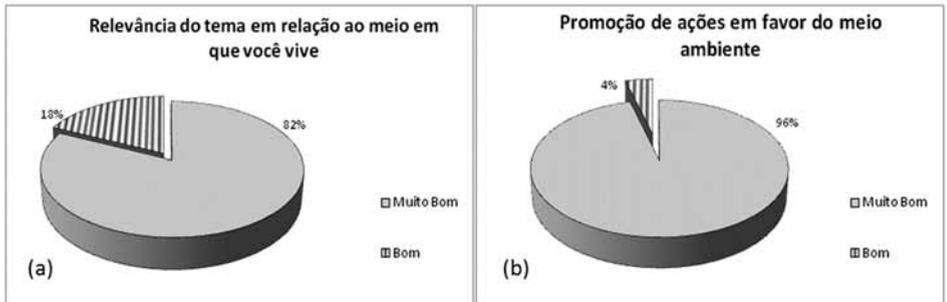
Quanto ao reservatório, somente o de Sabonete apresentou contaminação, que pode ser devido a contaminação externa, como poeira, por falta de limpeza, ou volatilização do cloro adicionado devido ao calor.

Projeto de Educação Ambiental

Ainda no último encontro, 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.

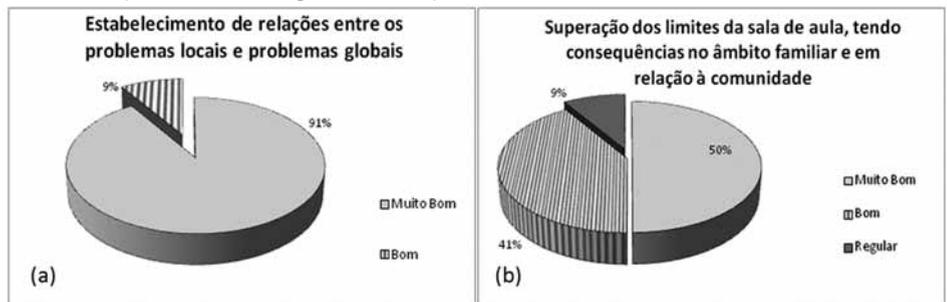
Figura 8 – Opinião dos alunos sobre a aplicação do Projeto de Educação Ambiental segundo (a) a relevância do tema e (b) promoção de ações em favor do meio ambiente



Quando se pensa no uso da água subterrânea como principal forma de consumo d'água, além do seu uso em irrigação, como em plantações de abacaxi, comum 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 9 – Opinião dos alunos sobre a aplicação do Projeto de Educação Ambiental nos quesitos (a) relação entre problemas locais e globais e (b) superação dos limites de sala de aula



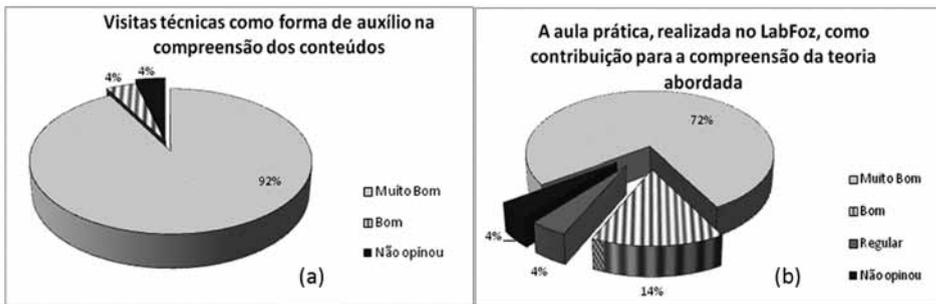
O saneamento básico precário, que se reflete no ineficiente abastecimento de água potável e na falta de tratamento de esgoto, é uma realidade vivida nos 5° e 6° distritos de São João da Barra (OLIVEIRA, 2011), assim como em diversos lugares do Brasil. Durante o desenvolvimento do projeto, foi mostrada a posição dos melhores e piores municípios brasileiros no ranking de saneamento, divulgado pelo Instituto Trata

Brasil. Nele, foi mostrado que o município vizinho Campos dos Goytacazes, em 2008, ocupava a 51ª posição.

Além disso, a escassez de água no mundo e a consequente necessidade do bom uso da água, sem desperdício, representam fatos que já não podem ser ignorados. A fim de sensibilizar os alunos, foi mostrada a carta ao ano 2070, uma narração na qual é retratado um futuro repleto de limitações quanto ao uso de água e, que estará próximo, se nossos recursos não forem usados com cautela.

Foram apresentados aos alunos sugestões para minimizar o desperdício de água tanto na escola quanto em suas respectivas residências e também para a melhoria da qualidade de água subterrânea. A proposta de um tratamento simplificado de aeração, filtração e posterior cloração foi bem vista pelos alunos, já que alguns já realizavam, em suas casas, o processo de filtragem na caixa d'água, mas que não era bem sucedido, devido ao acúmulo de precipitados de ferro e manganês.

Figura 10 – Opinião dos alunos sobre a aplicação do Projeto de Educação Ambiental nos quesitos (a) visitas técnicas e (b) aula no LabFoz



O processo de tratamento de água que, na disciplina de Química, no Ensino Médio, é abordado em separação de misturas, foi visto na própria estação de tratamento de água numa visita técnica realizada na concessionária “Águas do Paraíba” que abastece o município de Campos dos Goytacazes e na mini – ETA que abastece a UPEA, que também foi visitada pelos alunos.

Ainda na UPEA, os alunos puderam realizar alguns dos ensaios físico-químicos que foram feitos no diagnóstico da água consumida em Cazumbá. No LabFoz, foram mostrados a estrutura, os equipamentos e as vidrarias pertinentes a um laboratório de Química, assim como algumas normas de segurança. Também foram mostrados os procedimentos de análise, com uma breve explicação sobre o funcionamento dos equipamentos. Foi reforçado também o que representa a alta/baixa concentração ou presença/ausência dos parâmetros físico-químicos estudados.

Considerações finais

Foi objeto deste trabalho a avaliação da qualidade da água utilizada em Cazumbá e Sabonete, tanto do reservatório da localidade, que é abastecida por caminhão-pipa, quanto do poço freático da escola estadual João Coelho da Silva que não tem abastecimento de água tratada.

Esse estudo gerou resultados os quais apontam que a água, na maioria dos parâmetros analisados, não está própria para o consumo, segundo a Portaria 2914/2011 do MS. Esses dados serviram de base para a implementação de um projeto de educação ambiental na escola que além de Sabonete e Cazumbá, atende outras localidades do 5º distrito de São João da Barra; de forma que os alunos tomem 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.

Certas medidas poderiam ser adotadas para tentar melhorar a qualidade desta água, como: a manutenção adequada dos veículos distribuidores, pois foi observado que os tanques dos caminhões estavam velhos e enferrujados, além de apresentarem péssimas condições de higiene; e a limpeza correta e frequente da cisterna de armazenamento da comunidade.

Em relação à água subterrânea, devido à grande presença de ferro e manganês, é necessário um processo de cloração, aeração e filtração adequado ao consumo. Além disso, é importante a frequente limpeza das caixas d'água para evitar o acúmulo de matéria orgânica e proliferação de microrganismos.

É necessário que o poder público se responsabilize pelos caminhões-pipa, e pelo fornecimento adequado de água para consumo humano, estabelecido pela Portaria 2914/2011 do MS que exige do responsável a garantia de tanques apropriados com a inscrição "ÁGUA POTÁVEL" e de uso exclusivo para armazenamento e transporte de água tratada, além de assegurar um teor mínimo de cloro livre de 0,2 mg.L⁻¹. É necessária também a limpeza dos reservatórios, pois muitos moradores utilizam esta água para beber, cozinhar e na limpeza, mas se estiver contaminada, pode provocar doenças.

Em relação ao 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 o trabalho.

A intenção do projeto foi provocar não só os alunos quanto à melhoria da qualidade de água em suas residências e na escola, diante dos resultados obtidos, como também a minimização de desperdício de água e dar subsídios para que os discentes possam recorrer ao poder público com o intuito de reivindicar seus direitos quanto ao saneamento básico.

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

ALBA, A.; GAUDIANO, E.G. Evaluación de programas de Educación Ambiental. México: Universidade Nacional Autónoma do México.1997.

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

BASTOS, R.K.X. Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. Anais... ABES, 2000. Ref. II-057.

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. CONAMA. Resolução nº 396, de 03 de Abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso: 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. MEC; Ministério do Meio Ambiente. MMA. Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm>. Acesso: 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente/saúde. Secretaria da Educação Fundamental 3 ed. Brasília: A Secretaria, 2001. 128p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de Março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

2004. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br>>. Acesso: 2012.

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.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. MMA. Secretaria de Recursos Hídricos - SRH. Água: Manual de uso. Vamos cuidar de nossas águas. Implementando o plano nacional de recursos hídricos. Síntese Executiva. Brasília: 2006.

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 apresentada (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.

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

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

MEDINA, N. M. A formação dos professores em Educação Ambiental. In: Panorama da educação ambiental no ensino fundamental. Brasília : MEC ; SEF, 2001. 149 p. : il.

OLIVEIRA, K. C. de ; ROSA, R. R. ; NUNES, T. C. G.; SIMÕES, T. S. G. ; OLIVEIRA, V. P. S. Avaliação de análise de água utilizada nas escolas dos 5º e 6º distritos de São João

da Barra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2010, Bauru-SP. Anais... v. 1. p. 1-7.

PEZZARINO, R da S. Avaliação da Qualidade da Água Utilizada nos Distritos de Campos dos Goytacazes, RJ. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - IFF *Campus* Campos-Centro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2010.

PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO - SÃO JOÃO DA BARRA Estado do Rio de Janeiro. Projeto de Lei (2006). Disponível em <<http://www.saojoaodabarra.gov.br>>. Acesso em: 9 mar. 2011.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. 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.

RIMA, Relatório de Impacto Ambiental. Infraestruturas do Distrito Industrial de São João da Barra. Ecologus Engenharia Consultiva, 2011.

SILVA, P. B. da; BEZERRA, V. S.; GREGO, A.; SOUZA, L.H.A. de. 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: 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: jan. 2012.

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, n. 1, fev. 2009.