

# Água: de onde vem? Para onde vai?

Haroldo Candal da Silva<sup>1</sup> (IC), Magno Silva<sup>2\*</sup> (IC) e Maria de Fátima Teixeira Gomes<sup>3</sup> (PQ)  
[mq.magno.silva@gmail.com](mailto:mq.magno.silva@gmail.com)

<sup>1</sup>Licenciatura em Química, Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

<sup>2</sup>Licenciatura em Química, Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

<sup>3</sup>Depto de Química Geral e Inorgânica, Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Palavras-Chave: água, conhecimentos prévios, contextualização

**RESUMO:** o trabalho relata a aplicação do tema “água: de onde vem? para onde vai?” em aulas de Química em uma escola pública de EM no Rio de Janeiro. O projeto foi desenvolvido no âmbito do PIBID e visou promover melhorias no ensino-aprendizagem por meio da contextualização e da participação dos estudantes em atividades interdisciplinares e extraclasse, complementares às desenvolvidas em sala de aula pelo professor. Consistiu basicamente de cinco etapas: levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes; aulas expositivas com apresentação de seminário seguido de debates; visita a uma estação de tratamento de água; produção de textos, cartazes e maquetes e exposição do material em uma Feira de Ciências realizada na escola. As concepções prévias dos estudantes, que nortearam o encaminhamento dado às etapas posteriores, são aqui discutidas à luz de informações de diferentes fontes. O conjunto de atividades realizadas favoreceu aos estudantes reelaborar suas ideias sobre o tema.

## INTRODUÇÃO

O tema “Água: de onde vem? Para onde vai?” foi aplicado em uma escola da rede pública estadual de Ensino Médio, no Rio de Janeiro, em cumprimento as metas previstas no subprojeto de Química, participante do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, que integra o projeto “*Saber Escolar e Formação Docente no Ensino Médio*”. A Capes concede bolsas de iniciação à docência para licenciandos e para coordenadores e supervisores responsáveis pelo PIBID nas instituições de Ensino Básico e Superior, e também apoia financeiramente as demais despesas a ele vinculadas.

O projeto didático desenvolvido na escola relacionado ao tema “Água: de onde vem? Para onde vai?” pautou-se na contextualização e na interdisciplinaridade, princípios preconizados nas DCNEM, e nas propostas de abordagens de temas ambientais e sociais (do cotidiano) para o ensino de Química apresentadas nos PCNEM e nas OCNEM (BRASIL, 1998, 2000, 2006). A proposta foi de superar ou minimizar as dificuldades dos alunos, de forma a favorecer uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos, através de iniciativas de resgates de seus conhecimentos prévios, de valorização do saber cotidiano, de participação em atividades experimentais e de produção de textos e de modelos explicativos. As atividades experimentais a que nos referimos estão compreendidas em um contexto mais amplo, como sugerem SILVA *et. al.* (2010), podendo ser realizadas em sala de aula e, ou, em laboratório ou contemplar visitas planejadas a laboratórios de instituições de ensino e pesquisa ou de indústrias, a museus de ciência, a empresas de tratamento de lixo, de água, de esgoto, etc. Assim sendo, naturalmente aplica-se a interdisciplinaridade e a contextualização recomendada nos documentos oficiais que norteiam o ensino de Ciências da Natureza e de suas Tecnologias.

Diferentemente das propostas apresentadas por SILVA (2003) e SILVA *et.al.* (2008), a temática água não foi utilizada como uma forma de organizar os conteúdos de Química. Desse modo, os conceitos químicos não foram apresentados partindo do

projeto, até porque o projeto teve início no segundo semestre e os alunos já dispunham de uma base conceitual preliminar sobre a identificação de materiais e substâncias, quando foram abordadas propriedades físicas e químicas, densidade, temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade; sobre métodos de separação de misturas e sobre modelos atômicos. Por outro lado, os estudantes já estavam familiarizados com a discussão de temas ambientais e sociais, uma vez que escola adotou o livro didático: Química & Sociedade (SANTOS & MÓL, 2008), que se caracteriza por abordar em cada unidade um tema social, no qual contextualiza um conhecimento químico. O tema lixo, que permeia os capítulos iniciais do livro, também foi objeto de estudo, e foi abordado em outro projeto didático, nas mesmas turmas. Desse modo, o tema “Água: de onde vem? Para onde vai?” foi usado como mais um recurso para interligar conteúdos químicos e contextualizá-los nas várias temáticas do cotidiano.

## METODOLOGIA

O presente trabalho se inicia com um delineamento de pesquisa qualitativa do tipo levantamento, que segundo GIL (1995, p.76) “se caracteriza pela interrogação direta das pessoas cujos comportamentos se deseja conhecer”. O autor destaca como uma das principais vantagens dos levantamentos o “conhecimento direto da realidade”. O levantamento foi o ponto de partida do projeto de ensino “Água: de onde vem? Para onde vai?” que foi desenvolvido em duas turmas do 1º ano, matutino, em uma escola da rede pública estadual de Ensino Médio, situada no bairro de São Cristovão, no município do Rio de Janeiro. As turmas tinham dois tempos semanais com aulas regulares de Química, espaço-tempo em que foi cumprido o currículo mínimo da Secretaria de Estado de Educação, SEEDUC-RJ, e mais dois tempos em Projeto onde se deu o desenvolvimento das atividades previstas no âmbito do PIBID. As atividades aqui relatadas foram executadas no segundo semestre letivo de 2011. Inicialmente foram levantadas, através da aplicação de um questionário com perguntas abertas, as concepções prévias dos alunos sobre o tema. Foram formuladas as seguintes questões:

1. De onde vem a água que abastece a cidade do Rio de Janeiro e municípios vizinhos?
2. Por que motivo a água é tratada antes de chegar as nossas residências?
3. Qual empresa é responsável pelo tratamento e distribuição da água?
4. Para onde vai a água depois que é utilizada? Ela pode ser reaproveitada? Como?
5. O que você entende por uso racional da água?

O questionário foi submetido a uma amostra não probabilística formada pelos estudantes presentes em sala de aula no dia de sua aplicação. Após uma leitura atenta, as respostas foram categorizadas, usando a palavra ou o tema como unidade de registro, pautando-se nas propostas de BARBIN (1997) para análise de conteúdo em pesquisas qualitativas. As frequências das asserções foram contabilizadas e apresentadas na forma de gráficos ou tabelas.

A análise de conteúdo das respostas ao questionário serviu de subsídio para a elaboração de uma apresentação, na forma de seminário, sobre o tema “Água: de onde vem? Para onde vai?” que abordou o ciclo da água, suas principais fontes naturais, tratamento, distribuição da água potável, uso racional e reaproveitamento da água. A apresentação do seminário em Powerpoint, seguida de debate, foi feita em dois tempos de aula e nas duas turmas de 1º ano.

Em outro momento, cinquenta estudantes participaram de uma visita à Estação de Tratamento de Águas do Guandu quando tiveram oportunidade de conhecer mais detalhadamente todas as etapas do tratamento de água e de obter respostas para questionamentos iniciais. Por último, alguns grupos de estudantes produziram cartazes e maquetes de estações de tratamento de água que foram exibidos em uma Feira de Ciências realizada na escola, quando tiveram que expor e explicar para a comunidade escolar os seus trabalhos. Outros grupos participaram do Experimento Global “pH do Planeta” analisando água da chuva, de rios e de cachoeiras, usando para isto soluções coloridas indicadoras de pH. O Experimento Global foi conduzido durante o Ano Internacional da Química - AIQ 2011 e integrou uma série de eventos propostos pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), que foi coordenado no Brasil pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Os valores médios de pH provenientes dos resultados das análises das amostras de água foram lançados no Banco de Dados Nacional do Experimento Global (Global Experiment Database), juntamente com informações sobre a amostra analisada e da escola, através do portal da Química Nova Interativa (QNIInt) da Sociedade Brasileira de Química.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário foi respondido por sessenta e seis estudantes. O perfil de respostas à questão 1 “De onde vem a água que abastece a cidade do Rio de Janeiro e municípios vizinhos?” é apresentado na figura 1. A resposta mais adequada seria que vem do rio Guandu, apresentada por 27% dos respondentes, mas foram consideradas aceitáveis respostas como: de rios de uma maneira geral, sem especificar quais, de estações ou usinas de tratamento de água ou da CEDAE. O rio Guandu é formado pelos rios Ribeirão das Lajes, Piraí e Paraíba do Sul. Em Barra do Piraí, 2/3 da vazão do rio Paraíba, cerca de  $160\text{m}^3/\text{s}$  de águas, são captados e bombeados na elevatória de Santa Cecília para as usinas do Sistema Light e são conduzidas ao reservatório de Santana, formando então o rio Guandu, onde se localizam a captação e a estação de tratamento de água da CEDAE.

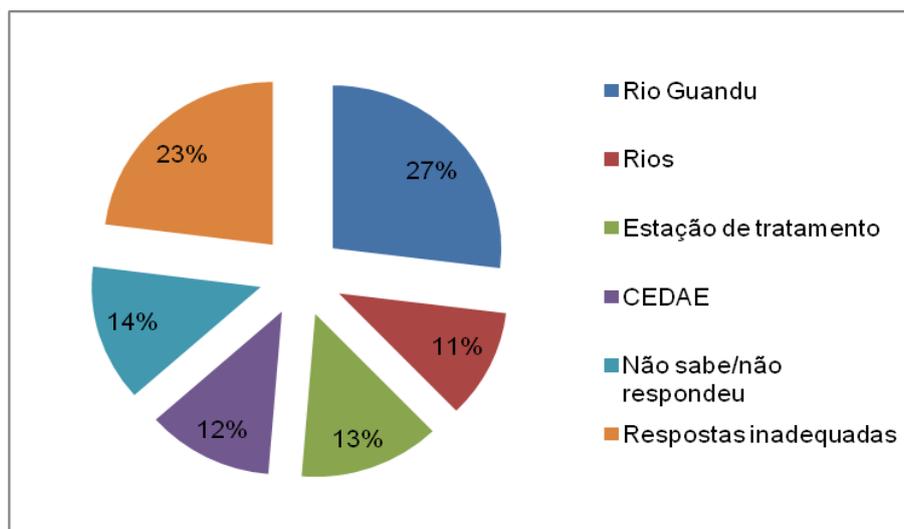


Figura 1: Percentual de respondentes, por categoria de resposta, a pergunta “De onde vem a água que abastece a cidade do Rio de Janeiro e municípios vizinhos?”

Segundo dados do Instituto Estadual do Ambiente, Inea, os rios Guandu e Paraíba do Sul são os mais importantes rios do Estado do Rio de Janeiro, já que são responsáveis pelo sistema de abastecimento d'água para mais de 12 milhões de pessoas, incluindo 85% dos habitantes da Região Metropolitana. As respostas inadequadas (23%) surpreenderam não só pelo quantitativo, mas principalmente, devido a sua natureza. Constatou-se que alguns estudantes associam a captação e o fornecimento de água a usinas hidrelétricas e não diferenciam estas de estações de tratamento de água. Os alunos demonstraram desconhecimento da localização geográfica de rios e de usinas hidrelétricas tendo sido citados importantes rios do Brasil, como o rio São Francisco, o rio Manso e os rios da Amazônia, e além de citar Sobradinho, não como uma usina hidrelétrica posicionada no rio São Francisco, mas como um rio. A água é um importante recurso energético na matriz brasileira, e ao que parece, para alguns estudantes, não está claro como se dá o fornecimento de água e o de energia elétrica. Mostrando um total desconhecimento dos requisitos das fontes de água de abastecimento foram citados oceanos, inclusive o Pacífico, e a Baía de Guanabara esta, talvez, por ser uma importante referência natural e mesmo cultural do município do Rio de Janeiro e dos demais municípios que a margeiam. Também foi citado que a água vem de cachoeiras, caixas d'água e torneiras. O quadro 1, resume as principais asserções consideradas inadequadas e as frequências com que elas apareceram nos discursos dos estudantes. Alguns estudantes citaram mais de uma fonte, por exemplo: "dos mananciais de Sobradinho e do Rio Manso"; "do oceano Pacífico e rios da Amazônia".

**Quadro 1: Asserções inadequadas referentes a pergunta "De onde vem a água que abastece a cidade do Rio de Janeiro e municípios vizinhos?" e a frequência com que aparecem no discurso**

<i>Asserções inadequadas</i>	<i>Frequência</i>
<i>Usinas Hidrelétricas</i>	4
<i>Rios de outros Estados da Federação</i>	4
<i>Baía de Guanabara</i>	2
<i>Oceanos</i>	6
<i>Caixas d'água, torneiras</i>	2
<i>cachoeira</i>	1

As respostas à questão 2 "Por que motivo a água é tratada antes de chegar as nossas residências?" foram classificadas nas categorias: adequada, aceitáveis; e inadequadas. O quadro 2, apresenta a incidência de respostas de acordo com esta classificação. Nota-se, pelo padrão de respostas, que os estudantes têm conhecimento da necessidade da água ser tratada antes de ser utilizada, mas apenas quatro respondentes usaram o termo "potável" para caracterizar a água própria para consumo. Percebe-se também uma nítida preocupação com a poluição das águas em afirmações do tipo: "a água é tratada por motivo de segurança, para evitar doenças por causa da poluição ambiental" e "precisa ser tratada devido à poluição dos rios e a negligência da população com relação ao uso da água". A preocupação faz sentido. Segundo o Inea, a ocupação urbana da bacia do rio Guandu contribui significativamente para a poluição do rio e seus afluentes, traduzidos, principalmente, pelos altos teores de coliformes fecais presentes em suas águas. As atividades humanas constituem, de fato, a maior

ameaça à qualidade das águas do rio Guandu, especialmente porque grande parte dos municípios compreendidos em sua bacia, não dispõe de serviços eficientes de coleta de lixo e de disposição final de resíduos sólidos.

**Quadro 2: Categorização das respostas em relação à pergunta “Por que motivo a água é tratada antes de chegar as nossas residências?” e a frequência com que aparecem no discurso**

<i>Categoria</i>	<i>Asserções</i>	<i>Frequência (em %)</i>
<i>Adequada</i>	<i>para torná-la potável</i>	<i>4%</i>
<i>Aceitáveis</i>	<i>porque contém impurezas/ é suja/ é poluída</i>	<i>35%</i>
	<i>porque contém bactérias/micróbios</i>	<i>23%</i>
	<i>para evitar doenças</i>	<i>17%</i>
<i>Inadequadas</i>	<i>porque conduz a eletricidade não fica limpa</i>	<i>21%</i>
	<i>porque vem de oceanos, não é própria para o uso</i>	
	<i>porque contém sal em excesso</i>	
	<i>porque vem com doenças</i>	
	<i>porque vem do esgoto, etc</i>	

Nas respostas a segunda questão está nítida mais uma vez a relação que os estudantes estabelecem entre estações de tratamento de água e usinas hidrelétricas e, o desconhecimento do processo de geração de energia usando essa matriz. Também reaparece aqui a concepção que os oceanos poderiam ser fontes de água para o abastecimento da população, daí a necessidade de tratamento para remoção do sal...

No diz respeito a pergunta 3 “Qual empresa é responsável pelo tratamento e distribuição da água?” 85% dos respondentes informaram a sigla correta da empresa, (CEDAE), embora somente um tenha escrito a denominação correta por extenso, Companhia Estadual de Águas e Esgoto; 14% dos estudantes escreveram a sigla com a grafia errada (cedai, sedae, sedaei e senai), um indicativo que o conhecimento foi adquirido pela oralidade. Apenas, um estudante deixou a questão em branco.

O perfil de respostas obtido para o conjunto de perguntas do item 4 “Para onde vai a água depois que é utilizada? A água, depois de utilizada, pode ser reaproveitada? Como?”, apresentado nas figuras 2 e 3, mostrou que 71% dos estudantes acreditam que, ao menos na região em que vivem, a água, depois de utilizada nas atividades cotidianas, é lançada no esgoto e que posteriormente não passa por qualquer tratamento. Foi feita menção a esgotos lançados em rios, na Baía de Guanabara, praias e oceano. 82% dos respondentes estão cientes que a água poderia ser reaproveitada, entretanto cerca de 40 % declarou não saber como isso ocorre. Todos os estudantes que afirmaram ser possível reaproveitar a água após um tratamento (foi sugerido filtração, destilação, e tratamento químico), consideraram que o procedimento ocorre em estações de tratamento de água, não houve menção a estações de tratamento de esgoto.

Realmente é alta a falta de investimentos em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). A região Metropolitana do Grande Rio, com uma população de 11,8 milhões de habitantes, o que corresponde a 74,2% da população do Estado do Rio de Janeiro (Censo 2010), conta com nove estações de tratamento (Penha, Alegria, Ilha do Governador, Acari, Pavuna, Sarapuí, Icarai, Toque Toque e Barreto) e dois emissários submarinos (Ipanema e Barra) e trata, somente, cerca de 40% do esgoto produzido. Recentemente, o próprio governador do Estado, durante cerimônia de lançamento de um programa de esgotamento sanitário para a zona oeste do Rio de Janeiro, declarou que apenas 4% do esgoto coletado naquela região é tratado e que pretende investir R\$ 1,6 bilhão para ampliar o tratamento para 40% nos próximos 10 anos. O programa visa a construção de quinze estações de tratamento e evitar o despejo *in natura* do esgoto coletado nas baías de Sepetiba e Guanabara.

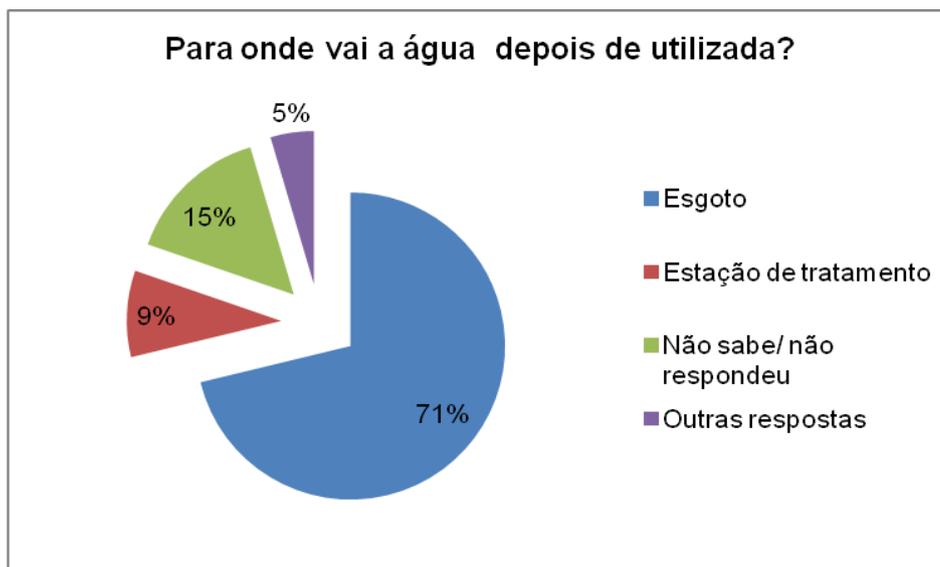


Figura 2: Percentual de respondentes, por categoria de resposta, a pergunta “Para onde vai a água depois de utilizada?”



Figura 3: Percentual de respondentes, por categoria de resposta, as perguntas “A água, depois de utilizada, pode ser reaproveitada?” “Como?”.

Somente 9% dos estudantes que responderam o questionário, consideraram que, após o tratamento do esgoto, a água pode ser reutilizada (figura 2), tendo sido citadas as seguintes aplicações: lavagem de ruas, de quintal, de carros, em hidrelétricas, em descargas sanitárias, em consumo “não humano”, etc. Face à crescente demanda por água, o reuso da água tratada produzida dentro das Estações de Tratamento de Esgoto é um tema atual e de grande importância. Este recurso pode ser utilizado para diversos fins, principalmente por prefeituras para lavagens de ruas, irrigação de áreas verdes, desobstrução de rede de esgotos, etc. tendo também uso nem diversos processos industriais, na refrigeração de equipamentos e na geração de energia. No Brasil a prática de reuso de água ainda está institucionalizada. Em maio de 2011, a CEDAE e a Petrobras assinaram um contrato inédito para reuso de água produzida a partir do tratamento de esgoto oriundo da Estação Alegria para uso no Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj). A água fornecida, com uma servirá para os processos de geração de vapor e resfriamento de caldeiras, entre outros. A vazão prevista para o empreendimento pode alcançar até 1500 litros por segundo, quantidade equivalente ao consumo de uma cidade de 500 mil habitantes, por exemplo, Niterói.

As respostas à questão 5 “O que você entende por uso racional da água?” foram categorizadas em adequadas, inadequadas e não sabe ou não respondeu, o perfil obtido está retratado na figura 4. Ao que parece, a questão não trouxe maiores dificuldades porque 76% dos estudantes compreenderam o significado da expressão e apresentaram exemplos de como proceder: “*não gastar água à toa*”; “*economizar o máximo possível*”; “*não desperdiçar*”; “*usar racionalmente*”; “*não demorar no banho*”; “*não deixar o chuveiro aberto na hora de se ensaboar*”; “*não ficar horas em um banho*”; “*fechar torneira enquanto escova os dentes*”; “*fechar bem a torneira*”; “*não deixar a torneira pingando*”; “*não lavar calçada e carro todo dia*”; “*usar menos água para lavar a louça*”; “*reaproveitar a água quando possível*”; “*usar de forma consciente*”, “*usar com responsabilidade*”; “*usar pensando que ela vai acabar*”; “*usar sabendo que é um recurso limitado*”, “*um recurso finito*”, etc.

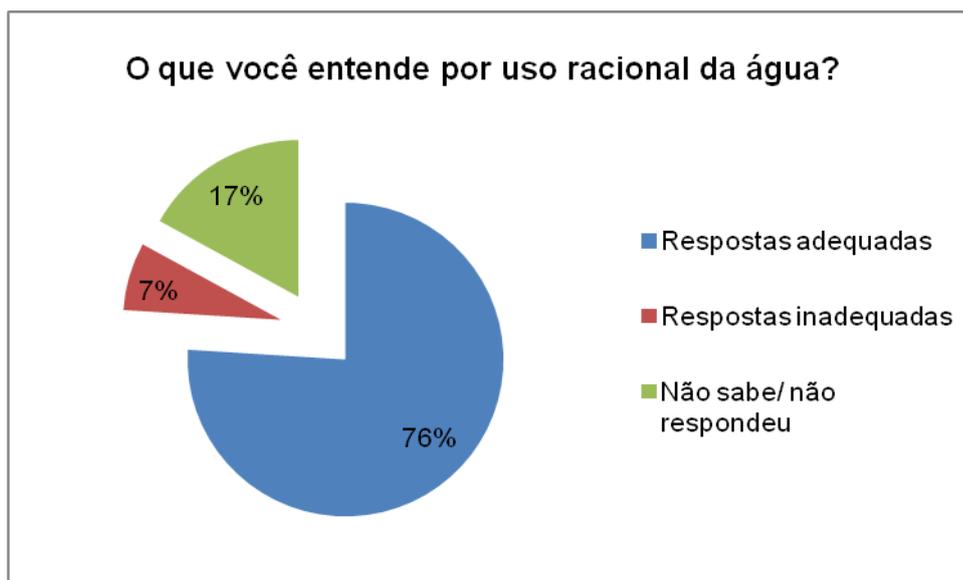


Figura 4: Percentual de respondentes, por categoria de resposta, a pergunta “O que você entende por uso racional da água?”.

O grau de conscientização dos estudantes em relação ao uso racional da água surpreendeu agradavelmente, uma vez que o estado do Rio de Janeiro, de acordo com o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2009 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), apresentou em 2009, assim como em 2007 e 2008, o maior consumo médio *per capita* de água registrado no país (189,1 litros/habitante-dia). Isto correspondeu a um consumo 11,0% superior à média da região Sudeste e 27,3% maior que a média do país. O valor do estado é fortemente influenciado pelo consumo médio *per capita* da CEDAE/RJ, igual a 201,1 litros/habitante-dia. Apesar do consumo médio *per capita* de água, em 2009, registrado no estado do Rio de Janeiro ter sido elevado, houve uma significativa de 20% em relação ao consumido em 2008. Outro dado alarmante e que deve ser motivo de preocupação é a quantidade de perda de água. Segundo o Diagnóstico do SNIS, em 2009, em média no Brasil o índice de perdas na distribuição, que corresponde à diferença entre o volume de água disponibilizado para distribuição e o volume de água consumido, foi de 39%. No estado do Rio de Janeiro a perda atingiu 54%. Além disso, há desperdício de água nas atividades rotineiras. A revista Veja Rio de 11/04/2012, apresentou um gráfico, aqui reproduzido na figura 5, que mostra que o carioca utiliza 39% da água que consome em higiene pessoal. Neste sentido é louvável perceber que os adolescentes estão cientes desse desperdício, uma vez que dos cinquenta estudantes que deram respostas adequadas à questão 5, dezoito (36%) se referiram a economizar água em atividades relacionadas à higiene pessoal.

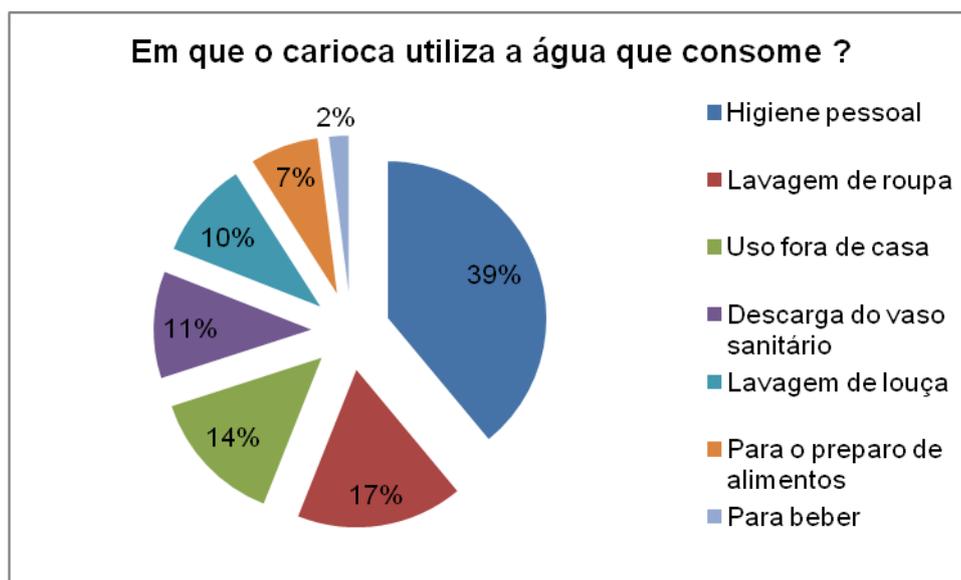


Figura 5: Percentual de utilização, por atividade cotidiana, da água consumida pelos cariocas, segundo dados da CEDAE, reproduzidos na revista Veja Rio de 11/04/2012.

A iniciativa de resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes, a partir de respostas livres a um questionário, não tendo havido qualquer indução de resposta por meio da interferência do professor ou por consultas a qualquer veículo de informação, nem antes nem durante sua aplicação, possibilitou conhecer as concepções próprias dos adolescentes, que revelaram concepções trazidas muitas vezes de vivências adquiridas fora do ambiente escolar e que refletiram especialmente saberes do cotidiano, foi de grande valia para o planejamento das atividades seguintes.

O seminário foi elaborado visando fornecer uma visão ampla sobre o tema água, e tendo o ciclo da água como ponto de partida, abordou sua importância, disponibilidade, captação, tratamento, distribuição, uso racional e reuso. As aulas teóricas e experimentos demonstrativos reforçaram os conhecimentos químicos relacionados às propriedades físicas e químicas das substâncias e aos processos de separação de materiais, abordando ainda os conceitos de acidez e basicidade, a escala de pH e o uso de soluções indicadoras coloridas.

A visita à Estação de Tratamento de Água do Guandu mostrou-se uma ótima atividade experimental: os estudantes tinham vários questionamentos que puderam ser respondidos no local. Somente com a visualização do tamanho dos diversos tanques usados na estação de tratamento, os estudantes tiveram a dimensão do volume de água tratada.

O projeto pedagógico da escola contempla a realização de uma Feira de Ciências, como um evento anual que visa envolver a comunidade escolar em torno de um ou mais temas geradores. Em 2011, Ano Internacional da Química, foram propostos os temas: ambiente, saúde e alimentos. O projeto de ensino “Água: de onde vem? Para onde vai?” tinha, pois, uma inserção nos três temas. As duas turmas de 1ª série foram divididas em grupos, com um número variado de alunos, que, com auxílio do professor e dos bolsistas PIBID, realizam buscas em diferentes fontes de informação e elaboraram seus trabalhos, que foram exibidos, explanados e avaliados no dia do evento. Foram produzidos textos, cartazes e maquetes sobre o tema ambiente, e especialmente sobre a água. A Feira de Ciências da escola ocorreu duas semanas após a Semana Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, que transcorreu de 17 a 23 de outubro, que disponibilizou milhares de kits para realização do Experimento Global pH do Planeta por todo o país. Desse modo, este experimento também pode ser realizado na escola como parte dos trabalhos apresentados na Feira de Ciências.

## CONCLUSÕES

Avaliamos como positivo o desenvolvimento da temática “Água: de onde vem? Para onde vai?” com os estudantes do Ensino Médio, pois, a partir do levantamento e da análise de suas concepções prévias, foi possível propor uma sequência de atividades que permitiu que eles elaborassem suas próprias ideias sobre o tema. Isto contribuiu para que pudessem construir e utilizar o conhecimento adquirido na produção de textos e na criação de seus modelos explicativos. O projeto didático favoreceu novas aprendizagens e possibilitou a abordagem de conteúdos de química em um contexto social e ambiental. Os estudantes tornaram-se mais questionadores quando se viram diante de temáticas como a poluição dos rios e da Baía de Guanabara, a falta de saneamento básico e o uso racional da água.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Capes pelo apoio financeiro no Programa de Consolidação das Licenciaturas –PRODOCÊNCIA – e a concessão de bolsas PIBID aos dois licenciandos em Química, ao professor supervisor da escola e ao coordenador do Projeto na UERJ.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E ENDEREÇOS ELETRÔNICOS CONSULTADOS

BARDIN, L.; **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições 70, 1977.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resolução CEB nº 3 de 26 de junho de 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica (SEB), Depto de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 4ªed. São Paulo: Atlas, 1995.

SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S.; MATSUNAGA, R.T.; DIB, S.M.F.; CASTRO, E.N.F.; SILVA, G.S.; SANTOS, S.M.O. e FARIAS, S.B. **Química e sociedade**. 1ª ed. São Paulo: Nova Geração, 2008, volume único.

SILVA, B.S.; BEZERRA, V.S.; GREGO, A.; SOUZA, L.H.A. 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, agosto, p. 14-19, 2008.

SILVA, R.M.G. Contextualizando Aprendizagens em Química na Formação Escolar. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 18, novembro, p. 26-29, 2003.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem Medo de Errar. *In*: SANTOS, L. P. e MALDANER, O. A.(Org.) **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. (Coleção Educação em Química).

VEJA RIO. São Paulo: Editora Abril, v. 45, n. 15, abril, 2012.

MACHADO, C.J.S. **Reuso da água doce**. Disponível em: [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos\\_agua\\_doce/reuso\\_da\\_agua\\_doce.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/reuso_da_agua_doce.html). Acesso em: 12/04/2012.

PETROBRAS FATOS E DADOS. **Comperj utilizará projeto inédito de reuso da água**. Disponível em: <http://fatosedados.blogspetrobras.com.br/2011/05/03/comperj-utilizara-projeto-inedito-de-reuso-de-agua/>. Acesso em 12/04/2012.

**Governo do Rio admite que somente 4% do esgoto da zona oeste é tratado**. Disponível em <http://noticias.r7.com/rio-de-janeiro/noticias/governo-do-rio-revela-que-4-do-esgoto-da-zona-oeste-e-tratado-20110509.html>. Acesso em 12/04/2012.

**Experimento Global pH do Planeta**. Disponível em: <http://qnint.s bq.org.br/qni/>. Acesso em:18/10/2011.

**CEDAE**. Disponível em: <http://www.cedae.com.br/>. Acesso em: 12/08/2012.

**Rio Guandu**. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/fma/sub-bacia-guandu.asp>. Acesso em12/04/2012.

**Diagnóstico do Serviços de Água e Esgotos - 2009**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/index.php>. Acesso em: 12/04/2012.

RIBEIRO, L.C. (org.). **O Estado do Rio de Janeiro no Censo 2010**. Disponível em: [http://www.observatoriodasmetroles.net/download/documento01\\_censo2010RJ.pdf](http://www.observatoriodasmetroles.net/download/documento01_censo2010RJ.pdf). Acesso em 12/04/2012.