

ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL COMO PRÁTICA DE ENSINO EM QUÍMICA AMBIENTAL: DO MICROCOSMO AO MACROCOSMO

Alexandre Saron¹ (PG)*, Carmem Lúcia Amaral² (PQ)

¹Centro Universitário SENAC – Campus Santo Amaro

End: Avenida Eng. Eusébio Stevaux, 823 CEP 04696-000 São Paulo – alexandre.saron@sp.senac.br

²Universidade Cruzeiro do Sul – Campus Liberdade

End: Avenida Rua Galvão Bueno, 868 São Paulo

Palavras-Chave: Água Potável, Química Ambiental, Ensino Superior

RESUMO:

Este trabalho foi desenvolvido com alunos do Primeiro Ano do curso superior em Engenharia Ambiental do Centro Universitário Senac trabalhando com a temática água potável na disciplina de Química Ambiental. O objetivo foi ensinar técnicas analíticas de amostragem, análises químicas e microbiológicas de água de torneira bem como interpretar os resultados de acordo com a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. Este trabalho ocorreu em dois locais distintos. O primeiro, denominado de microcosmo, dentro do Centro Universitário do Senac com a água dos bebedouros e a atividade em ambiente macrocosmo trabalhando com a sociedade rural da APA Capivari – Monos, zona sul da RMSP. As conclusões obtidas em microcosmo foram divulgadas por cartazes nos bebedouros analisados e no ambiente macrocosmo as pessoas da sociedade receberam orientações diretas dos alunos.

INTRODUÇÃO

Dentre as tendências internacionais de investigação na didática das ciências destaca-se, entre outras, o ensino experimental e as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS (SCHNETZLER, 2002).

Vários autores citam que o objetivo central da educação de CTS no ensino é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS E MORTIMER, 2002). A proposta curricular de CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos (LÓPEZ e CERZO, 1996).

Os conteúdos dos currículos CTS apresentam uma abordagem de ciência em sua dimensão ampla, em que são discutidos muitos outros aspectos além da natureza da investigação científica e do significado dos conceitos científicos. Tal abordagem de ciências contribui também para aqueles que pretendem ingressar na carreira científica, que irão deparar com um novo modo de produção que exige uma visão cada vez mais multidisciplinar e reflexiva das ciências (GIBBONS, 1994).

Santos e Mortimer, em seu artigo publicado em Ensaio – Pesquisa e Educação em Ciências, 2002 diferenciam em poucas palavras o que seria a proposta de ensino em CTS com o que tradicionalmente ocorre em cursos de nível fundamental, médio e superior.

[...] se diferencia do modismo do assim chamado ensino do cotidiano, que se limita a nomear cientificamente as diferentes espécies de animais e vegetais, os produtos químicos de uso diário e os processos físicos envolvidos no funcionamento dos aparelhos eletro-eletrônicos. Um ensino que contemple apenas aspectos dessa natureza seria, a nosso ver, puramente enciclopédico, favorecendo uma cultura de almanaque. Essa seria uma forma de “dourar a pílula”, ou seja, de introduzir alguma aplicação apenas para disfarçar a abstração excessiva de um ensino puramente conceitual, deixando, à margem, os reais problemas sociais.

O meio ambiente, nos últimos anos, tem sido assunto altamente discutido em diferentes fóruns, não só de interesse governamental, mas também de entidades técnicas, organizações não governamentais e outras, todos preocupados com a sustentabilidade do ambiente para as futuras gerações. Dentro deste contexto, de incontestável importância, estão inseridos os recursos hídricos, que passa a compreender neste texto como água potável, fonte inesgotável de vida.

Sob o viés das grandes concentrações urbanas brasileiras como é o caso da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, a ampliação tecnológica e o desenvolvimento industrial contribuíram para o crescimento desordenado da população, que passou a se aglomerar ao redor dos grandes centros periféricos em locais com infra-estrutura e saneamentos precários. Não é difícil pensar em redução de disponibilidade de água potável, e por conseqüência, em degradação da qualidade de vida das pessoas inseridas nesse contexto.

As doenças de veiculação hídrica são causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitidas basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado por água poluída com fezes (GRABOW, 1996). Desta forma, a água de consumo humano é um dos importantes veículos de doenças de origem hídrica como diarreias, hepatite, febre tifóide, dentre outras, o que torna primordial a avaliação de sua qualidade microbiológica.

O Ministério da Saúde, através do Gabinete do Ministro, publicou a Portaria 2914 em 12 de Dezembro de 2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, em substituição à anterior, a Portaria 518 de 2004.

De acordo com Santos e Mortiner, 2002, vários autores dizem que os currículos de CTS se articulam em torno de temas científicos ou tecnológicos que são potencialmente problemáticos do ponto de vista social. Segundo Ramsey (1993), um tema social relativo à ciência e tecnologia deveria ter sua origem nessas atividades e envolver um problema em torno do qual existam diferentes possibilidades associadas a diferentes conjuntos de crenças e valores. Nas discussões desses temas, seria importante que fosse evidenciado o poder de influência que os alunos podem ter como cidadãos, bem como as questões éticas e os valores humanos relacionados à ciência e à tecnologia.

No curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário Senac, os alunos desenvolvem habilidades e competências da profissão de Engenheiro através de disciplinas realizadas semestralmente. Dos dez semestres de curso, oito semestres tem a disciplina denominada de Projeto Interativo a qual busca interagir os conhecimentos que estão sendo adquiridos pelos alunos nos segmentos da engenharia voltada para o desenvolvimento sustentável respeitando os limites dos recursos naturais, sociais e econômicos. Nos dois primeiros semestres do curso, esta disciplina possui como intenção formativa os desafios sócios ambientais contemporâneos e atuação profissional com ética e responsabilidade social.

O objetivo geral deste trabalho foi aplicar a Portaria 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde com alunos do 2º semestre do Curso de Engenharia Ambiental, tramitando em duas escalas distintas de sociedade cuja denominação de microcosmo refere-se à sociedade acadêmica do Centro Universitário Senac e o macrocosmo a sociedade da APA Capivari-Monos, local este de atuação da disciplina de Projeto Interativo II. Os conhecimentos técnicos e científicos sobre água potável de forma interdisciplinar e o diagnóstico sócio ambiental sobre água para consumo humano, em relação a seis propriedades rurais da APA inserem-se nos objetivos específicos desta experimentação em sociedade externa ao Campus.

MATERIAL E MÉTODOS

No contexto dos conhecimentos tecnológicos e científicos estão as técnicas de amostragens e análises da água potável, o uso correto deste bem natural, armazenamento eficiente e os procedimentos de limpeza periódicas das caixas d'água das casas no intuito de não haver a falta de água, assim como, tê-la com qualidade para seus usos.

A sociedade ora denominada de microcosmo é constituída por alunos, professores e demais funcionários do Centro Universitário Senac. Os alunos do curso de Engenharia Ambiental necessitam de conhecimentos técnicos e científicos para o seu bom desempenho profissional futuro. A ementa da disciplina de Química Ambiental deste curso nesta IES enfatiza parte desta habilidade e competência do futuro engenheiro. Compete a esta disciplina priorizar assuntos sobre o tema "águas" e uma das abordagens está na água potável.

A interpretação de qualidade de água potável pode ser realizada em sala de aula auxiliado com o aspecto legal no caso a Portaria nº 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde. Por outro lado, a experimentação técnica da qualidade para a elaboração de um laudo analítico só é obtida através de aulas práticas em laboratório de química.

A amostragem de água potável no microcosmo foi realizada nos bebedouros do Campus Universitário segundo as técnicas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Cada grupo de alunos realizou uma amostragem para análises microbiológicas e físico-químicas em um determinado bebedouro dirigindo-se ao laboratório de química ambiental após a coleta. A Figura 1 ilustra os locais que possuem bebedouros analisados.



FIGURA 1 – Locais de amostragem de água no Centro Universitário SENAC.

As análises microbiológicas consistiram-se na determinação de contagem de bactérias heterotróficas e teste de presença / ausência de coliformes totais e fecais. Estas análises foram realizadas através da metodologia Colilert®.

As análises físico-químicas constituíram-se na determinação do pH, cor aparente, turbidez e as análises químicas de nitrato, nitrito, fluoretos e cloro residual livre foram realizadas utilizando-se do espectrofotômetro LaMotte® de feixe simples com curvas analíticas previamente preparadas, bem como com a utilização de reagentes analíticos da metodologia específica.

A disciplina de Projeto Interativo II também explorou o tema água potável. A aplicação destes conhecimentos junto com os alunos do 2º Semestre da Engenharia Ambiental foi realizada numa sociedade rural isolada localizada na Área de Proteção Ambiental – APA Capivari – Monos.

A APA Capivari-Monos abrange 1/6 da área do município de São Paulo, situada no extremo sul da metrópole, próxima às escarpas da Serra do Mar. Inserida na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo, a APA localiza-se dentro da Área de Proteção aos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo. Compreende a bacia hidrográfica do Capivari-Monos e parte das bacias da Billings e Guarapiranga,

cuja proteção é essencial para o abastecimento de água da metrópole. A Figura 2 ilustra a delimitação do local ora denominado de macrocosmo.

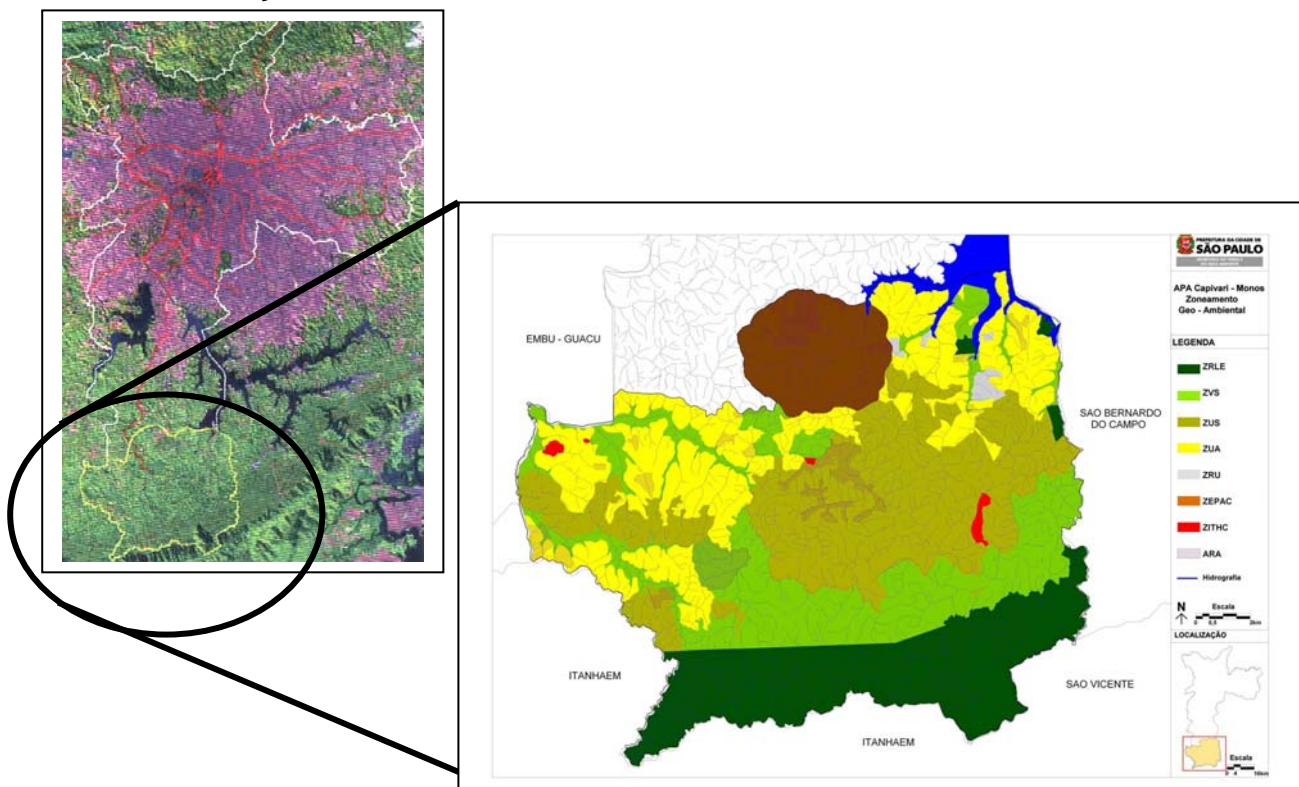


FIGURA 2- Região Metropolitana de São Paulo (o contorno em amarelo delimita a área da APA Capivari-Monos). Imagem de Satélite Landsat TM – 1993. Em destaque o mapa do zoneamento geoambiental da área delimitada da APA pela Prefeitura Municipal de São Paulo.

A APA limita-se a Norte pelo divisor de águas do ribeirão Vermelho (bacia Guarapiranga) e pelo limite da Área Natural Tombada de Cratera de Colônia (bacia Billings), a Leste com o município de São Bernardo do Campo, a Oeste com os municípios de Embú-Guaçu e Juquitiba e a Sul com o município de Itanhaém e São Vicente.

Ao criar a APA, o Poder Público Municipal de São Paulo está tomando a dianteira na proteção do meio ambiente e assumindo a responsabilidade por uma área até então quase esquecida, a zona rural, cujo manejo sustentável é essencial para assegurar a viabilidade da metrópole. Esta iniciativa está em sintonia com a Política Nacional de Recursos Hídricos, que pressupõe a gestão descentralizada, onde os municípios desempenham um papel fundamental.

Praticamente desconhecida dos habitantes das áreas mais centrais, esta região é um dos poucos locais do município onde a Mata Atlântica predomina, abrigo da fauna nativa e protegendo rios cristalinos e belas cachoeiras.

Segundo estimativa da Secretaria do Verde e Meio Ambiente – SVMA, vivem atualmente cerca de 65 mil pessoas na APA Capivari – Monos. Esse crescimento, mais de 50%, em menos de 10 anos, deve-se à expansão e adensamento do loteamento condomínio Vargem Grande, onde vivem, segundo a associação de moradores, 35 mil pessoas. O bairro da Barragem também vem se adensando significativamente com a transformação dos loteamentos rurais de chácaras em loteamentos urbanos. Na

Barragem vivem hoje, segundo a associação de moradores menos de 20.000 pessoas. Esta região adotada no trabalho de Projeto Interativo II está totalmente inserida na Área de Proteção aos Mananciais e na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, reconhecida pela UNESCO. A região possui indicadores sociais alarmantes, apresentando um dos mais baixos IDH do município. E neste sentido, o desafio consiste em aliar a proteção da biodiversidade e dos recursos naturais à melhoria da qualidade de vida da população local.

Para a elaboração do trabalho nesta comunidade os alunos realizaram levantamentos bibliográficos sobre a área de estudo e elaboraram um roteiro de entrevista com os proprietários das residências escolhidas para a realização de amostragem e análise de água. Os roteiros de entrevista foram compostos das seguintes perguntas para avaliar o uso adequado do bem finito, a água: Qual o consumo de água por mês? Quantas vezes na semana efetuam lavagem do piso (frente / fundos) da casa? O carro da família é lavado em casa? Quantas vezes na semana? Já verificaram se há vazamentos nas tubulações de água?

A segunda parte da entrevista foi para avaliar a qualidade da água utilizada em casa e conhecer sobre armazenamento de água na caixa d'água, a periodicidade de limpeza e procedimento de higienização da mesma. As questões foram: Qual o volume de sua caixa d'água? Quando aproximadamente que foi realizada a última limpeza da caixa d'água? Como foi realizada? O poço de água possui algum tipo de manutenção? E a fossa? Vocês fervem a água para ser utilizada?

A terceira e última parte da entrevista visou a percepção da qualidade da água que as pessoas da casa utilizavam: Você percebe algum gosto ou cheiro na água que você bebe? Ela já apresentou cor? Alguma vez alguém da casa já apresentou um diagnóstico médico de doença devida à água de torneira?

Foram avaliadas seis residências na área da APA cada qual supria sua necessidade de água em casa com água de poço, pois o sistema de água potável da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo não chegava para esta região rural. Além das entrevistas, os alunos realizaram um diagnóstico da água de torneira que utilizavam como "água potável". A Figura 3 ilustra esta etapa em uma das residências.



FIGURA 3 - Procedimento de amostragem de água potável para análises em uma das residências rurais da APA Capivari – Monos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os alunos realizaram o relatório técnico do experimento desenvolvido no ambiente microcosmo o qual constituiu em: introdução, objetivos, material e métodos, resultados e conclusões. Os itens introdução e objetivos caracterizaram-se com informações de qualidade de água potável e relevância do tema para a sociedade (uso, caixa d'água, outros). Em material e métodos foi apresentada a identificação do ponto de amostragem, a metodologia desta etapa e das análises realizadas. No item resultados, houve a comparação do laudo obtido com os valores da legislação atual de água potável. A etapa de conclusão verificou a potabilidade para os parâmetros analisados.

A Tabela 1 mostra os valores analíticos obtidos nas análises dos 4 bebedouros indicados na Figura 1.

TABELA 01 - Análise de água potável dos bebedouros do Centro Universitário Senac.

Parâmetro	Unidade	Portaria 2914/11 (V.M.P.)*	Local 01	Local 02	Local 03	Local 04
pH	upH	6,0 a 9,5	7,2	7,8	7,6	7,7
Turbidez	uT	5,0	0,05	0,05	0,05	0,05
Cor Aparente	mg/L	15	<5	<5	<5	<5
Nitrato	mg/L	10,0	4,2	3,7	2,9	2,4
Nitrito	mg/L	1,0	0,01	0,04	0,04	0,04
Fluoreto	mg/L	1,5	0,54	0,38	0,50	0,62
CRL total	mg/L	1,2 a 2,0	0,9	1,4	1,2	1,2
Bac. Heterotróficas	UFC/mL	500	380	110	140	160
Coliformes totais	NMP/100mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes fecais	NMP/100mL	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

*VMP: Valor máximo permitido

Esta análise crítica também foi realizada nos resultados das análises de água coletada, e mostrada na Tabela 2, nas seis residências localizadas na região delimitada da Figura 2.

TABELA 2 - Análise de água potável de casa da área rural da APA Capivari – Monos.

Parâmetro	Unidade	Portaria 2914/11 (V.M.P.)*	Casa 1	Casa 2	Casa 3	Casa 4	Casa 5	Casa 6
pH	upH	6,0 a 9,5	7,0	7,8	7,6	7,2	7,8	7,8
Turbidez	uT	5,0	1,1	0,8	1,0	1,2	5,89	0,05
Cor Aparente	mg/L	15	5	5	5	5	20	5
Nitrato	mg/L	10,0	8,6	8,3	7,1	9,2	16,4	4,8
Nitrito	mg/L	1,0	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08
Fluoreto	mg/L	1,5	0,15	0,14	0,12	0,16	0,14	0,17
CRL total	mg/L	1,2 a 2,0	0	0	0	0	0	0
Bac. Heterotróficas	UFC/mL	500	1640	1220	890	770	1450	410
Coliformes totais	NMP/100mL	Ausente	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Ausente
Coliformes fecais	NMP/100mL	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente

Os relatórios gerados no microcosmo foram encaminhados para o gerente de manutenção do campus do SENAC para conhecimento e posteriormente para a área

de comunicação para a confecção dos avisos a ser colocados nos bebedouros avaliados. Estes contêm a seguinte informação: “A água que você consome passa periodicamente por análises de potabilidade” podendo ser visualizada na figura 1.

No macrocosmo, a análise das respostas obtidas nas entrevistas e os resultados das análises de água coletadas nas seis residências da APA Capivari – Monos e realizadas no laboratório de química ambiental do Centro Universitário, os alunos elaboraram um diagrama de causa e efeito, ilustrado na Figura 4, como um diagnóstico e discussões de seu trabalho acadêmico sobre a água que a população rural daquele local está utilizando como se fosse potável.

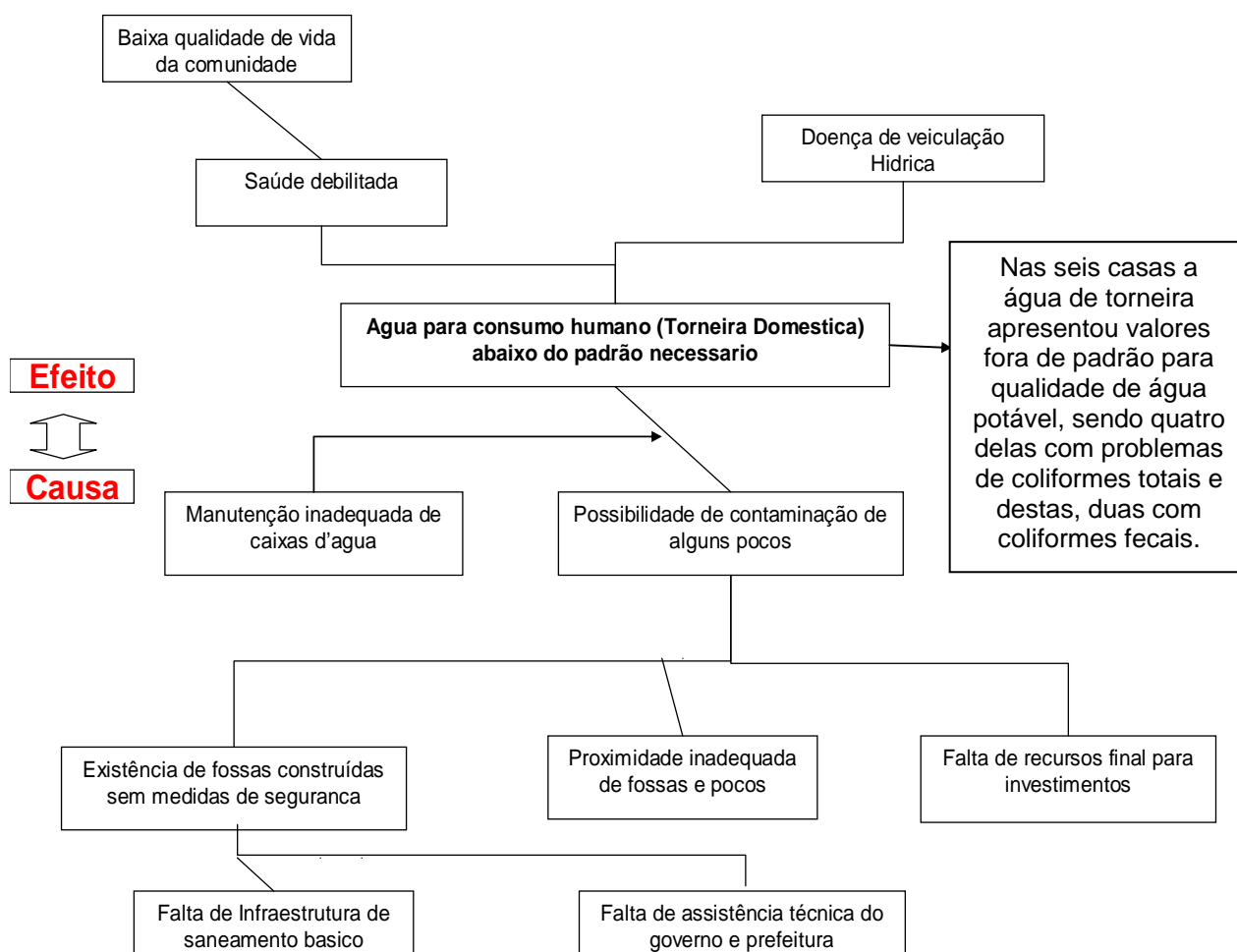


FIGURA 4- Diagrama de causa – efeito como diagnóstico da atividade realizada nas residências da APA Capivari-Monos.

No término do trabalho acadêmico, os alunos retornaram ao local de estudo por iniciativa própria e efetuaram orientações com a comunidade rural envolvida em seus estudos de como manter a qualidade da água na residência para prevenir doenças de veiculação hídrica. Informaram sobre como proceder na utilização do hipoclorito de sódio como agente de desinfecção e manutenção da caixa d' água. Este material utilizado para esta atividade de orientação foi obtido no site da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L.A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, Aug. 2003 .

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12/12/2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial de 14/12/2011.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br>

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp. Disponível em <http://www.sabesp.com.br>

GIBBONS, M. et al. The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies. London: SAGE Publications, 1994

Grabow W. Waterborne diseases: update on water quality assessment and control. *Water S.A* 1996; 22 p.193-202

LÓPEZ, J. L. L.; CERESO, J. A. L. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCIA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LOPEZ, J. L. (Orgs.). **Ciencia, tecnología y sociedad**: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos, 1996. p. 225-252.

MOZETO, Antonio A. ; JARDIM, Wilson de F.. A Química Ambiental no Brasil. *Quím. Nova* [online]. 2002, vol.25, suppl.1, pp. 7-11.

Prefeitura Municipal de São Paulo. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/unid_de_conservacao/apa_capivarimonos/index.php?p=3342. Acesso em 13 de Março de 2012.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO** – Pesquisa em Educação em Ciências. Volume 02/Número 2 –pp.1-23- Dez. 2002

SCHNETZLER, R.P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: Conquistas e perspectivas. *Química Nova*, supl. 1, p.14-24, 2002.

RAMSEY, J. (1993). The science education reform movement: implications for social responsibility. *Science Education*, v. 77, n. 2, p.235-258.