



Fundação Nacional de Saúde

# **CADERNO DE PESQUISA EM ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA**

**5<sup>o</sup>**



**Fundação Nacional de Saúde**

**5º Caderno de Pesquisa em Engenharia de  
Saúde Pública**

**Estudos e Pesquisas**

**2ª Edição**

**Brasília/DF, 2013**

Copyright © 2010 Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde.  
Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é da área técnica. A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada, na íntegra, na Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde: <http://www.saude.gov.br/bvs>

Tiragem: 2ª edição – 2013 – 5.000 exemplares

**Elaboração, distribuição e informações:**

Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde  
Departamento de Engenharia de Saúde Pública  
Coordenação-Geral de Cooperação Técnica em Saneamento  
Coordenação de Desenvolvimento Tecnológico em Engenharia Sanitária  
Setor de Autarquias Sul, Quadra 4, Bloco N, 6º andar, Ala Sul  
CEP: 70070-040, Brasília – DF  
Tel.: (61) 3314-6278/6518  
*Home page:* <http://www.funasa.gov.br>

**Editor:**

Coordenação de Comunicação Social  
Divisão de Editoração e Mídias de Rede  
Setor de Autarquias Sul, Quadra 4, Bloco N, 2º andar, Ala Norte  
CEP: 70070-040, Brasília – DF  
Tel.: (61) 3314-6440/6525

Impresso no Brasil/*Printed in Brazil*

---

**Ficha Catalográfica**

---

Brasil. Fundação Nacional de Saúde.  
5º Caderno de pesquisa de engenharia de saúde pública / Fundação Nacional de Saúde. –  
Brasília: **Funasa**, 2013.  
166 p. : il

1. Engenharia de saúde pública. 2. Saneamento básico. 3. Saneamento ambiental. I. Título.

CDU 614

---

**Títulos para indexação:**

Em inglês: 5º Book Research Public in Health Engineering  
Em espanhol: 5º Cuaderno de Investigación de Ingeniería en Salud Pública

## Sumário

Apresentação	5
Percepções e usos da água em pequenas comunidades: Uma perspectiva antropológica	9
Representações e Práticas Sociais Ligadas à Gestão da Água (Reágua)	31
Adsorção de cianotoxinas em diferentes matrizes	63
Proteção sanitária das cisternas utilizadas na reservação de águas pluviais para uso domiciliar: Aspectos técnicos e educacionais	97
Saneamento ambiental em comunidades rurais do entorno do Parque Estadual do Rio Preto, Vale do Jequitinhonha, MG	129



## Apresentação

A Fundação Nacional de Saúde (**Funasa**), fundação pública vinculada ao Ministério da Saúde, tem como missão “realizar ações de saneamento ambiental em todos os municípios brasileiros e de atenção à saúde indígena, promovendo a saúde pública e a inclusão social, com excelência de gestão, em consonância com o Sistema Único de Saúde (SUS) e com as metas do milênio”. Atualmente, integra a linha de ação de investimentos em infraestrutura social e urbana do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), contemplando ações em saneamento.

As ações de inclusão social desenvolvidas pela área de engenharia de saúde pública envolvem a garantia dos direitos humanos fundamentais de promoção da saúde por meio de ações de pesquisa, concepção, projeto, construção e operação de obras e serviços de saneamento ambiental.

Em 2000, a **Funasa** instituiu o Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, desencadeando um processo pró-ativo, visando encontrar soluções para resolver os problemas que limitavam suas ações, bem como, desenvolver técnicas que ampliassem a sua capacidade de operação e avaliar seus programas de atuação. A proposta instituída compreendia as áreas de engenharia de saúde pública, epidemiologia e saúde indígena, além das pesquisas a serem desenvolvidas pelas áreas descentralizadas da **Funasa** e Ministério da Saúde, incluindo o Instituto Evandro Chagas e Fundação Oswaldo Cruz.

O Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento publicou quatro Editais de Convocação em 2000, 2001, 2003 e 2007 que objetivam desenvolver e aperfeiçoar tecnologias nas áreas de atuação da **Funasa**: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos urbanos, melhorias sanitárias domiciliares, melhoria da habitação rural para controle da doença de Chagas, gestão em saúde pública, ações de saneamento em comunidades indígenas, quilombolas e especiais, engenharia de saúde pública para povos indígenas. Além de pesquisas voltadas para o desenvolvimento tecnológico em saneamento, pesquisas que tratam da relação das comunidades com os serviços de saneamento e de metodologias de educação em saúde são de interesse do Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento.

Os editais de convocação são elaborados com sugestões recebidas de técnicos da **Funasa**, de profissionais da área de engenharia de saúde pública e são aprovados pelo Comitê Científico de Pesquisas – Densp/**Funasa**/MS.

O Comitê Científico tem como finalidade selecionar e avaliar os projetos de pesquisa financiados pela **Funasa**, formado por representantes das instituições vinculadas ao setor saúde e saneamento e técnicos da **Funasa**. O Comitê Científico é subsidiado, nas suas decisões, por pareceres de técnicos da Funasa e de consultores *ad hoc*.

Como resultados dos Editais de Convocação 2000, 2001, 2003 e 2007, foram conveniados 67 projetos de pesquisa, empenhando-se R\$ 4.516.393,12 e, destes, foram pagos R\$ 4.441.913,41 e 49 pesquisas estão concluídas.

O 5º Caderno de Pesquisas apresenta resumos executivos de cinco pesquisas financiadas pela Funasa: “Representações e práticas sociais ligadas à gestão da água – Reágua”, coordenada por Ariane Kuhnen – UFSC; “Percepções e usos da água em pequenas comunidades: uma perspectiva antropológica”, coordenada por Carla Costa Teixeira – UnB; “Saneamento ambiental em comunidades rurais do entorno do Parque Estadual do Rio Preto, Vale do Jequitinhonha/MG”, coordenada por Rosana Passos Cambraia – UFVJM; “Proteção sanitária das cisternas utilizadas na reservação de águas pluviais para uso domiciliar: aspectos técnicos e educacionais”, coordenada por Valter Lúcio de Pádua – UFMG; “Adsorção de Cianotoxinas em Diferentes Matrizes”, coordenada por Marta Maria Bezerra Duarte – UFPE.

As pesquisas que envolveram trabalho de campo foram realizadas em dez Municípios localizados nos Estados do Ceará, Maranhão, Santa Catarina e São Paulo, além do Vale do Jequitinhonha, Mina Gerais.

A pesquisa sobre as “Representações e práticas sociais ligadas à gestão da água, projeto Reágua”, foi realizada pela Universidade Federal de Santa Catarina/SC e selecionou cidades de contextos sociais distintos (rural e urbano), objetivando a determinação de processos subjacentes aos conhecimentos e comportamentos da população, implicados pelas políticas públicas e ações relativas ao abastecimento de água. O instrumento de pesquisa utilizado pelo projeto Reágua foi um questionário aplicado sob a forma de entrevista e se apoiou em três eixos temáticos: i) representações do recurso água; ii) problemáticas de gestão; iii) modo de atenuação dos problemas. A qualidade das entrevistas apontou para uma situação bastante positiva em relação à capacidade de ter opiniões que se distanciam das tendências visualizadas nos meios de comunicação.

A pesquisa referente às “Percepções e usos da água em pequenas comunidades: uma perspectiva antropológica” foi realizada pela Universidade de Brasília/DF, com foco nos municípios de Granjeiro/CE e Maracaçumé/MA, cujo potencial para a investigação proposta se fez pertinente. Essa pesquisa teve como objetivo geral compreender as ações de saneamento público, implementação de sistemas de abastecimento de água, em suas conexões e desdobramentos no modo de vida e nas condições de saúde das populações envolvidas, visando contribuir para a crítica qualitativa dos indicadores de

vigilância ambiental em saúde. O método de pesquisa de campo intensiva foi utilizado. O levantamento das informações deu-se, prioritariamente, por meio do contato íntimo e prolongado com os grupos investigados envolvendo o aprendizado dos códigos e linguagens locais e, ainda, pesquisas em fontes secundárias, como por exemplo, pesquisa histórica, levantamentos bibliográficos e documentais. Os resultados permitiram inferir que a complexidade dos elementos a serem considerados durante os diferentes níveis de implantação de políticas públicas, políticas de saneamento e as políticas relativas à água se modificaram, adquirindo mediações, atores, valores e instituições distintos, bem como, as dimensões que são invisíveis quando ocorre a transformação das experiências vividas em números.

A Universidade Federal do Vale de Jequitinhonha/MG desenvolveu sua pesquisa, com enfoque no “Saneamento ambiental em comunidades rurais do entorno do Parque Estadual do Rio Preto, Vale do Jequitinhonha/MG, cujo objetivo principal foi verificar a viabilidade da adaptação de técnicas de vídeogravação e autoconfrontação simples e autoconfrontação cruzada, para a utilização pelos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) em programas de educação em saúde ambiental nas comunidades rurais. A metodologia utilizada nessa pesquisa se baseou, entre outros, na apresentação dos instrumentos e das técnicas, assim como o treinamento dos agentes comunitários para posterior aplicação de seus conhecimentos na comunidade. Essa pesquisa mostrou que a sensibilização, instrumentação e capacitação dos ACS são fundamentais à promoção da saúde ambiental, e que a adaptação e utilização da vídeogravação e autoconfrontação para intervenções na área da saúde podem resultar em reflexões sobre as próprias ações.

A pesquisa sobre a “Proteção sanitária das cisternas utilizadas na reservação de águas pluviais para uso domiciliar: aspectos técnicos e educacionais” foi desenvolvida pela Universidade Federal de Minas Gerais/MG e contou com o apoio da Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água da Chuva (ABCMAC). O projeto foi desenvolvido na microrregião do Médio Jequitinhonha/MG, nas cidades de Araçuai e Itinga, buscando o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de soluções técnicas para a proteção sanitária de reservatórios de águas pluviais utilizados no suprimento doméstico. O desenvolvimento do projeto foi direcionado ao monitoramento da qualidade da água das cisternas, conscientização da população por meio de recursos audiovisuais, palestras educativas, entrevistas informais com os usuários, entre outros, além da construção de oito cisternas para a cidade de Itinga/MG. Por meio dessa pesquisa foi possível concluir que um percentual elevado (52%) das cisternas cadastradas apresentou problema durante sua construção. Quanto à qualidade da água, verificou-se a presença de *E. coli* em aproximadamente 70% das amostras, identificando maiores problemas de contaminação nas águas das cisternas mais antigas, entre outros.

A pesquisa sobre a remoção de cianotoxinas, foi realizada pela Universidade Federal de Pernambuco, teve como objetivo principal contribuir com a melhoria da qualidade da água utilizada no abastecimento público por meio da adsorção de cianotoxinas, fazendo uso de adsorventes de baixo custo. Os estudos foram conduzidos em escala de bancada e os adsorventes utilizados foram o carvão ativado e a argila esmectícia. O alvo desse estudo foram as cianotoxinas provenientes do cultivo das cepas tóxicas das *cianobactérias* *Microcystis aeruginosa* (microcistina-LR) e *Cylindrospermopsis raciborskii* (neosaxitoxina, decarbamoilsaxitoxina e saxitoxina). O carvão ativado da matéria prima coco (mesocarpo), dentre os carvões estudados, se mostrou mais eficiente na remoção de microcistinas, demandando um longo tempo (96 horas) para que o equilíbrio cinético fosse atingido, enquanto que ao utilizar a argila esmectítica demandou um tempo igual a 72 horas, porém não houve um ajuste de maneira satisfatória ao modelo utilizado, apresentando baixa remoção de microcistina-LR, quando se utilizou a argila. Quanto ao processo de adsorção das variantes de saxitoxinas estudadas, não foi possível avaliar o comportamento cinético de adsorção para a neosaxitoxina. As variantes saxitoxina e decarbamoilttoxina demandaram um tempo igual a 120 horas para a obtenção do tempo de equilíbrio, quando se fez uso do carvão ativado produzido a partir do mesocarpo de coco. Este estudo também permitiu inferir que houve a competição de outras variantes de saxitoxinas pelo sítio do carvão ativado, mas mesmo assim esse carvão se mostrou capaz de adsorver saxitoxinas.

Os Cadernos de Pesquisa e os Relatórios Finais completos e concluídos estão disponibilizados na página eletrônica da **Funasa** <http://www.funasa.gov.br>, no link Publicações/Estudos e Pesquisas.

# Percepções e Usos da Água em Pequenas Comunidades: Uma Perspectiva Antropológica

Carla Costa Teixeira – Departamento de Antropologia/UnB; Ricardo Bernardes – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental/UnB; Carla Coelho Andrade – Departamento de Antropologia/UnB; Jacques de Novión – Departamento de História/UnB; Luís Cláudio de Moura – Departamento de História/UnB; Anna Davison – Departamento de Antropologia/UnB

## Resumo

A pesquisa teve como objetivo geral compreender as ações de saneamento público, notadamente de implementação de sistemas de abastecimento de água, em suas conexões e seus desdobramentos no modo de vida e nas condições de saúde das populações envolvidas. Este relatório aborda especificamente as representações e os usos da água em dois municípios do nordeste brasileiro, Granjeiro (CE) e Maracumé (MA), nos quais foram realizadas pesquisas de campo.

**Palavras-chave:** água, políticas públicas, modo de vida, representações e práticas, antropologia.

## Abstract

This research aimed at understanding the connection among water supply public policy, lifestyle, and health conditions of local population. It analyses social

representations and practices involving the use of water in two towns in the Brazilian northeast - Granjeiro (Ceará) e Maracaçumé (Maranhão) - where we developed anthropological fieldwork during one month.

**Keywords:** water, public policy, lifestyle, representations, practices, anthropology.

## 1 Introdução

O projeto Percepções e Usos da Água em Pequenas Comunidades: Uma Abordagem Antropológica está inserido na abordagem analítica que busca estabelecer vínculos e conexões entre as diversas dimensões da vida humana que, ao longo do processo de modernização, foram sendo historicamente fragmentadas em especialidades e esferas autônomas.

Desta perspectiva, a investigação sobre a água, embora esteja sendo realizada sob o ângulo das práticas em saneamento e saúde, se mantém no horizonte abrangente da compreensão das vivências cotidianas que expressam e constituem as práticas e os sentidos em torno deste fenômeno, ao mesmo tempo, físico, social, político, econômico e cultural. Afinal, as políticas públicas em saneamento e saúde buscam interferir na vida cotidiana das populações contempladas melhorando sua qualidade de vida por meio do incremento das condições materiais de habitabilidade. Frequentemente, contudo, suas ações não conseguem atingir os resultados esperados, mesmo quando as realizações tecnológicas são acompanhadas por programas educativos, revelando a face pragmática da importância de se compreender as práticas incorporadas, o estilo de vida e as relações sóciopolíticas daqueles que se apropriam de tais empreendimentos.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral compreender as ações de saneamento público, notadamente de implementação de sistemas de abastecimento de água, em

suas conexões e seus desdobramentos no modo de vida e nas condições de saúde das populações envolvidas. Visa, ainda, contribuir para a crítica qualitativa dos indicadores de vigilância ambiental em saúde, usualmente presentes nas avaliações das políticas deste setor e para a melhor compreensão por parte dos prestadores de serviço da relação entre a água e a proteção da saúde humana.

## 2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral da pesquisa, procurou-se observar as seguintes dimensões específicas <sup>1</sup>:

- Percepções e atitudes em relação à água e seus usos (sistemas de classificação, tipos de uso, relações com espaços de armazenamento e cursos d'água);
- Tipos de relações sociais propiciadas pelos sistemas de abastecimento de água implantados (novas áreas de lazer, mudanças na convivência familiar e comunitária, etc.);
- Percepções e usos dos equipamentos e tecnologias implantados;
- Sistemas de classificação e condutas relacionadas ao lixo;
- Tipos de convivência com esgotos e suas destinações;
- Representações sobre doenças e práticas de cura, focalizando as doenças oriundas do ambiente contaminado;
- Padrões de higiene e alimentação;
- Padrões de organização comunitária e formas de associativismo;
- Participação da população na concepção, implementação e gestão de políticas públicas, priorizando aquelas relativas ao abastecimento de água;
- Percepções da relação entre população atendida por sistemas de abastecimento de água e prestador do serviço.

---

<sup>1</sup> Estes objetivos específicos foram inicialmente concebidos durante a elaboração da proposta metodológica sociocultural para avaliação do impacto de políticas de saneamento na saúde, realizada pelos membros da equipe deste projeto, integrando uma equipe de profissionais de diferentes inserções acadêmicas e que veio a ser publicada em Brasil, Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. 2004.

Em cada uma dessas dimensões buscou-se identificar os princípios, ideias e valores que as norteiam, considerando a diversidade de sujeitos e de instituições sociais, com especial atenção aos problemas e às melhorias identificados pelos moradores, líderes comunitários, gestores e técnicos após a implementação dos sistemas de abastecimento de água. Tratava-se, portanto, de apreender as representações sobre as intervenções para o suprimento de água potável desde a perspectiva dos diferentes sujeitos envolvidos, considerando que a forma como os indivíduos concebem o mundo é fundamental para o modo como nele atuam. O isolamento das consequências destas ações sobre a realidade, tomando como parâmetro um ponto de vista exterior aos identificados no horizonte dos grupos identificados, não constitui o propósito da investigação sociocultural proposta. Tal recorte se adequa mais a pesquisas que visam, prioritariamente, a construir cenários de realidades do tipo “dever ser”, em detrimento de como a realidade “é”.

Por fim, a investigação contemplou, nos limites da pesquisa de campo, as múltiplas mediações políticas que envolvem a implantação de sistemas de abastecimento de água, tais como conflitos e negociações entre poderes constituídos e emergentes, usuários e técnicos, líderes e gestores, e moradores e excluídos, procurando compreender de que forma o acesso aos serviços públicos básicos, um direito assegurado pela Constituição, é interpretado pela população e em que medida traduz-se, ou não, em sentimentos de inclusão social e novos padrões de cidadania.

### 3 Metodologia

O método de pesquisa de campo intensiva, próprio da tradição antropológica, foi o parâmetro desta investigação. Neste, o levantamento de informações dá-se prioritariamente por meio do contato íntimo e prolongado com os grupos investigados, envolvendo o aprendizado dos códigos e linguagem locais. Busca apreender o modo de vida dos grupos, englobando, a partir do olhar dos sujeitos, três dimensões principais: relações e práticas cotidianas, instituições sociais e visões de mundo<sup>2</sup>. Ainda, a pesquisa de campo intensiva reafirma a consideração do universo investigado em sua totalidade para: (1) dar conta das múltiplas causalidades envolvidas; e (2) conjugar as dimensões micro e macro da realidade.

---

2 Na metáfora utilizada pelo autor que é o paradigma da moderna pesquisa de campo antropológica, estas dimensões seriam a carne e o sangue, o esqueleto e o espírito da existência social (MALINOWSKI, 1978).

Para possibilitar o aprofundamento da investigação por meio da pesquisa intensiva em área restrita, buscando propiciar uma perspectiva comparativa, foram realizados dois estudos de caso. Não se tratava de pretender representar o universo em miniatura ou de transformar essas áreas em laboratório dos cientistas sociais. Os estudos de caso almejam ser casos exemplares, no sentido de serem bons para pensar o problema em foco. Assim, a escolha dos municípios se deu a partir da construção de tipos gerais, tendo como critérios elementos que melhor permitissem explorar analiticamente as diferentes dimensões que compõem a pesquisa: (1) tipo de intervenção de saneamento; (2) inserção regional; (3) porte populacional; (4) proximidade de cursos d'água. Sobretudo, porém, a escolha deu-se em função de já ter sido realizada uma viagem exploratória aos municípios de Granjeiro (CE) e de Maracaçumé (MA), que indicou um grande potencial para a investigação proposta. Ambos os municípios tinham sofrido recentemente ações de abastecimento de água e de melhoria sanitária domiciliar; localizam-se na Região Nordeste do País, que junto com a Região Norte concentram os mais baixos índices de desenvolvimento humano; possuem respectivamente 4.878 e 13.265 habitantes, o que permite otimizar o método de pesquisa de campo, apropriado para a investigação de contingentes populacionais de pequeno porte; e, por fim, possuem proximidade de cursos d'água, mas a água, embora abundante, apresenta características marcadamente distintas<sup>3</sup>.

A pesquisa de campo em Granjeiro, município localizado na região do Cariri, Estado do Ceará, teve a duração de trinta dias e ocorreu de meados de julho até meados de agosto de 2005, tendo sido precedida por uma pesquisa exploratória de uma semana em junho de 2004. Os resultados que são tratados neste relatório têm por base as anotações de campo referentes às observações diretas realizadas pelos pesquisadores Luís Cláudio de Moura (então aluno de mestrado) e Anna Davison (então aluna de graduação), bem como as entrevistas e os grupos de discussão que foram gravados e transcritos. Ainda foi feita uma experiência com o uso de máquina fotográfica por alguns moradores que, junto com as fotografias feitas pelos pesquisadores, também compõem os dados primários aqui abordados<sup>4</sup>.

Em Maracaçumé, localizada no oeste do Estado do Maranhão, a visita exploratória foi realizada de 27 de junho a 2 de julho de 2004 e a pesquisa de 19 de agosto a 09 de setembro de 2005. Quatro dias foram despendidos em São Luiz para coleta de dados secundários. Diferente da pesquisa em Granjeiro, aqui o campo não foi desenvolvido por uma equipe conforme explicado na "Justificativa das Alterações do Projeto de Pesquisa". Os dados relativos à Maracaçumé foram extraídos das notas de campo, registro fotográfico, entrevistas e levantamento documental feito por Carla Andrade (aluna de

---

<sup>3</sup> Em Maracaçumé (MA) a água é farta mas considerada de péssima qualidade, como pôde-se observar na pesquisa exploratória.

<sup>4</sup> De acordo com a monografia de Anna Davison, a experiência não alcançou os resultados esperados.

doutorado), pois a condução de grupos de discussão se tornou inviável contando-se com apenas um pesquisador.

A pesquisa de campo do tipo intensiva permite abordar questões que não são passíveis de serem tratadas pelo uso de instrumentos de levantamento de dados de rápida aplicação, tais como pesquisas de opinião e questionários sobre condições materiais de existência, tão necessários às pesquisas por amostragem. Consiste, em especial, em mapear as teias de significado<sup>5</sup> nas quais os sujeitos vivem e as quais se atualizam, numa tensão permanente entre continuidade e mudança. Por sua natureza essencialmente compartilhada, os sistemas simbólicos, ou seja, aqueles que atribuem significado à existência humana e à sua inserção no mundo, podem ser acessados tanto por observação direta quanto por interação verbal. Assim, valores e sentidos, emoções e sensações são partilhados e negociados no dia a dia em suas diversas dimensões, adquirindo distintas formas materiais e encarnando-se em relações sociais diferenciadas. A vida cotidiana revelou-se o espaço e o tempo por excelência das construções e reelaborações, verbais e não verbais, dos significados que possibilitam e orientam as interações entre os diferentes sujeitos, consistindo assim o que Schutz (1970) denominou “realidade suprema”.

Para alcançar os objetivos propostos, compreender as intervenções de abastecimento de água e seus desdobramentos no modo de vida dos grupos sociais, e contribuir para a crítica qualitativa dos indicadores de vigilância ambiental em saúde, o desenho da pesquisa de campo requereu a incorporação de ancoragens metodológicas complementares, envolvendo etapas, conteúdos e técnicas de coleta de dados distintas. Tal pluralismo deve-se, em especial, ao fato de não ser possível realizar uma pesquisa de campo de longo prazo como se faz nas pesquisas antropológicas acadêmicas que envolvem muitos meses e, por vezes, anos de investigação. A interface com as políticas públicas exige do pesquisador antropólogo que utilize técnicas de coleta de dados que são originárias de outras ciências sociais.

Assim, as estratégias de coleta de dados utilizadas podem ser classificadas em dois tipos: produção de dados primários e pesquisa em fontes secundárias.

### **3.1 Produção de dados primários**

A produção de dados primários comportou a construção de dados novos a partir da realização dos estudos de caso. O levantamento de informações nesta etapa con-

---

5 Para os interessados nesta abordagem antropológica, conferir Geertz, 1978.

templou três técnicas de coleta de dados: observação direta, grupos de discussão e entrevistas.

### 3.1.1 Observação direta

Consistiu no levantamento de informações obtidas por meio de conversas informais individuais e/ou grupais e também na observação minuciosa de eventos e de comportamentos não verbais relacionados ao objeto de estudo. Por tal procedimento, buscou-se acessar dimensões de difícil comensurabilidade por serem rotineiras ou naturalizadas pela população e, frequentemente, imersas em sistemas culturais desconhecidos no planejamento das enquetes convencionais.

Aqui se privilegiou o próprio entendimento local do que seja adequado ou inadequado em termos dos vários aspectos presentes na avaliação dos serviços de saneamento e, em especial, os relativos à água. Assim, o desperdício de água, como previsto no projeto original, não foi avaliado estritamente por meio de medições hidrométricas, pois o maior ou menor consumo de água depende fortemente da visão que os usuários têm sobre escassez, abundância, ciclo de origem e destino das águas, além do custo e da classificação que se faz dos tipos de água (do poço, do rio, encanada, tratada, etc.) e seus usos (boa para beber, para cozinhar, para banho, para lavagem de roupa, etc.), bem como dos padrões de obtenção de limpeza pessoal e doméstica.

A observação direta, portanto, visa captar valores, atitudes, percepções, sentidos e experiências que fundamentam as visões de mundo e o dia a dia das populações com as ações de saneamento.

### 3.1.2 Grupos de discussão

Objetivaram obter informações por meio de entrevistas direcionadas a grupos selecionados a partir de determinadas características identitárias. Trata-se de uma “conversa com finalidade”, ou seja, possui um foco de interesse sobre o qual se desenrolará a conversa, tendo o apoio de um roteiro temático estruturado. Esta técnica explora as representações conscientes, permitindo ir além das respostas estereotipadas, pois pressupõe um envolvimento prolongado dos participantes na discussão estruturada criando condições para uma reflexão coletiva, que transcende a soma das opiniões individuais. Deve ser potencializada na investigação junto a moradores das áreas objeto de intervenções, lideranças comunitárias, profissionais e técnicos do prestador do serviço de abastecimento de água.

Procurou-se abordar em especial as opiniões sobre os serviços em suas diferentes fases no que se refere ao grau de satisfação, às respostas às expectativas, ao acesso às

informações, à avaliação das tecnologias utilizadas, aos critérios de alocação de recursos e às mudanças ocorridas nas rotinas da vida local. Contudo, embora dirigidas, estas conversas dependeram sempre das ênfases dadas pelos próprios sujeitos envolvidos, cabendo aos pesquisadores ter flexibilidade para seguir as prioridades locais sem impor questões que não sensibilizem os participantes.

Os grupos de discussão em Granjeiro fluíram como o planejado inicialmente e serviram como um importante aporte de informações durante a pesquisa. Foram realizados quatro grupos, sendo um na Serrinha e os outros três na sede municipal. Os grupos foram realizados com homens e mulheres adolescentes, jovens e adultos, de diferentes classes sociais. O tema foi bem aceito pelos participantes e amplamente discutidos nos encontros, com duração média de pouco mais de uma hora<sup>6</sup>.

### 3.1.3 Entrevistas

Trata-se de um levantamento de informações por meio de conversas individuais, agendadas e apoiadas por um roteiro temático aberto. As entrevistas seguiram um esquema geral incorporando temas adicionais, que pareceram pertinentes a cada um dos sujeitos em questão, prioritariamente decisores e gestores em diferentes níveis: prefeitos e vereadores, gerentes de serviços, secretários estaduais e municipais. Por tal procedimento buscou-se informações concernentes à existência de participação e de controle social; de serviços de atendimento aos usuários; à relação entre partidos políticos e administração pública; aos critérios de alocação dos recursos; à disponibilidade e acessibilidade das informações; ao grau de desenvolvimento institucional (integração de serviços e das administrações estadual e municipal, programas intersetoriais, extensão das ações) e às operacionalidade e manutenção dos serviços.

Em Granjeiro foram realizadas entrevistas com alguns representantes do poder público, considerados importantes para nossa abordagem. Entre eles estavam o Prefeito, o vice-prefeito, ex-prefeito e o secretário de Coordenação e Planejamento, que prontamente colaboraram com o trabalho.

Em Maracaçumé foi realizado um total de quinze entrevistas com gestores e decisores locais: com a ex-prefeita, o secretário de gabinete do atual prefeito, a ex-secretária de saúde, a atual secretária de saúde, a gestora da Secretaria Estadual de

---

<sup>6</sup> O Primeiro grupo ocorreu em 18/07, contando com a participação de três homens adultos e quatro mulheres, além de dois adolescentes que encenaram uma peça onde o foco era a necessidade de se cuidar da água e não a desperdiçar. O segundo, em 28/07, contou com a participação de sete meninas e um menino, todos adolescentes. O terceiro grupo foi realizado na Serrinha em 30/07, contando com a participação de quatro homens e três mulheres. O quarto encontro ocorreu no colégio Gonzaga Mota no dia 04/08 e teve a presença de três professoras, quatro alunos, e duas alunas.

Saúde que assessora os projetos e ações da Secretaria de Saúde de Maracaçumé, um assistente social que trabalha na Secretaria de Saúde de Maracaçumé, a ex-secretária de assistência social, duas com técnicos da Secretaria de Agricultura, uma com o coordenador das ações do Incra no município, um técnico da Secretaria de Obras, a coordenadora de Informação, Educação e Comunicação (IEC), o ex-gerente da **Funasa** em Maracaçumé, um atual funcionário da **Funasa** em Maracaçumé e uma com um vereador, ex-coordenador do IEC.

### 3.2 Pesquisa em fontes secundárias

A pesquisa secundária implicou a reorganização dos dados disponíveis, configurando-se numa etapa importante da investigação, pois permitiu inserir a observação feita no local em um contexto maior, principalmente o dos dados populacionais e históricos. Sua contribuição se ordenou em complementaridade e em relação aos dados colhidos em campo por meio da observação direta, dos grupos de discussão e das entrevistas. Esta etapa pressupôs:

Levantamentos bibliográficos e documentais (legislações, avaliações e diagnósticos, periódicos, etc.);

Pesquisa em banco de dados e *sites* (IBGE, CNBB, partidos políticos, órgãos públicos, etc.);

Levantamentos de dados junto aos órgãos da administração pública estadual e municipal, tais como Secretarias de Saúde, de Educação, de Obras e de Meio Ambiente, e empresas prestadoras de serviços de saneamento;

Pesquisa histórica (arquivos municipais e estaduais, acervos dos ministérios e bibliotecas)

Para assegurar eficácia máxima à pesquisa de fontes secundárias, foi fundamental que a mesma tenha se dado em absoluta complementaridade com as visitas a campo, que foram precedidas de minuciosa preparação bibliográfica. O objetivo deste levantamento foi instrumentalizar os pesquisadores com as informações já disponíveis sobre os municípios, tendo continuidade tanto durante a pesquisa de campo, no que se refere aos dados municipais em eventuais arquivos e bibliotecas locais, quanto no retorno do campo, com relação a informações que anteriormente não foram consideradas relevantes, mas que ao seu término revelaram-se importantes.

## 4 Resultados alcançados frente aos objetivos e discussão

### 4.1 Observações sobre a pesquisa de campo

De início há que se destacar que a situação política do município de Granjeiro dificultou a abordagem das dimensões específicas relativas à participação popular nas ações de abastecimento de água, pois enquanto os pesquisadores estavam em campo o prefeito teve seu mandato cassado e a cidade esteve bastante tocada por esta questão, tornando o tratamento político das políticas públicas em foco delicado e ao mesmo tempo enviesado. Já a observação do cotidiano com relação aos usos, representações, sentimentos e valores no que se refere à água foi muito frutífera e constitui o recorte central deste relatório. Em Maracaçumé foi muito positiva a observação das práticas cotidianas na cozinha, pelo fato da pesquisadora ter se hospedado numa pensão, o que também possibilitou a convivência com uma larga variedade de pessoas da cidade. A facilidade de acesso à prefeitura foi muito positiva, o que redundou na qualidade e diversidade das entrevistas com gestores locais. Tal dinamismo em campo corrobora a máxima de que, nos termos da tradição antropológica, uma boa pesquisa é aquela que, levando a maior quantidade de questões para o campo, ou seja, um bom “esquema mental” (MALINOWSKI, 1978), consegue no seu curso “ouvir” os dados e seguir a linha de investigação que a realidade etnográfica revelar como mais promissora.

### 4.2 Granjeiro (CE) e Maracaçumé (MA): principais observações

A cidade de Granjeiro, tem sua paisagem marcada por um grande açude que parece dominar não apenas seu horizonte espacial, mas, sobretudo, sua vida cotidiana. Construído em meados do século passado, sua existência recente não impede que já tenha adquirido uma profundidade temporal que se perde na memória local. Não havendo referências aos tempos anteriores ao açude, o açude ganha humanidade a partir da lenda de que uma mulher ao ter um filho indesejado, teria jogado-o dentro do açude antes de ser batizado, tendo a criança virado um mago, uma cobra enorme que puxa as pessoas para dentro das águas do açude<sup>7</sup>. Neste sentido, os granjeirenses chamam o açude de *criminoso*, dizem que ele chama a morte, que quando o açude

---

<sup>7</sup> Cabe destacar que, segundo duas informantes adolescentes, este encantamento só se quebrará quando a criança vier a se encontrar com a mãe.

geme, alguém vai morrer. O açude adquire, assim, uma personalidade quase humana, ele tem agência (geme, puxa e mata as pessoas) e a ele são atribuídos adjetivos morais (criminoso); sendo a ele, ou à cobra que nele reside e que com ele se confunde nas narrativas, atribuídas muitas mortes. É com relação às águas do açude que as demais águas em Granjeiro são classificadas, sendo a oposição entre açude e chafariz a dominante. Cada uma delas é possuidora de virtudes e perigos; estando longe de qualquer definição de qualidade da água nos termos físico-químicos que orientam sua propriedade para o consumo humano.

A água do açude é a água que após passar por tratamento da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) é encanada e chega a casa de quase todos os moradores de Granjeiro. Contudo, esta água não é considerada de boa qualidade pelos moradores, sendo isto uma unanimidade entre os moradores da sede do município, enquanto entre os que residem nos povoados (os sítios) do município o mesmo não se verifica, pois a água encanada chegou há cerca de um ano e, diferente da sede onde o chafariz é outra possibilidade para o consumo, não há água alternativa considerada de qualidade. A água encanada continua sendo chamada de água do açude, sua qualidade por vezes não parece ter sido muito alterada, na opinião dos moradores, pelo tratamento da Cagece e, quando tal transformação é apontada, o é negativamente pela presença do cloro.

O manancial não é protegido, e porcos e outros animais frequentam suas margens, tais como jumentos, gado e cachorros que bebem água, banham-se e defecam nas proximidades. Mas, talvez sejam as lavadeiras e o lazer no açude que mais se destacam no sujar suas águas. Aqui é importante destacar que o preço da água não era o argumento principal nas falas dos moradores e, segundo os pesquisadores puderem averiguar, a água custa R\$ 9,30 (nove reais e trinta centavos) se o consumo for até dez mil litros. Assim, apesar da água do açude ser tratada pela Cagece e apresentar qualidades adequadas para o consumo humano, esta é usada, principalmente, para lavar louça e tomar banho e não para beber e cozinhar.

Se o açude é a grande atração lúdica da cidade, sendo o lugar onde as pessoas se encontram para caminhar, tomar banho e pescar em suas águas, beber e comer nos bares às suas margens e, com menor frequência, passear de barco, há um sentimento ambíguo com relação a esta utilização do açude, pois é ao mesmo tempo prazerosa, perigosa e poluidora, mas parece impossível imaginar os fins de tarde e os finais de semana na cidade sem estas atividades de lazer. A sugestão de cercar o açude, feita por uma adolescente, parece ser totalmente deslocada no contexto granjeirense; embora todos sejam críticos ao seu uso da forma como vem sendo realizado, nem sempre o banho em suas águas é considerado poluidor ficando numa categoria liminar expressa pela ideia de banho *consciente*. Desta perspectiva, qualquer proteção ao açude ou, dito de outra forma, de restrição ao seu uso, embora possa ser considerada apropriada

do ponto de vista técnico há que levar em consideração sua centralidade na vida local, sob o risco de não obter os efeitos almejados.

Contudo, existe uma atividade humana poluidora que não se enquadra nas abordadas até o momento e que tampouco o é assim considerada do ponto de vista sanitário: a cloração da água. Claramente reconhecida pelos moradores como uma ação que visa melhorar a água, não é vivida desta forma por eles. É uma unanimidade em Granjeiro que o cloro faz mal: resseca a pele, prejudica o estômago e o fígado, provoca dor de barriga. Tais características não surgiram como inerentes ao cloro, mas ao seu uso em grande quantidade. Seria o excesso de cloro que faria com que a água adquirisse essas propriedades, levando as pessoas a rejeitarem não apenas a água clorada pela Cagece, mas por vezes também o cloro distribuído para ser posto na água de poços e cacimbas que forem para consumo. Muitos disseram não usar este cloro e foram vistos frascos de cloro às margens do açude nos locais onde as lavadeiras trabalham, indicando seu uso para o clareamento das roupas. O cloro usado para o tratamento da água apareceu como o principal foco de mal estar físico relacionado à água na perspectiva dos moradores.

Diante deste conjunto de percepções comportamentais, afetivas, sensitivas e morais, a água do açude, mesmo após o tratamento da Cagece, é considerada de qualidade muito inferior à do chafariz. A chamada água do chafariz é oriunda de um poço nas proximidades da cidade e que foi canalizada pela prefeitura para algumas bicas agrupadas em diferentes pontos na sede do município. Esta água, como apresentado anteriormente, é gratuita, sendo considerada de muito boa qualidade<sup>8</sup>. Precisa, contudo, ser buscada nas bicas em baldes ou latas e transportadas até as casas, havendo alguns rapazes que cobram para fazer este transporte<sup>9</sup>. Esta água é usada também para lavar calçadas, carros e motos, fazer a limpeza das casas e aguar plantas, às vezes, conectando-se mangueiras diretamente nas torneiras, mas em oposição à do açude, a água do chafariz é tida como boa para beber e cozinhar. Não é usual a prática de ferver-se a água, que é diretamente armazenada nos filtros de barro ou em recipientes grandes nos domicílios para o consumo. O fato de ser oriunda, segundo reza o conhecimento local, de uma profundidade de 25 metros explicaria sua qualidade (paladar e transparência), pois o contato humano e dos animais é tido como o componente principal de poluição das águas em Granjeiro e, neste caso, a água estaria fora de seu alcance. Não há críticas a esta água, que só não é usada por aqueles que moram longe das bicas e cujo esforço para trazê-la para a residência não compensa a sua preferência.

---

8 Não foi possível saber se esta água é tratada antes de ir para as bicas; alguns moradores afirmaram que sim e outros que não, devendo o cloro distribuído ser usado nesta água também. Não conseguimos levantar informações técnicas junto à prefeitura, nem em campo nem posteriormente.

9 O transporte de dois baldes ou latões, carregados nas pontas de uma madeira sobre os ombros, custava cinquenta centavos.

Contudo, observamos que no transporte a água entra em contato com recipientes e mãos sem que estes passem por uma limpeza cuidadosa. Nas casas, grande parte dos recipientes de água não tem torneira na base, sendo a água para consumo retirada por canecas ou outros utensílios que são imersos na abertura superior do pote – que em geral está coberta. O meio de transporte e armazenamento da água, porém, não é visto como elemento contaminador importante, não havendo muita preocupação com o modo do seu manejo. Se o tratamento pelo qual a água do açude passou após ser de lá retirada não logrou alterar sua qualidade original, tampouco o manejo posterior da água extraída do poço da prefeitura parece ter a capacidade de modificar significativamente sua pureza.

Assim a observação destes procedimentos e da própria estrutura física dos chafarizes revelou serem pontos vulneráveis à poluição da água, agravados pelo fato de a população não concebê-los como tais. Tampouco as autoridades locais o fazem, pois somente as bicas que foram construídas no centro da sede do município são protegidas por paredes laterais e superiores e por portas gradeadas, que em geral permanecem abertas; os demais chafarizes que ficam nos bairros pobres consistem apenas de torneiras. Deste modo, os chafarizes ficam na maioria das vezes expostos e os animais podem ter acesso às torneiras, embora isto não seja visto com frequência, cuja água será bebida sem cloração, fervura ou filtragem prévia pelos moradores.

A água da chuva não é muito tematizada e na hierarquia das águas parece ocupar um lugar secundário em relação ao açude e ao chafariz. Seu estatuto especial parece ser que a chuva possui, devido à sua mobilidade, tanto a capacidade de limpar quanto a de sujar. A chuva limpa o telhado, ficando conseqüentemente suja, mas suja o açude ao levar lixo e ao passar pelo cemitério arrastando consigo elementos impróprios. Originalmente limpa, a água da chuva não resistiria à exposição que sofre nos caminhos por onde passa; diferentemente das outras águas, sua qualidade originária não seria o elemento principal na sua classificação como pura ou impura, mas sim sua trajetória. Já os cacimbões são muito comuns e de uso intenso, mas raramente para consumo humano segundo nos informaram. Se sua água não é reconhecidamente de boa qualidade, isto não era considerado um problema, já que é usado para os animais e para a agricultura e os granjeiros não relacionam estes usos com o adoecimento humano de qualquer espécie.

Diante das diversas fontes e seus variados usos e práticas em função da qualidade atribuída à água e ao tipo de oferta disponível, verificamos como uma característica de Granjeiro certa “atomização” hierarquizada das práticas envolvendo a água nas suas diferentes localidades. No caso da sede e das regiões abastecidas pelas águas do açude do Junco encontramos a preferência por chafariz e açude. Em relação a sua utilização na Serrinha, observamos maior apreço à água encanada, captada da vizinha Caririaçu,

em seguida pelos poços. Em Serra Nova encontramos poços e água de chuva. Em outras localidades, onde há apenas a água de poço e cacimbões, o primeiro é preferido<sup>10</sup>.

Em Maracaçumé (MA) a gestão da infraestrutura da água é de responsabilidade municipal. A realidade local revelou-se muito mais precária do que a de Granjeiro (CE), pois o sistema de abastecimento de água da prefeitura reduz-se a cinco poços artesianos que fornecem água encanada a uma parcela ínfima da população (501 domicílios do total de 2941) e em condições inadequadas: o abastecimento é intermitente (num rodízio de ruas ao longo do dia) e se dá por meio de torneiras no quintal de algumas casas (que pagaram os custos do encanamento até o local), nas quais os moradores e vizinhança recolhem água para armazenar em baldes e latões. Ainda, segundo o supervisor da **Funasa** não se faz aplicação de cloro porque há muito tempo não recebe o produto.

A maioria das casas se utiliza de poço perfurado no próprio terreno que, segundo os moradores, pode dar água boa ou não. A classificação das águas em Maracaçumé é marcada por um forte elemento de imponderabilidade, o dar água boa ou não é atribuído a qualquer critério como, por exemplo, localização da residência, pois em uma mesma rua a água pode dar boa e limpinha ou salobra, pesada, amarela e com cheiro ruim. Esta variação aliada ao frágil sistema de abastecimento municipal levou ao desenvolvimento de estratégias complexas e cansativas para obtenção de água mais adequada a cada atividade. Em uma única casa encontramos o uso simultâneo de diferentes fontes de água: pegar a água de beber num vizinho que limpou o poço faz pouco tempo; utilizar para banhar e lavar louça a água do poço de outro vizinho que não limpa o poço faz muito tempo; e lavar roupa no rio. Este uso estratégico das águas revela uma aguda consciência da qualidade diferenciada que a água pode ter para o consumo humano. O foco aqui, diante da precariedade do sistema, está na maximização da relação entre qualidade e consumo e não no tipo de tratamento, pois não há nenhum tipo, ou na preferência por uma ou outra água – como em Granjeiro.

Estas estratégias, porém, ficam prejudicadas pela proximidade entre os poços e as fossas na maioria dos terrenos, principalmente na estação de chuvas quando alguns poços transbordam e os quintais (na parte baixa da cidade) são inundados. Nesta época a incidência de diarreia atinge níveis muito altos, embora não sejam registrados pelas estatísticas, pois não necessariamente os doentes são levados ao posto ou ao hospital, ficando a orientação terapêutica a cargo do farmacêutico local. Na percepção da relação entre doenças e água, a água é considerada responsável também por doenças renais das quais vários moradores se queixam. Se em Granjeiro a falta de saneamento

---

10 Os poços já foram a principal forma de abastecimento já em Granjeiro, mas com a chegada das novas águas vêm perdendo importância e permanecem como alternativa principalmente nas localidades mais distantes da sede do município.

num passado recente foi apontada como a causa das diarreias e a água é associada a alguns desconfortos físicos que não chegam a ser denominados de doenças (coceira e ressecamento da pele, por exemplo), em Maracaçumé a água é considerada a principal fonte de doenças, em que pesam a ausência de coleta de lixo e de esgotamento sanitário.

É também a água que representa um estilo de vida do qual os habitantes de Maracaçumé muito se orgulham: Dizem que quem bebe da água de Maracaçumé volta; numa metáfora que logra inverter as propriedades materiais negativas da água, inserindo-as num horizonte em que a qualidade de vida transcende as condições de habitabilidade. Ainda foi possível observar uma acurada percepção da dimensão política das ações públicas acerca da água. Enquanto em Granjeiro ouvimos alguns comentários esparsos sobre o uso político do açude, aqui o acesso à água de torneira, por parte dos moradores, e a entrada da Caema no município, na perspectiva das autoridades locais, são claramente relacionados ao maior ou menor sucesso na negociação em torno de um capital político: o voto, respectivamente, de um eleitor frente aos políticos locais e do conjunto dos eleitores frente aos políticos estaduais.

Desta forma os moradores de Maracaçumé revelaram, em meio a uma situação de carência aguda, uma compreensão abrangente dos problemas e do potencial da água e, reconhecendo a importância e as consequências de suas propriedades físico-químicas, reafirmaram o contexto político em que essa baixa qualidade se insere e não reduziram a sua qualidade de vida aos padrões do saneamento ambiental.

## 5 Conclusão

A pesquisa de campo em Granjeiro, recortada neste relatório sob o ângulo do sistema classificatório das águas e de seus usos, nos permitiu mapear as dimensões morais, simbólicas e relacionais dos recursos hídricos que são manejados pelas políticas públicas; revelando, assim, a importância de considerá-las na concepção e execução destas ações. Não basta implementar as obras de engenharia sanitária e posteriormente desencadear ações educativas junto à população. Granjeiro havia passado por campanhas educativas e de conscientização acerca do que, da perspectiva dos gestores públicos, seria o principal problema a ser resolvido no uso da água: o desperdício. A observação em campo indicou, contudo, que este não seria o problema central e, principalmente, que existe um *gap* entre a aquisição discursiva de ideias e sua incorporação costumeira.

Claramente focada na economia de água, as atividades educativas desenvolvidas foram eficazes em gerar uma fala padronizada sobre os malefícios do uso excessivo

da água entre os moradores. Os pesquisadores ouviram de diferentes pessoas opiniões sobre a necessidade de se economizar água, observando, ao mesmo tempo, a lavagem de carros, calçadas e residências e o aguar de plantas sendo feitos com mangueiras abertas por longos períodos de tempo ou com muitos baldes de água. Pudemos inserir tal descontinuidade também no padrão de limpeza local que preconiza o lavar com água, em detrimento do uso de panos úmidos.

Embora seja preciso considerar que Granjeiro vivera meses atrás a estação de chuvas, muita fraca como foi ressaltado no local, a imposição de uma problemática exterior à vida da cidade parece ter sido decisiva neste descompasso. Por um lado, a principal questão para os moradores era a água do açude, sua poluição e seu gosto clorado, o que não foi sequer abordado nas campanhas. Por outro, a tradição campanhista das políticas sanitárias em nosso País peca por falta de continuidade e não se consegue mudar condutas e comportamentos por ações pontuais. Mas, principalmente, os moradores não foram considerados na concepção do sistema de água local. As representações em torno do açude deram a ele uma qualidade moral negativa que não logrou ser modificada pelo processo de tratamento da Cagece, que veio na verdade agravar sua negatividade somando a esta a qualidade sensitiva ruim atribuída ao cloro excessivo e o custo financeiro advindo do uso desta água.

Se considerarmos a perspectiva do sanitarismo, tampouco o desperdício de água seria considerado o problema mais relevante a ser sanado. A questão do desperdício faz parte do que vem sendo chamado ambientalização da vida social e integra um conjunto de ações desenvolvidas no âmbito dos organismos internacionais vinculados à Organização das Nações Unidas (LOPES, 2004). Com pretensões universalistas, esta agenda verde não logra contemplar as especificidades nacionais e regionais e, principalmente, não toma como foco o indivíduo, mas sim o meio ambiente. Como vimos, em Granjeiro a recusa da água tratada, o manejo da água feito no transporte e no próprio domicílio e a forma como as bicas dos chafarizes foram construídas surgiram com relevância indiscutível no que se refere ao uso adequado dos sistemas de água disponíveis e suas possíveis consequências para a saúde dos granjeirenses. Assim, não apenas a abordagem por meio de campanhas educativas que não logra enraizar padrões de comportamento por ser pontual, centrada no discurso e na chamada conscientização revelou-se inadequada, mas a sua ênfase no combate ao desperdício de água também.

A contextualização da água nos dois estudos de caso levou a refletir, privilegiadamente, sobre os diversos eixos classificatórios que podem operar nas práticas diferenciadas que ao mesmo tempo instituem a pluralidade das águas e delas resultam. Desta reflexão, outras ponderações se colocaram ao longo da pesquisa e merecem ser aqui destacadas: (i) a complexidade das noções de sujo e limpo; e (ii) a tensão universalismo e particularismo nas políticas públicas relativas à água.

A investigação em Granjeiro foi especialmente profícua no que se refere às elaborações sobre a qualidade de limpeza de suas diferentes águas. Invertendo a classificação desenvolvida sob a égide da razão técnica, os granjeirenses rejeitaram a água que atendia aos padrões de potabilidade e elegeram para o consumo humano outra fonte de água considerada mais pura. Isto não porque desconhecêssem a qualidade físico-química da água fornecida pela Cagece, mas porque a ela agregaram outros valores: gosto, aparência e, acima de tudo, relações sociais. A mistura de seres lendários, humanos (vivos e mortos) e animais em interação no açude, o manancial de origem da água encanada, não pôde ser neutralizada pela Cagece que ainda teria agregado a esta água mais um elemento negativo: o cloro excessivo. As linhas de separação, que parecem ter sido rompidas pela mistura mencionada resultando, conseqüentemente, poluição, não foram restabelecidas por sua ação que focalizou exclusivamente a dimensão físico-química. Já a realidade da água em Maracaçumé, por sua precariedade radical, nos revelou o manejo relacional da água a partir de uma classificação sobre os aspectos físicos da água, atribuindo à transparência e cheiro à qualidade de boa. Os moradores de Maracaçumé selecionavam as águas mais ou menos sujas ou limpas em função do uso que dela fariam, muito de acordo com os padrões técnicos: a menos suja para beber e cozinhar, a seguir banhar-se, lavar roupa, etc., operando segundo uma lógica da prática que combinava grau de sujeira e maior ou menor invasão ou contato corporal.

Assim, tanto em Granjeiro quanto em Maracaçumé, em meio a faturas diferentes de água, as pessoas faziam combinações distintas entre sujo e limpo, uso e disponibilidade (quantitativa e qualitativa), razão cultural e razão técnica, sem nunca desconsideraram nenhum dos termos, pois que vividos como parte da totalidade abrangente que dá sentido prático e lógico à água em cada uma das localidades. Se a dimensão sistêmica das águas surgiu do diálogo entre pesquisadores e dados coletados em campo, ela encontrava-se latente nos discursos sobre a água e seus usos avessos a operarem o seu isolamento e a abordá-la como uma coisa em si, sempre a remetendo a uma estrutura de pensamento e de ação nas quais se encontravam conectados: sensações corporais, necessidades, valores, conhecimentos incorporados e apreendidos verbalmente, espaços físico-morais, tempos cíclicos, seres humanos e não humanos, poderes públicos e privados.

A pesquisa em Maracaçumé, ao possibilitar uma maior visibilidade da politização do acesso à água, como dito anteriormente, uma realidade delicada no momento em que estivemos em Granjeiro, nos possibilitou a reflexão sobre a orientação particularista das políticas públicas de prestação deste tipo de serviço. Os critérios que lá operavam não eram o de acesso universal aos parques serviços da prefeitura nem tampouco os de focalização na população mais carente, mas sim algo próximo ao censitário, pois haveria de ter recursos para pagar o material necessário ao encanamento e às relações personalistas de troca do serviço por certa lealdade política materializada na expectativa

do voto. Embora menos elaborado discursivamente, em Granjeiro, assim como em Maracaçumé, a desconfiança sobre o sorteio que teria levado à seleção de determinadas moradias para receber a melhoria sanitária domiciliar indicou um horizonte político de implantação de ações públicas semelhante. Esse tipo de relação de poder entre políticos profissionais e políticos ocasionais (os eleitores), embora ocorresse em meio à existência de organizações da sociedade para diferentes fins (sindicatos, Pastoral da Criança, associações de moradores, etc.), não tinha como elemento constitutivo ou contrapartida qualquer fórum de participação e controle social atuante, sendo objeto por vezes de ações reivindicatórias, como no caso do abaixo-assinado em Maracaçumé. Embora o Projeto Alvorada tivesse como critério de investimento público em saneamento o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios, as mediações políticas particularistas e personalizadas não se fizeram ausentes como se pôde observar tanto em Granjeiro quanto em Maracaçumé; tendo ainda como agravante o fato de os mecanismos de fiscalização e acompanhamento da execução dos serviços terem sido frágeis, visto a qualidade das obras executadas na construção dos banheiros domiciliares. Os limites da construção de uma cidadania que preconize a participação e o controle nas políticas de governo impuseram-se ao nosso olhar nos contextos de profunda desigualdade e precariedade social investigados, revelando a superficialidade das abordagens das ações que buscam superar tais limites via conscientização da população em meio a intermediações tão complexas e concepções de cultura política particularistas compartilhadas, por vezes, também pelos que delas encontram-se excluídos, como vimos na naturalização do emprego de parentes na prefeitura de Maracaçumé. Nossa hipótese, que mereceria investigações mais aprofundadas, é de que não se trataria apenas dos limites impostos pelas condições materiais de existência, mas que estaria em jogo também uma definição cultural de base pessoal de como politicamente solucionar tais condições em meio a recursos que não são suficientes para atender a todos. Desconsiderar essas definições políticas é tão danoso ao sucesso de uma ação governamental quanto o é o fato de implantar ações de saneamento desarticuladas, como, por exemplo, vimos em Granjeiro quando encontramos residências em ruínas e abandonada na qual havia sido construído um banheiro externo à época do Projeto Alvorada. Assim, observamos que a complexidade de elementos a serem considerados quando se atravessa os diferentes níveis de implantação de políticas de saneamento e as relativas à água, que é nosso objeto central, se modifica adquirindo mediações, atores, valores e instituições distintos, bem como dimensões que, tal qual o sofrimento e as alegrias da população beneficiada, são invisíveis quando nos afastamos da experiência vivida e as transformamos em números.

## 6 Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa

Baseados no exposto acima recomendamos que a **Funasa** se empenhe para que:

As ações de educação em saúde e saneamento sejam precedidas de uma pesquisa realizada de forma conjunta com os moradores, de modo a serem identificados os pontos frágeis das cadeias de causalidade relacionadas ao elemento em foco (água, esgotamento sanitário, lixo, etc) e as ações adequadas a sua transformação, não se assumindo qualquer agenda de conscientização ou sensibilização *a priori*;

As ações de educação em saúde e saneamento sejam continuadas e construídas de modo que as metas a serem alcançadas e a responsabilidade de cada um dos agentes envolvidos (moradores, agentes do poder público e da concessionária) sejam estabelecidas, a fim de que se possa identificar ao longo do seu desenvolvimento os avanços obtidos e os responsáveis por eventuais sucessos e fracassos nas ações;

A população participe das discussões para definição das ações em saúde e saneamento a serem implantadas em sua localidade e que, no caso da água, seja considerada em especial a disponibilidade e acessibilidade das várias águas no local, sua classificação em termos de qualidade e uso privilegiado pelos moradores;

A limpeza das caixas d'água seja objeto de algum tipo de ação do poder público ou da concessionária, pois a ação de tratamento da água encanada para melhoria das condições de saúde e bem-estar da população pode se tornar inócua pelas condições inadequadas de armazenamento doméstico;

O tratamento da água dos diferentes poços utilizados na localidade (municipais e particulares) seja objeto de fiscalização por parte de algum órgão federal ou estadual;

O poder público (município ou estado) garanta as condições necessárias à instituição de conselhos, ou outras formas de participação e controle social;

A construção dos equipamentos de abastecimento de água (ou outras ações como aterro sanitário, por exemplo) seja objeto de fiscalização do órgão financiador, de modo que a liberação de recursos a cada etapa não seja feita sem que de fato a obra tenha atendido aos padrões de qualidade definidos em convênio;

A utilização do cloro no tratamento da água para consumo humano considere os padrões de paladar e de sensibilidade corporal dos consumidores;

Os critérios de definição da localidade a ser contemplada e o tipo de ação em saneamento a ser implementada considerem (i) a articulação entre as diferentes ações, diante de um diagnóstico quali-quantitativo do local, buscando maximizar a relação

entre recursos investidos e o resultado dessas ações em termos de saúde pública; e (ii) as condições políticas locais, de modo a propiciar a expansão da prática de uma cidadania universalista.

## Referências bibliográficas

- AUSTIN, John L. **Quando dizer é fazer: palavras e ação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1990.
- BASTIDE, Roger. **Negros no Brasil: religião, medicina e magia**. São Paulo: Edusp, 1971.
- BERNARDES, Ricardo et al. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 6, nov./dez. 2002.
- BEZERRA, Marcos Otávio. **Corrupção: um estudo sobre poder público e relações pessoais no Brasil**. Rio de Janeiro: ANPOCS/Relume Dumará, 1995.
- BOLTANSKI, Luc. **As classes sociais e o corpo**. Rio de Janeiro: Graal, 1979.
- BOURDIEU, Pierre. **The logic of practice**. Stanford: Stanford University Press, 1995.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS (DATASUS). **Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB)**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://siab.datasus.gov.br/SIAB/index.php>>.
- BRASIL. Ministério da Saúde; ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica**. Brasília, 2004.
- CHATTERJEE, Partha. **Colonialismo, modernidade e política**. Salvador: EDUFBA, 2004.
- DAVISON, Anna. **Morte como fator poluidor: o caso de Granjeiro, CE**. 2006. Monografia (Graduação em Antropologia)--Departamento de Antropologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- DOUGLAS, Mary. **Pureza e perigo**. São Paulo: Perspectiva, 1976.
- \_\_\_\_\_. **Como as instituições pensam**. São Paulo: EDUSP, 1998.
- DUARTE, Luiz Fernando D. **Da vida nervosa nas classes trabalhadoras**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1986.
- DUMONT, Louis. **Homo hierarchicus: les systèmes des castes et ses implications**. Paris: Gallimard, 1966.
- DURKHEIM, Emile. **As formas elementares da vida religiosa**. São Paulo: Paulinas, 1989.
- ELIAS, Norbert. **O processo civilizador**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1994. v. 1.

- EVANS-PRITCHARD, E. Edward. **Witchcraft, Oracles and Magic among the Azande**. Oxford: Claredon Press, 1937.
- FISHMAN, Joshua. **Sociology of language: an interdisciplinary social science approach to language in society**. [S.l.]: Mouton publishers, 1977.
- FRAZER, James. **O ramo de ouro**. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan, 1982.
- GALVÃO, Eduardo. **Santos e visagens: um estudo da vida religiosa de Ita, Amazonas**. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1955.
- GEERTZ, Clifford. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.
- GUMPERZ, J.; HYMES, D. **Direction in sociolinguistics: the ethnography of communication**. New York: Academic Press, 1986.
- HARRIS, Marvin. **Minas Velhas: a study of urbanism in the mountains of Eastern Brazil**. Ann Arbor: Univ. Microfilms Int., 1953.
- IANNI, Octavio. **Homem e sociedade: leituras básicas de sociologia geral**. São Paulo: Companhia Editorial Nacional, 1961.
- IBAÑEZ-NOVIÓN, Martin A. O anatomista popular: um estudo de caso. **Anuário Antropológico**, Rio de Janeiro, n. 77, 1978.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default\\_censo\\_2000.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm)>.
- \_\_\_\_\_. Estimativas de população 2004. Rio de Janeiro, 2004. <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2004/estimativa.shtm>>.
- KLEINMAN, Arthur. **Patients and healers in the context of the culture: an exploration of the borderland between anthropology, medicine, and psychiatry**. Berkeley: Univ. of California Press, 1980.
- KNAUTH, Daniela. **Os caminhos da cura: sistema de representações e práticas sociais sobre a doença em uma vila de classes populares**. 1991. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social)-- Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.
- LEAL, Ondina (Org.). **Corpo e significado: ensaios em antropologia social**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.
- LEWIS, Oscar. **Life in a mexican village: Tepaztlan studies**. Illinois: Urbana, 1963.
- LOPES, José Sérgio L. **A ambientalização dos conflitos sociais**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.
- LOYOLA, Maria Andréa. **Médicos e curandeiros**. São Paulo: Difel, 1984.
- MALINOWSKI, Bronislaw. **Anstirgonautas do Pacífico Ocidental**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- MAUSS, Marcel. Uma categoria do espírito humano: a noção de pessoa, a de "EU". In: \_\_\_\_\_. **Sociologia e Antropologia**. São Paulo: Cosac & Naify, 2003.
- MELATTI, Julio Cesar. A Antropologia no Brasil: um roteiro. **Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 3-52, 1984.

- MORAES, Luiz Roberto S.; MENEZES, Ana Lúcia F. **A participação social e a educação ambiental na política e gestão de recursos hídricos, saneamento e resíduos sólidos urbanos e a experiência do CELLM em Alagoas.** [S.l.: s.n.], [200-?]. Mimeografado.
- PALMEIRA, Moacir; HERÉDIA, Beatriz. Os comícios e a política de facções. **Anuário Antropológico**, Rio de Janeiro, n. 94, 1995.
- PEIRANO, Mariza G. S. **Proibições alimentares numa comunidade de pescadores.** 1975. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social)--Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Universidade de Brasília, Brasília, 1975.
- PIERSON, Donald. **Cruz das Almas.** Rio de Janeiro: José Olympio, 1966.
- PINHEIRO, Maria Evania Cavalcanti de Brito. **Retalhos do Cariri: Granjeiro 1810 - 1992.** Fortaleza: Multigraf Editora, 1992.
- REDFIELD, Robert. **The folk culture of Yucatan.** Ithaca: Cornell University Press, 1941.
- RISSOLI, César Augusto. Diagnóstico participativo da situação de saúde em São Sebastião-DF, com ênfase na questão de abastecimento de água e o esgotamento sanitário. 2001. Monografia (Especialização em Saúde Coletiva)--Faculdade de Ciências da Saúde, Departamento de Saúde Coletiva, Universidade de Brasília, Brasília, 2001.
- RIVERS, William H. R. **Medicine, magic and religion.** London: Keagan Paul, 1924.
- SCHUTZ, Alfred. **On phenomenology and social relations: selected writings,** H. Wagner. Chicago: University of Chicago Press, 1970.
- SHORE, Cris; WRIGHT, Susan. **Anthropology of policy: critical perspectives on governance and power.** London: Routledge, 1997.
- TEIXEIRA, Carla C. A honra da política: decoro parlamentar e cassação de mandato no Congresso Nacional (1949-1994). Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1998.
- WAGLEY, Charles; AZEVEDO, T. de; COSTA PINTO, L. A. Uma pesquisa sobre a vida social no Estado da Bahia. **Publicações do Museu do Estado**, Salvador, n. 11, 1950.
- WARNER, W. L.; LUNT, P. S. Social life of a modern community. New Haven, Apud Koenig, S. – Elementos de sociologia. Rio de Janeiro: Zahar Edit, 1967.
- WOORTMANN, Klaas. **Antropologia brasileira e os estudos de comunidade.** [S.l.]: Universitas, 1972.
- \_\_\_\_\_. **Hábitos e Ideologias alimentares em grupos sociais de baixa renda: relatório final.** Brasília: Universidade de Brasília, 1978. (Série Antropologia, n. 20).
- YOUNG, Allan. The Anthropology of illness and sickness. **Annual Review Anthropology**, [Palo Alto], v. 11, 1982.
- ZIMMERMAN, Michael R. **Foundations of medical anthropology: anatomy, physiology, biochemistry, pathology in cultural context.** Philadelphia: Saunders, 1980.

# Representações e Práticas Sociais Ligadas à Gestão da Água (Reágua)

Ariane Kuhnen – Laboratório de Psicologia Ambiental do Departamento de Psicologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

## Resumo

O tema da relação com a água é bastante presente atualmente na sociedade, tanto na comunidade acadêmica quanto para os demais segmentos. Auxiliar à compreensão das percepções, atitudes e comportamentos da população frente à água fornecida e ao prestador de serviço se justifica pela possibilidade, necessária, destas fornecerem dados para fundamentar ações tanto de vigilância quanto na definição de políticas e ações dos órgãos competentes. A água é ligada aos modos de vida e faz parte da paisagem, tanto urbana quanto rural e está associada ao conforto cotidiano seja pela disponibilidade do serviço de abastecimento, pelas possibilidades de lazer e contemplação. Esta condição implica estratégias econômicas e políticas e práticas de parceria e solidariedade da sociedade. Face à complexidade destas interações constroem-se sistemas explicativos, que correspondem aos conhecimentos científicos, mas também a vulgarização destes, a cultura, história e experiências de vida. A presente pesquisa, a partir de conceitos e ferramentas metodológicas das ciências humanas, investigou os processos subjacentes aos conhecimentos, comportamentos, atitudes e percepções da população pesquisada relativas ao abastecimento de água. Foi utilizado como instrumento um questionário aplicado na forma de entrevista. Os resultados mostram que o discurso dos usuários está baseado na construção subjetiva da representação complexa da água. O tema da água é percebido, pela maioria da amostra, como um forte condicionante para o presente e o futuro. Os pesquisados questionam os modos de vida e os modos de produção atual, a organização da sociedade e por consequência o consumo de água. A qualidade das entrevistas aponta para uma situação bastante positiva em relação à capacidade de ter opiniões que se distanciam das tendências visualizadas nos meios de comunicação. São avaliações pertinentes e críticas do estado atual dos recursos hídricos no Brasil. Portanto, conclui-se que se devam fomentar estudos que possam analisar atitudes e comportamentos

adotados frente a problemas ambientais atuais em função dos modos de percepção e representação do meio ambiente.

**Palavras-chave:** representação social, sistemas de abastecimento, usuário, água.

## Abstract

The subject of the relation with the water is sufficiently present currently in the society, both in the academic community and the other segments. To assist the understanding of the perceptions, attitudes and behaviors of the population front to the supplied water and the service supplier, it justifies for the possibility, necessary, of these to supply information to base action of monitoring on the politics definition and action of the competent agencies. Water is connected to the life ways and it is part of rural and urban landscape. It is associated with the daily comfort because there are availability of the supplying service and possibilities of leisure and contemplation. This condition implicates economic and politics strategies and, practical of partnership and solidarity of the society. Face to the complexity of these interactions the person also constructs to clarifying systems that correspond to the scientific knowledge but the vulgarization of these, culture, history, experience of life. The present research, from concepts and methodological tools of human sciences, investigated the underlying processes to the knowledge, behaviors, attitudes and perceptions of the population searched relative to the water supply. A questionnaire applied in the interview form was used as research instrument. The results show that the speech of the users is based on the subjective construction of the complex representation of the water. The subject of the water is perceived, for the majority of the sample, as a strong condition to the present and the future. The sample of this research questions the ways of life and the ways of current production, the organization of the society and for consequence the water consumption. The quality of the interviews points to a sufficiently positive situation in relation to the capacity to have opinions that is set apart of the trends visualized in the medias. They are pertinent and critical evaluations of the current state of the water resources in Brazil. Therefore is possible to conclude that is necessary to foment studies that can analyze adopted attitudes and behaviors front the current environment problems in function of the perception ways and representation of the environment.

**Keywords:** social representations, water supplies, users, water.

# 1 Introdução

O tema da relação com a água é bastante presente atualmente na sociedade, tanto na comunidade acadêmica quanto para os demais segmentos. As pesquisas acadêmicas tratam de diversos aspectos. As questões buscadas e tratadas pelas ciências humanas agrupam-se em torno de temas como o papel das percepções, representações, das dimensões individuais e socioculturais e das práticas cotidianas em torno do tema da água. A representação que a população tem do recurso, da natureza e da origem da poluição, da água que consome, usa e que forma a paisagem, oscila entre uma dimensão muito localizada e reduzida e uma dimensão excessivamente generalizada dos problemas (advinda da representação mediatizada pelos veículos da imprensa) e, por consequência, distanciada do cotidiano e insuficiente para mobilizar questões ambientais, já que não lhes concerne diretamente.

Auxiliar a compreensão das percepções, atitudes e comportamentos da população frente à água fornecida e ao prestador de serviço se justifica pela possibilidade destas fornecerem dados para fundamentar ações tanto de vigilância quanto na definição de políticas e ações dos órgãos competentes. Esta meta deve pautar-se fortemente na ampliação da proteção à saúde da população. Outro aspecto é a sensibilização dos usuários. As campanhas padecem de elementos que assegurem comportamentos pró-ambientais.

A presente pesquisa, a partir de conceitos e ferramentas metodológicas das ciências humanas investigou os processos subjacentes aos conhecimentos, comportamentos, atitudes e percepções da população pesquisada relativas ao abastecimento de água. Para tanto, efetivou estudo da relação com água enquanto recurso limitado e patrimônio/bem comum, estudos prospectivos sobre a natureza da necessidade em água e as representações que suscitam as práticas de consumo, a apreciação dos sistemas de abastecimento e avaliação da capacidade de sensibilização de campanhas de informação.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo geral

Determinar processos subjacentes aos conhecimentos e comportamentos da população implicados pelas políticas e ações relativas ao abastecimento de água.

## 2.2 Objetivos específicos

- Estudar a percepção do recurso água;
- Avaliar a apreciação dos sistemas de abastecimento (percepção da qualidade e custo, indicação dos problemas de água subterrânea e de superfície e os riscos sanitários);
- Demonstrar diferenças e similaridades de valores referenciais em relação às instâncias de gestão do recurso água.

## 3 Metodologia

O Projeto Reágua usou como instrumento de pesquisa um questionário que foi aplicado na forma de entrevista. A elaboração deste apoiou-se em três eixos temáticos: representações do recurso água; problemáticas de gestão; modos de atenuação dos problemas. Fez-se análise semântica dos itens do instrumento com o objetivo de verificar se todos eram compreensíveis (validação semântica). Em seguida procedeu-se a validação de conteúdo (juízes *experts*). Para finalizar o processo fez-se um teste piloto (validade empírica) e partiu-se para a definição da amostra. No Projeto Reágua, por se tratar da análise de dois estados específicos e não de um país inteiro e pelo frágil entendimento se a diversidade cultural seria um fator que influenciaria no objeto de estudo, não foi utilizada como critério de entrada a estratificação da população. Entretanto os dados coletados foram utilizados para a checagem da saída do processo. Para a seleção da amostra optou-se pelo critério psicométrico<sup>1</sup>.

Para a escolha das cidades pesquisadas foram estabelecidos alguns critérios: cidades de contextos sociais distintos (rural e urbano), beneficiadas por sistemas de abastecimento de água por rede, fazerem parte de comitês de bacias hidrográficas, reconhecimento de atuação da sociedade civil e científica com projetos ambientais (ONGs, outros projetos de pesquisa e extensão universitários, etc.) e apresentarem logística para os pesquisadores. Em campo, os pesquisadores localizavam os moradores em suas residências ou em vias públicas como praças ou no comércio. Adotou-se a estratégia de conduzir a entrevista com uma dupla de pesquisadores.

---

<sup>1</sup> Grau de saturação do fenômeno. Neste projeto utilizou-se o critério de seis mínimos, multiplicado pela quantidade itens (47) resultando na quantidade de 282 questionários.

O trabalho de análise dos dados teve início com a exploração textual dos questionários, em que se buscou delinear os temas presentes, reconhecendo os núcleos dos discursos, bem como suas principais características. As respostas obtidas com base nas entrevistas definiram o campo semântico. Essas respostas foram, posteriormente, analisadas e agrupadas por semelhança de conteúdo e passaram por tratamento estatístico pelo Programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences* - Pacote Estatístico para as Ciências Sociais). Com o referido *software* fizeram-se análises descritivas, bem como cruzamentos entre dados de cada estado e grupos de cidades e as diferentes características observadas na população para cada item do instrumento.

## 4 Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

### 4.1 Caracterização da amostra

As cidades pesquisadas em Santa Catarina foram Santa Rosa de Lima, Rancho Queimado, Santo Amaro da Imperatriz, Joinville e Balneário Camboriú e, em São Paulo foram Embu, Taboão da Serra e um distrito da capital (bairro Butantã). A localização das cidades em cada estado pode ser observada nas figuras 1 e 2.



Figura 1 – Localização das cidades pesquisadas no Estado de Santa Catarina

Fonte: Mapa adaptado do IBGE



Figura 2 – Localização das cidades pesquisadas no Estado de São Paulo

Fonte: Mapa adaptado do IBGE

Usou-se como primeiro critério investigar localidades que estivessem organizadas em Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH). As escolhidas estão identificadas no quadro 1. Ao adotar o critério de entrevistar apenas usuários dos serviços de abastecimento de água desses municípios observa-se que tal condição não atinge toda a população. O quadro 1 traz o número de domicílios atendidos em cada localidade. O local de captação da água que abastece os municípios é um dado importante para que se possa identificar a proximidade dos moradores ao local de captação da água. Tal proximidade pode ter uma interferência nas representações sociais construídas.

Quadro 1 – Caracterização das cidades

Cidade	Domicílios	Domicílios com abastecimento ligado à rede	Comitê de Bacia Hidrográfica	Local de captação de água
Balneário Camboriú/SC	23.360	22.020	CBH do Rio Camboriú	Rio Camboriú
Joinville/SC	120.523	113.838	CBH do Rio Cubatão Norte e do Rio Itapocú	Rio Pirai e Cubatão
Rancho Queimado/SC	731	192	CBH do Rio Tijucas	Poço Profundo
Santa Rosa de Lima/SC	493	87	CBH do Rio Tubarão	Córrego Santa Rosa
Santo Amaro da Imperatriz/SC	4.317	3.341	CBH do Rio Cubatão Sul	Pilões
Embu/SP	52.940	50.380	CBH Alto Tietê	Rio Guarapiranga
São Paulo (Bairro Butantã)/SP	16.851	16.388	CBH Alto Tietê	Rio Alto Cotia e Guarapiranga
Taboão da Serra/SP	52.359	51.524	CBH Alto Tietê	Córrego Poá afluente do Pirajuçara

Fontes: GEHID - DRHI – SDS; Sabesp; Prefeitura Municipal de São Paulo; IBGE

Chama a atenção o baixo percentual de domicílios que se beneficiam da distribuição por rede nos municípios de Rancho Queimado e Santa Rosa de Lima, ambos em Santa Catarina. Outros municípios alcançam percentuais perto de 100%. Santo Amaro da Imperatriz tem 77,4% de residências atendidas. Na continuação da análise dos dados observa-se como tal situação incide sobre as representações dos usuários.

A amostra da pesquisa foi constituída de 296 respondentes. A escolaridade predominante varia de 8 a 14 anos. Destes, 44,7% são homens e 55,3% são mulheres, mais da metade são casados (55,3%) e acima de 45 anos (36,9%). A maioria trabalha em atividade do setor privado com renda variando de 3 a 10 salários mínimos (SM) alcançados pelo casal (39,7%) e possuem residência própria. Somente 13,2% da amostra mora há menos de 5 anos no local (quadro 2).

Quadro 2 – Perfil dos entrevistados

Perfil dos entrevistados			
Sexo		Estado civil	
Masculino	44,7%	Casado	55,3%
Feminino	55,3%	Solteiro	34,2%
Idade		Viúvo	6,1%
Até 25 anos	27,5%	Outro	4,4%
26 – 35 anos	19,7%	Ocupação	
36 – 45 anos	15,9%	Emprego Público	7,6%
Mais de 45 anos	36,9%	Atividade Privada	33,8%
Renda familiar		Emprego Informal ou	9,7%
Até 3 salários mínimos	36,3%	Desempregado	
3 – 10 salários mínimos	54,8%	Autônomo	29,7%
Mais que 10 salários mínimos	8,9%	Estudante/ Aposentado	19,3%

Perfil dos entrevistados			
Contribuintes		Escolaridade	
Homem	23,1%	Até 7 anos de estudo	30,9%
Mulher	6,8%	8 - 14 anos de estudo	51,8%
Homem/Mulher	39,7%	15 anos de estudo ou mais	17,3%
Homem/Mulher/ Filhos	20,3%	Tempo de domicílio	
Outros	10,3%	Menos de 5 anos	13,2%
<b>Moradia</b>		Mais de 5 anos	50,2%
Própria	78,3%	Nativo	36,6%
Alugada ou Cedida	21,6%		

Os demais itens do questionário foram tratados optando-se inicialmente por agrupar as cidades por **macrotendência**, ou seja, o comportamento da amostra total e da amostra por estado. Em seguida, uma segunda análise foi executada, chamada de **microtendência**, onde optou-se por agrupar as *cidades mais urbanizadas, as semiurbanizadas e a rural*, configurando tendências por grupo de cidades dos dois estados, ou seja rurais (Santa Rosa de Lima e Rancho Queimado em SC), semiurbanas (Santo Amaro da Imperatriz, em SC e, Embu e Taboão da Serra em SP e; metrópoles (Joinville e Balneário Camboriú em SC e; São Paulo (SP)). Estes agrupamentos seguiram a tendência de considerar metrópole o conjunto de cidades que exercem influência funcional, econômica e social sobre as cidades menores. É comum observar o fenômeno de conurbação.<sup>2</sup> São consideradas como cidades semiurbanas aquelas localizadas

<sup>2</sup> Das cidades pesquisadas a principal atividade econômica é a indústria, exceto Balneário Camboriú, que tem no turismo e na construção civil suas principais atividades econômicas. Devido ao turismo, esta cidade enfrenta problemas de abastecimento de água no período de alta temporada e tem uma população flutuante entre os meses de verão. Joinville é o município mais populoso e industrializado de Santa Catarina, estado que detém o segundo PIB industrial *per capita* do País e ocupa o quinto lugar no *ranking* das exportações nacionais (Prefeitura de Joinville). Em São Paulo, maior cidade do País, foi pesquisado o bairro Butantã. No extremo oeste da cidade, nessa parte da capital se encontram entidades emblemáticas da educação, ciência e saúde do País, como a Universidade de São Paulo, o Instituto Butantã e o Hospital Albert Einstein (Prefeitura de São Paulo). A principal atividade econômica

próximo a uma metrópole, muitas vezes servindo como cidades-dormitório. A atividade econômica está geralmente baseada no comércio e na prestação de serviços. As três cidades pesquisadas apresentam um comércio local bem desenvolvido. Em Santo Amaro da Imperatriz observou-se uma grande insatisfação quanto ao fornecimento de água nas partes mais altas da cidade, também se ouviu reclamações pela falta de água no período do verão. Orgulham-se pela qualidade da água da região, alguns afirmam que é mineral. Já o grupo de cidades consideradas como localizadas em região rural caracteriza-se por ter na agropecuária a principal atividade econômica. Grande parte de seus moradores residem fora do perímetro urbano e é possível observar a baixa densidade populacional. Ao visitar a cidade de Santa Rosa de Lima observou-se um *outdoor* do CBH localizado na rua principal.

Em seguida as figuras 3 e 4 mostram a distribuição da escolaridade e da renda por grupo de cidades.

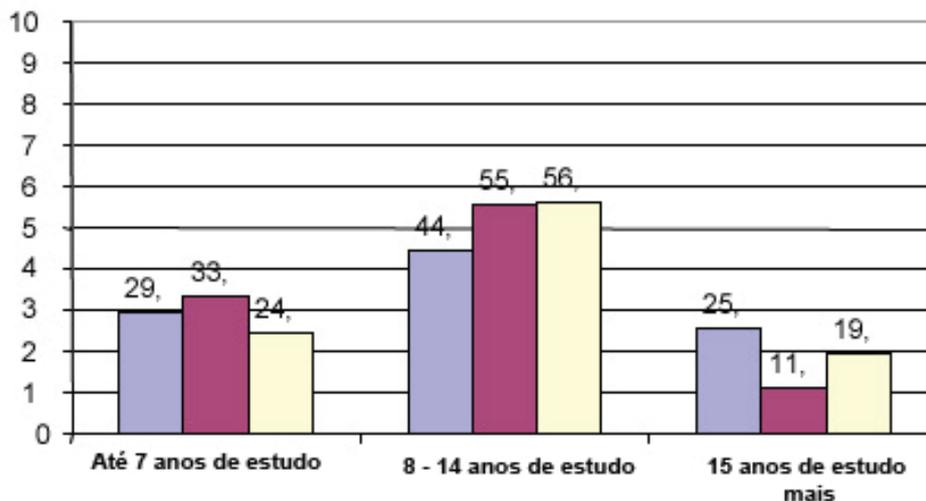


Figura 3 – Distribuição da amostra por grupo de cidades quanto à escolaridade

são os serviços, empregando 48,7% dos trabalhadores; seguida de comércio com 22,0%; indústria com 15,0%; construção civil com 14,2% e, os 0,1% restantes empregados em outras atividades. O Butantã possui cerca de 13% da sua população morando em favelas, aproximadamente 50.000 pessoas, contrastando com áreas de alto poder aquisitivo, na mesma região. O percentual de domicílios com rede de água é de 99,4%, com rede de esgoto de 92,4% e com coleta de lixo de 99,5% (Inquéritos de Saúde. In: <[http://hygeia.fsp.usp.br/isa-sp/index\\_arquivos/Page\\_686.htm](http://hygeia.fsp.usp.br/isa-sp/index_arquivos/Page_686.htm)>).

A distribuição das pessoas de 10 anos ou mais de idade, por grupos de anos de estudos segundo IBGE, (Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento) baseando-se nos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios em 2004-2005, mostra que o Brasil tinha em 2005, 16,4% de pessoas com escolaridade de 8 a 10 anos e, 27,2% com 11 anos ou mais de estudo. A amostra desta pesquisa está em conformidade com a média de estudos da população nacional.

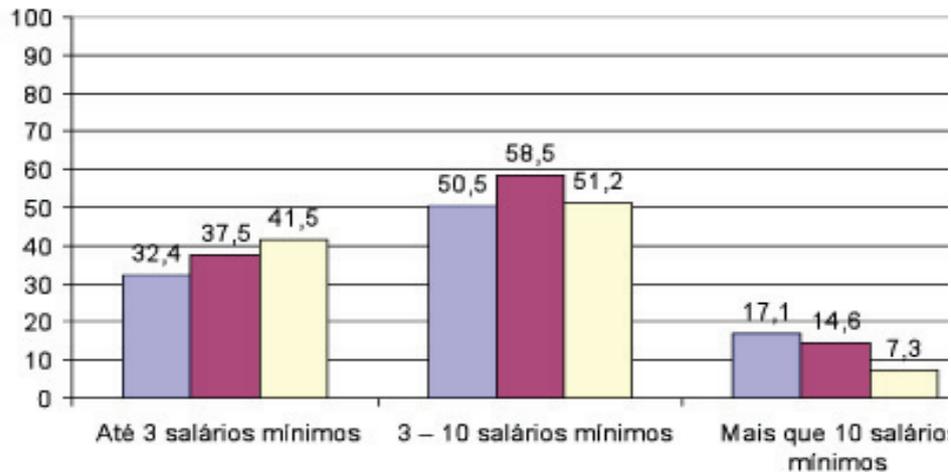


Figura 4 – Distribuição da amostra por grupo de cidades quanto à renda

Observando os dados da mesma fonte (IBGE), no ano de 2005, o rendimento da população por eles pesquisada, indica renda de menos de 1 SM para 10,1% da população; 20,4% são os que recebem de  $\frac{1}{2}$  a 1 SM; 1 - 2 SM é de 28,6%; de 2 - 3 SM é de 10%, totalizando então 60% de rendimento até 3 SM. No levantamento do IBGE 15,3% recebem de 3 - 10 SM de renda mensal. Já a amostra tomada para esta pesquisa apresentou rendimento maior na faixa de 3-10 SM, seguida do grupo que recebe até 3 SM. Portanto a amostra tomada para a pesquisa Reágua apresenta rendimento maior que o da média nacional. Entretanto deve-se alertar que a pesquisa Reágua adotou o critério de renda familiar e o IBGE adota renda por pessoa. Avalia-se que por esta razão o rendimento indicado por nossos respondentes seja maior que aquele do IBGE na mesma faixa. Observa-se ainda que a maior renda média (3-10 SM) predomina nos três grupos de cidades.

## 4.2 As representações e práticas sociais

De modo geral o tema da água, enquanto recurso é percebido como um tema essencial para o presente e o futuro, tanto no âmbito doméstico quanto societal. A representação está sedimentada em noções valorativas e de direitos. Para se chegar a tal descrição trabalhou-se com os dados organizando-os em categorias que auxiliaram a definir a representação dos entrevistados e dar conta de responder aos parâmetros colocados nos três eixos temáticos. A seguir serão apresentadas as categorias que mais se destacaram.

### 4.2.1 Eixo temático: As representações do recurso água

Os resultados mostram que o discurso dos usuários está baseado numa construção subjetiva de representação complexa da água. A categorização do discurso aponta para elementos demonstrativos de que as representações asseguram a organização e estruturação do real. Vê-se, por exemplo, que dentre as **representações do recurso água** a categoria **simbologia da água** foi definida a partir da avaliação do significado dado pelos respondentes no nível doméstico e societal. Os dados revelaram que as variáveis demográficas não exercem significativa influência. Na mesma proporção, homens e mulheres, jovens e velhos percebem a água como ligada à manutenção da sobrevivência. O mais importante significado dado à água se liga a temas relativos à sobrevivência (49% da amostra), definida pela importância da água para a vida entre aspectos como necessidade, essencialidade e qualidade de vida e, em termos de atividades relativas ao cotidiano (32% da amostra) como utilização em tarefas diárias de limpeza, entre outras. Analisando os dados<sup>3</sup> por microtendência (de mais urbano a rural) observa-se a distribuição dos conteúdos relativos à **simbologia da água** para os entrevistados, relacionada à predominância das categorias, conforme figura 5. Pode-se interpretar esse dado tão relevante, afirmando-se como uma representação circulante na sociedade. Vê-se que a manutenção da sobrevivência implica uma reconsideração notável nas práticas. Ao mesmo tempo, por considerar a água não apenas como recurso, mas como meio de vida, tal representação demonstra aos gestores o anseio da população de ver equacionado o frágil equilíbrio entre as exigências econômicas e a preservação ambiental (figura 5).

---

<sup>3</sup> A soma percentual aqui e em outros gráficos subsequentes excede 100% já que certas perguntas do questionário possibilitavam resposta múltipla e alguns respondentes citavam mais de uma alternativa. Desta forma o discurso dos respondentes foi classificado em mais de uma unidade de análise na categorização do discurso.

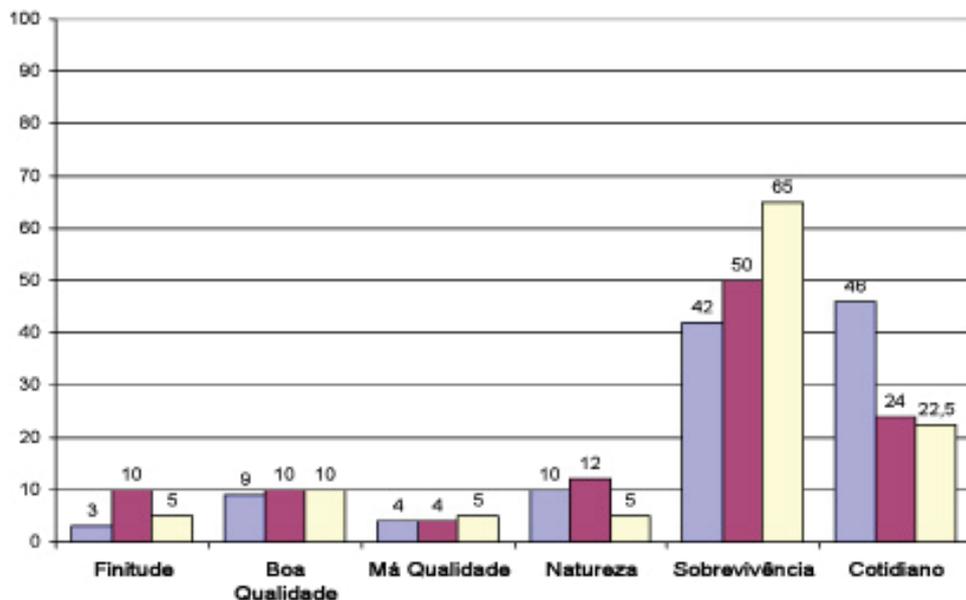


Figura 5 – Distribuição de respostas por grupo de cidades na categoria analítica Simbologia da água<sup>4</sup>

Ainda, a dimensão avaliativa e normativa dessa representação pode ser visualizada em trechos destacados do discurso dos usuários ao responderem à questão do que lhe vêm à cabeça ao se falar em água. Dizem: Quando acordo eu agradeço por ela existir. Sem água o que seria de nós. A maior riqueza do mundo é a água. E ainda: Saúde, vida, sem água não nasce nada.

A segunda categoria analisada refere-se à percepção da disponibilidade da água que recebem em sua casa, em termos de discriminação da quantidade, assim como das fontes e recursos por meio do qual a água está disponível em âmbito doméstico e societal. Do total da amostra, 89% responderam afirmativamente quanto à suficiência. Entre os paulistas 98% consideram suficiente a água que chega as suas casas, enquanto 81% dos catarinenses assim percebem a suficiência do recurso. Em SC 19% e 2% em SP não concordam que seja suficiente. Estes dados demonstram uma avaliação distinta

4 Unidades de análise e suas definições: **Finitude**: refere-se à escassez do recurso, possibilidade de sua finitude, falta que já é sentida. **Boa qualidade**: apresenta uma avaliação positiva em termos de qualidade. **Má qualidade**: apresenta uma avaliação negativa em termos de qualidade. **Natureza**: refere-se a elementos naturais (praia, cachoeira...), fenômenos da natureza (chuva) e a acidentes naturais (enchente, tsunami...). **Sobrevivência**: refere-se à importância da água para a vida (necessidade; sobrevivência; fonte de vida; essencial; qualidade de vida; fonte; tudo). **Cotidiano**: refere-se à utilização da água para atividades do dia a dia.

entre os estados quanto à discriminação de suficiência do que recebem. Os paulistas estão mais satisfeitos. Os dados por região são os seguintes: região rural 98%, semi-urbana 82% e metrópole 95% dos respondentes acreditam ser suficiente a água que chega em sua casa.

Já em termos de disponibilidade do recurso no futuro, 77% da amostra total demonstram descrédito no futuro, sendo pessimista crendo que não haverá água suficiente. Enquanto 23% são mais otimistas em relação ao futuro, apostando que o recurso não faltará. A partir deste dado, executou-se uma distribuição detalhada em duas subcategorias de acordo com os argumentos (sim, haverá água suficiente e; não, não haverá água suficiente). Cada tipologia de argumento recebeu denominação diferenciada como pessimistas e otimistas (tanto em relação ao recurso quanto ao comportamento humano). Entende-se por pessimista em relação ao recurso os usuários que visualizam e percebem a escassez ou sua diminuição ao longo do tempo: Vai acabar, pois o planeta vem sofrendo com as catástrofes naturais, mudanças climáticas. Os pessimistas em relação ao comportamento responsabilizam as ações humanas pela escassez. Alegam que o desperdício, o descaso com a natureza, a superpopulação, a falta de educação e fiscalização são os principais itens indicativos de problemas humanos (comportamentais) que acarretam em fragilidade e escassez do recurso. Este grupo apresenta discursos onde alegam que Tem que cuidar mais, se tivessem cuidado da água essa água seria pura, seria tudo diferente.

No grupo dos otimistas em relação ao recurso estão os usuários que percebem abundância do recurso, atestado por afirmações como Pode diminuir, mas não vai acabar. Os otimistas em relação ao comportamento percebem-no como responsável pela conservação da água. Neste grupo há uma crença nas possibilidades educativas e tecnológicas para superar ou melhorar a situação. O discurso corrente mostra que: ... o pessoal cuida da nascente, porque se desmatar prejudica. São conscientizados. Ou: Se as pessoas mudarem a atitude delas, acho que sim, porque afinal quem vai querer consumir água suja, tóxica? Cada subcategoria apresenta-se da seguinte forma. Os pessimistas estão assim distribuídos: em relação ao recurso são pessimistas 37,8% do grupo e em relação ao comportamento 71,6% do grupo<sup>5</sup>. São otimistas em relação ao recurso 35,8% deste grupo; já são otimistas em relação ao comportamento 53,7% desta amostra<sup>6</sup>. Mantém-se na análise por microtendências a avaliação pessimista em relação ao comportamento da população. Observa-se ainda que o comportamento é o motivo mais presente nos dois grupos. Tanto pessimistas quanto otimistas ancoram no comportamento humano, seja a causa da insustentabili-

---

5 Os dados totalizam mais de 100% em função de respostas que atribuem argumentos pessimistas para recurso e também para comportamento.

6 Os dados não totalizam 100% porque alguns usuários responderam que haveria disponibilidade do recurso no futuro, entretanto não argumentam sua visão.

dade da disponibilidade seja a possibilidade de mudança da situação. Não (não, haverá água suficiente no futuro). A minha geração só estragou a água. A minha filha não terá mais água potável. Ou ainda: Sim (sim, haverá água suficiente no futuro), porque o povo brasileiro está se conscientizando, tem mais economia. A dúvida cede dando lugar para a crença na tecnologia para este otimista: Não sei, devido à evolução pode até não faltar porque a tecnologia pode dar conta disso.

Ainda relativa à **percepção da disponibilidade da água** avaliam as fontes disponíveis de recurso da seguinte forma. Para 48% da amostra a água disponível vem da empresa de abastecimento. Usam água mineral 22% da amostra e 16% utilizam-se também de fontes naturais. A distribuição por estado se dá da seguinte forma: em SC 58% da amostra não possui outra fonte de abastecimento, sendo a mesma situação para 37% dos paulistas, destes 30,4% utilizam água mineral (em SC apenas 15,1%). Em SC a maior incidência é a busca por fontes naturais (22,6% contra 8,1% em SP). Já por região os dados distribuem-se da seguinte forma: na região rural predomina o uso da água proveniente de rede de abastecimento (70%), entretanto 25% ainda se valem do uso de fontes naturais e não faz menção ao uso de água mineral. Como era de se esperar na região metropolitana o uso de fontes naturais é de apenas 6%. É notável o uso deste recurso nas regiões semiurbanas para 20% dos entrevistados.

Outra categoria foi organizada para agrupar dados relativos à **apreciação da qualidade da água**. Avaliou-se a representação quanto à potabilidade, contaminação e aspectos físicos como cor, turbidez, odor, etc. Da amostra geral, 53% entendem que para ser considerada potável a água deve ter qualidade. Por estado os dados atestam igual avaliação para 53,5% dos respondentes em SC e 51,1% em SP. Ainda para 35,6% dos entrevistados água potável é sinônimo de própria para consumo. Em SP tem-se 34,6% que assim avaliam e 36,5% em SC. Chama à atenção a representação de que a água servida pelas empresas de abastecimento é a menos valorizada dentre as alternativas (não a da companhia). Potável é a água: que pode ser utilizada para beber sem medo de ter consequências. A água da Casan acho potável para tomar banho e tal, mas não para beber (figura 6).

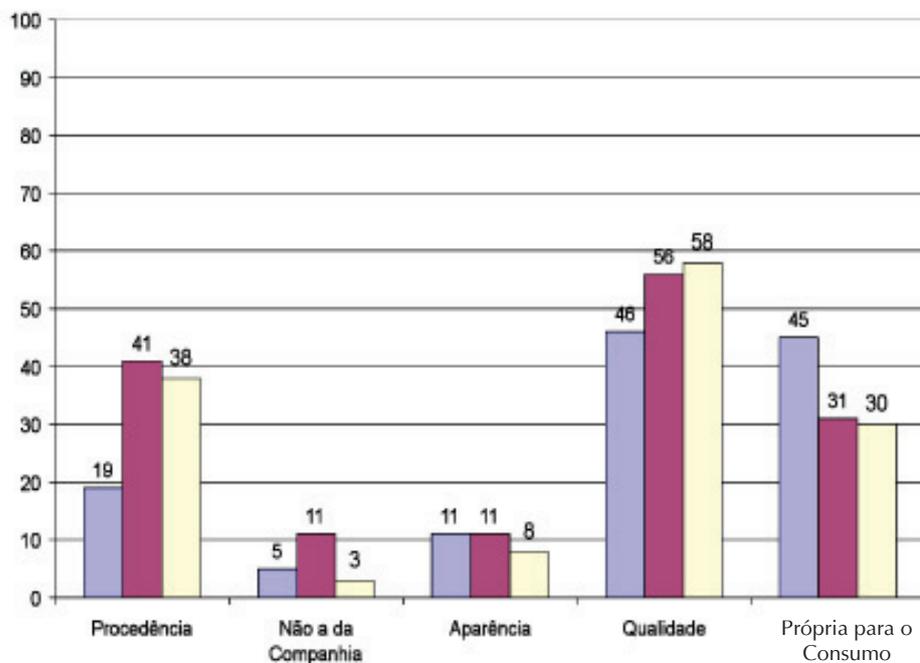


Figura 6 – Distribuição de respostas por grupo de cidades na categoria analítica Apreciação da qualidade da água (potabilidade)<sup>7</sup>

Dentre a amostra total, 45,1% considera a qualidade da água potável aquela que foi tratada ou recebeu cuidados técnicos. Semelhante grupo aponta (42,4%) a qualidade de ser natural como indicativo de potabilidade, enquanto 37,2% da amostra apresentam a água mineral como símbolo de água potável.

Na sociedade atual o sucesso do consumo de água mineral deve-se, em parte, às preocupações crescentes relativas à poluição ambiental e às deficiências concernentes à qualidade de água corrente e, de outro lado, as preocupações com o bem-estar e o contato com a natureza. Tal imagem veiculada pela mídia agrega à água mineral estas qualidades almejadas pela sociedade. Talvez por estarem resguardadas do alto padrão de consumo urbano, a região rural é que aprecia mais a água tratada e a proveniente de fontes naturais (58%). Nas demais regiões a opção por água mineral apresenta

<sup>7</sup> Unidades de análise e suas definições: **Procedência:** avalia a potabilidade da água em função da sua procedência, de onde ela vem (não passou pelo homem, sem produtos químicos, nascente, cachoeira, do mato, do morro, fonte, passou por algum processo para tratamento, água filtrada, água mineral). **Não a da companhia:** quando afirma que a água fornecida pela companhia não é potável. **Aparência:** avalia a potabilidade da água em função de sua aparência (pura, cristalina, limpa, clara). **Qualidade:** avalia a potabilidade da água em função da qualidade (pura, limpa, boa, sem contaminação, saudável). **Própria para o consumo:** avalia que a água potável é a que pode ser consumida.

percentuais que se equivalem às demais categorias, o que reflete de certo modo uma tendência que por sua vez liga-se à representação da degradação das fontes naturais e rejeição (desconfiança e apreciação) da água tratada.

Ainda nesta categoria outros aspectos foram identificados, além da potabilidade, contaminação e aspectos físicos como turbidez, cor e odor. Os usuários vinculam contaminação à aparência (55,6%), à procedência (44,3%) e ao uso (12,9%).

A aparência aparece como indicativo de contaminação para 61,6% dos catarienses e 48,5% dos paulistas. Referem-se à presença de resíduos e do surgimento de características alteradas... Com substâncias químicas, com material orgânico ou inorgânico, animais domésticos próximo ao local, também lixo e esgoto sanitário. Indicam também a procedência como indicador da contaminação: ... Têm tantas formas, a do rio já não é mais própria para beber por causa do esgoto. Avaliam a contaminação da água em função do local onde a água é captada e armazenada: Esgoto, água da represa, cheia de algas, imunda. Tal vinculação é presente para 48,5% em SP e 40,9% em SC. A representação da qualidade em função da procedência indica uma valorização das condições naturais geográficas, tais como inexistência de interferência humana (uso de insumos para agricultura), local de captação natural (nascente, cachoeira, fonte) assim como valorização de tecnologias de tratamento (filtrada) e de ser água mineral.

Quanto aos aspectos físicos, em SC 30,2% entende que determinadas características da água (cor, cheiro, gosto...) se devem a alterações ocasionadas por fenômenos momentâneos, especialmente ausência ou excesso de chuvas. Já em SP apenas 5,2% creditam as alterações deste nível. Mais presente são questões relativas à qualidade da água (boa ou má) (figura 7).

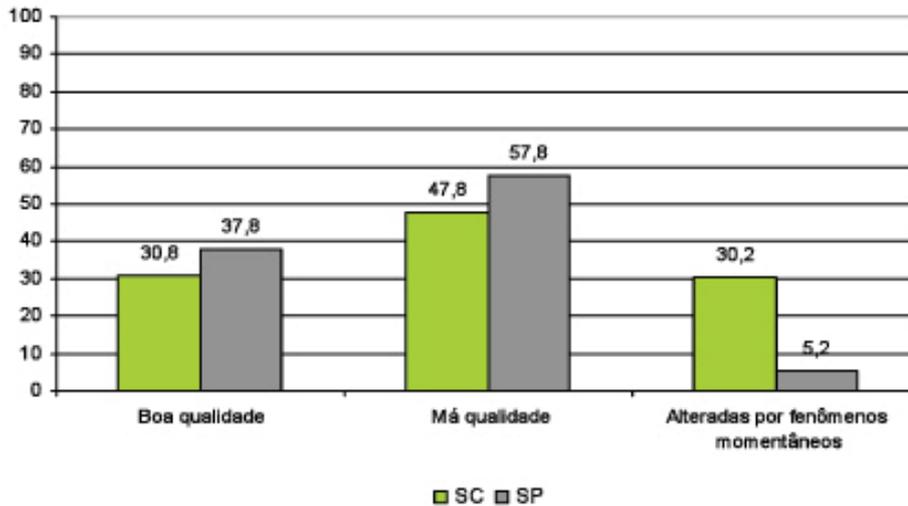


Figura 7 – Distribuição de respostas por estado na categoria analítica Apreciação da qualidade (aspectos físicos)

A representação da qualidade em função da ocorrência de fenômenos momentâneos indica uma valorização das condições climáticas: Depende do tempo e de como está a represa. Se o nível abaixa, vem com cheiro e gosto. Distingue-se, na amostra tanto geral, por estado quanto por grupo de cidades que os diagnósticos de tipo científico são pouco numerosos e predominam diagnósticos que se podem chamar de avaliação de senso comum. Baseando-se em indicadores múltiplos, estes usuários estabelecem seus diagnósticos a partir da evidência dos problemas percebidos em função de sua generalidade e visibilidade: Hoje é cristalina e inodora, mas antes quando vinha do Cubatão era escura. Ou: Cor normal e cheiro também. O gosto parece diferente, meio adocicado, que não mata a sede... De vez em quando tem cheiro de remédio. A percepção da urgência de responder a uma situação-problema debate-se com a fragilidade da eficácia individual sobre um sistema mais amplo. O debate da água potável como a corrente ou a mineral é emblemático. Aparece como um sintoma do desenvolvimento da desconfiança generalizada frente à tecnologia da água tratada e de igual forma (ou por consequência) pelos responsáveis políticos dos sistemas de abastecimento.

#### 4.2.2 Eixo temático: A problemática de gestão

A problemática da gestão da água mostra a pluralidade de aspectos que ela implica, particularmente, o valor multidimensional da água. Por um lado a qualidade da água depende das formas de uso e de outro a percepção da qualidade depende dos usuários, do uso que fazem da água. O usuário pode ter aspirações em função do tipo de utilização (real ou almejada). Frequentemente a relação com a água se encontra numa imbricação de lógicas diferentes e paradoxais, quando não contraditórias, que visam duas direções: o recurso vital (frágil e limitado) e o serviço público (bem de consumo). As necessidades sentidas em relação à água transitam entre a lógica de entendê-la como um bem natural e como um bem adquirido. Dentre cada uma delas diversos entendimentos são plausíveis. Aliado a isto se tem o caráter do desconhecimento dos sistemas (tanto técnicos quanto financeiros) que distanciam o usuário da problemática de gestão da água. O tipo de uso vai depender do nível de engajamento comportamental que se encontra a pessoa (comportamento de preservação, de consumo, tipo de crença relativa ao meio ambiente, etc). Dentre estes aspectos alguns foram observados nesta pesquisa e serão a seguir comentados.

Dentre os temas presentes na **problemática de gestão** da água, a categoria intitulada **percepção das causas da situação atual e das consequências percebidas** expressa conhecimento sobre a quantidade, a qualidade e sobre o serviço de abastecimento de água recebida atualmente e futuramente. Destaca-se a atribuição de responsabilidade pela falta de água. Por certo a população que tem problemas com o abastecimento, tem na falta de água um indicador objetivo de insatisfação. A população estudada remete em primeira instância às pessoas tal responsabilização (54%) e às empresas e ao governo em segundo lugar (39%). Em SP há maior responsabilização das pessoas (61,7% e empresa e governo com 29,3%), já em SC iguala-se em torno de 47% a responsabilização para as pessoas e para empresa e governo.

Um segundo nível de análise da percepção dos usuários foi executado presumindo diferenciações entre grupos e estratos por idade. Foi possível perceber que os jovens (até 25 anos) atribuem mais responsabilidade pela falta de água à população (70,4%) que as pessoas mais velhas. Os dados podem ser elucidadores das consequências da situação político-administrativa brasileira frente aos recursos hídricos. Segundo Lanna (1995), na evolução do gerenciamento de recursos hídricos é possível distinguir três fases, que adotam modelos gerenciais cada vez mais complexos, mas que, apesar disso, possibilitam uma abordagem mais eficiente do problema: o modelo burocrático, o modelo econômico-financeiro e o modelo sistêmico de integração participativa. Tais mudanças, de um modelo de serviço público estatal centralizado, em que o governo responde por tudo, para um modelo descentralizado que valoriza a gestão participativa. Parece que os jovens vêm assimilando tal forma de gestão, incluindo a população na

gestão dos recursos, demonstrando uma possibilidade de então vislumbrar-se a consolidação de novas percepções, atitudes e comportamentos em relação às questões ambientais. Para Jacobi (2002) no processo descentralizador, a questão do controle ou da participação da comunidade cumpre o papel de ampliar o potencial de responsabilidade dos usuários através de várias modalidades e instrumentos de controle. Inglehard (*apud* Krischke, 2000) afirma que a juventude, hoje, é herdeira de problemas ambientais que não criou, e assim, os jovens são os primeiros a reagir contra políticas econômicas que desconsideram a sobrevivência humana e da natureza e as que excluem os interessados dos processos de deliberação.

A categorização dos motivos pela falta d'água levou a duas subcategorias, designadas por ação direta ou indireta. No primeiro grupo faz-se referência ao desperdício, ao consumo ou a falta de consciência. No segundo, faz-se referência ao desmatamento, queimadas, turismo ou aumento populacional, seca, excesso de chuva, mudanças climáticas (superaquecimento, degelo), assoreamento dos rios, poluição, uso de agrotóxicos, etc. Dentre estas atribuições tem-se na região rural uma maior atribuição à responsabilização por ação indireta (63%), seguido da região semiurbana em 44%, e por último a região metropolitana que atribuiu (33%) a este tipo de ação. Confirmando a vinculação a outro tipo de ação, tem-se o maior índice para esta região, seguido da semiurbana e rural, respectivamente. Creditam-se também aos problemas técnicos do serviço de abastecimento (34% para as semiurbanas, 33% para as metrópoles e 24% para a rural).

Os dados apontam para índices altos de satisfação com a qualidade da água recebida. Da amostra geral, 67% se dizem satisfeitos e apenas 27% se qualificam por insatisfeitos. Por grupo de cidades destaca-se a região rural, onde quase a totalidade dos entrevistados mostra-se satisfeita com a qualidade da água que recebe do serviço de abastecimento (98%) (figura 8). A região rural se destaca nas avaliações sobre a qualidade e abastecimento de água. Mostra-se mais satisfeita com a qualidade do produto e do serviço prestado que as demais regiões. Pode-se vislumbrar com esses dados uma maior dificuldade na gestão de recursos hídricos para cidades de maior porte.

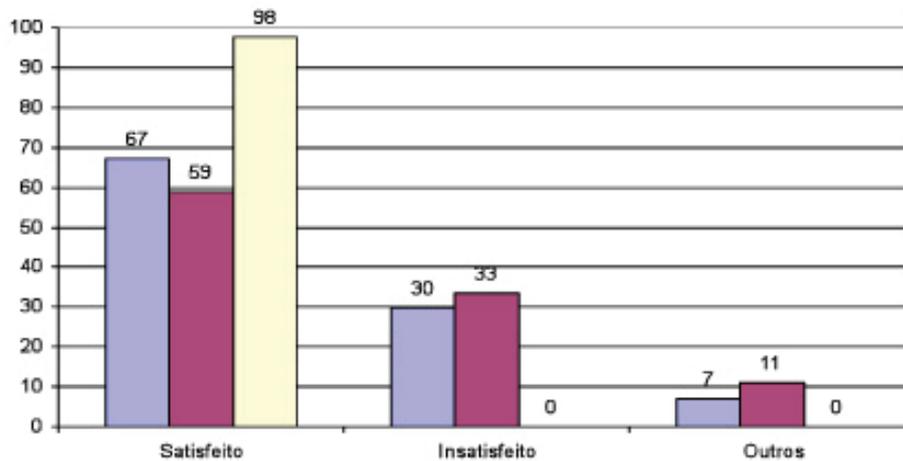


Figura 8 – Distribuição de respostas da amostra por grupo de cidades na categoria analítica Percepção das causas da situação atual e das conseqüências percebidas (qualidade da água)

Uma nova categoria chamada de Atitudes face à taxação congregou o conhecimento e a predisposição dos usuários para agir frente ao valor pago à taxa de serviços de água. Esta categoria distribuiu o discurso dos usuários em relação à consciência de consumo, confiança na medida e consciência dos direitos. Verificam a conta d'água 69% da amostra; confiam na medida e nem olham a conta, 54% da amostra – 26% não confiam, 16% olham às vezes e 3% não sabem responder; 71% da amostra se não concordam com o valor cobrado, reclamam seus direitos; 17% não reclamam, 8% nunca tiveram tal problema e 6% verificam se há problema na instalação doméstica. Por região as **Atitudes face à taxação** (consciência de consumo) têm os seguintes dados: afirmam que têm o hábito de verificar a conta d'água 74% da amostra da região semi-urbana; 63,3% da amostra da região metropolitana e; 58,5% da amostra da região rural.

Ao verificarem e não concordarem com o valor creditado ao consumo de água 71% da amostra (69,4% em SC e 72,6% em SP) reclamam para a empresa de abastecimento ou remetem a reclamação para serviços de justiça que defendem o usuário, por exemplo, Procom, Juizado de Pequenas Causas, etc.

Outra categoria foi pensada para agregar o discurso dos respondentes quanto à **atribuição de responsabilidade frente à contaminação ou poluição da água**, seja pública ou pessoal. Para 49% da amostra total, a água que recebem pode estar contaminada ou poluída, já 40% não desconfiam da qualidade da água neste aspecto. Os dados por região indicam que apenas 10% da região rural suspeitam da contaminação da

água que recebem, enquanto mais da metade da região semiurbana (60%) e da região metropolitana (65%) desconfiam da água que recebem em suas casas.

Chama à atenção a confiança creditada pelos usuários da região rural, apenas 10% acham que a água recebida possa estar contaminada. Um novo dado relativo à responsabilização pela contaminação da água segue a mesma tendência verificada anteriormente quanto a responsabilização pela falta d'água. De igual forma a região rural se apresenta como a mais satisfeita com o serviço. Tais evidências indicam que as representações sociais dessa população deveriam ser investigadas em especificidade para buscar compreender os núcleos simbólicos que as sustentam.

Referem-se à população como responsável pela contaminação da água 71% da amostra total. Já 34% da amostra remetem a responsabilidade às empresas e ao governo. Por região os dados indicam uma distribuição similar, ou seja, em torno de 70% creditam à população e em torno de 30%, às empresas e ao governo. Numa distribuição em subcategorias por idade os dados mostram o mesmo movimento visto no outro eixo temático quanto à representação das causas da situação atual e das consequências percebidas (atribuição de responsabilidade pela falta de água). Aqui também os mais jovens atribuem mais às pessoas a responsabilidade, e os mais velhos às empresas e ao governo.

Como última categoria deste eixo temático (**problemáticas de gestão**) a **Gestão familiar** expressa o trato doméstico dado à água recebida, no que tange à gestão de resíduos e à limpeza e manutenção de caixa d'água. O destino principal de águas servidas é o esgoto (65,9% em SC; 49,4% em SP) (Figura 9). Observe-se esse dado e os demais destinos dados na figura 9.

Ao serem indagados quanto à gestão doméstica relativa à limpeza e manutenção os respondentes fazem a limpeza da caixa d'água regularmente (82%). A frequência maior é de duas vezes ao ano (29,2%), uma vez (24,4%), três vezes 10,5% e menos de uma vez 7,8%.

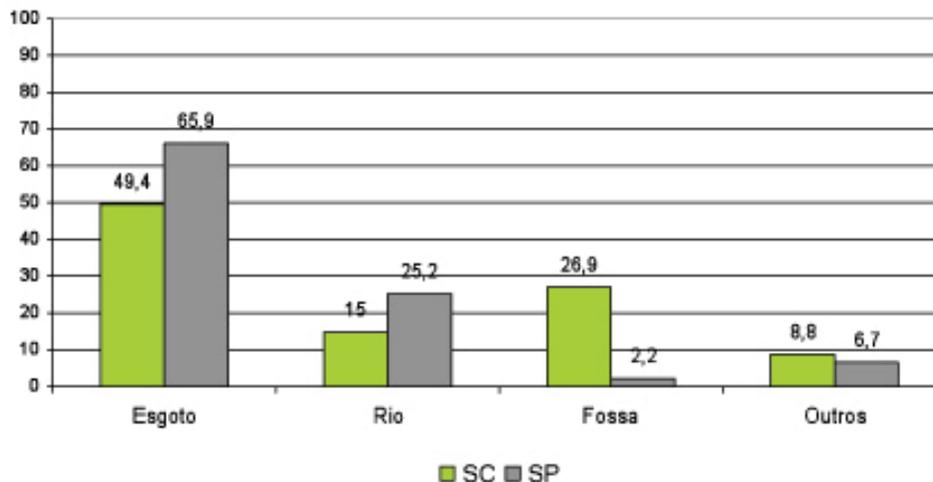


Figura 9 – Distribuição de respostas da amostra por estado na categoria analítica Gestão familiar (resíduos)

#### 4.2.3 Eixo temático: Modos de atenuação dos problemas

Neste eixo temático deu-se atenção à percepção das mudanças em relação à água no que se refere às transformações temporais no comportamento, na qualidade e no serviço de fornecimento da água. Investiga-se, destes aspectos, a percepção do fornecimento e da qualidade da água. Esta categoria foi chamada de **percepção de mudanças em relação à água**. Para 57,8% dos pesquisados o fornecimento de água nos últimos cinco anos manteve-se, melhorou para 24,1% e piorou para 16,3% da amostra geral. Os dados nos estados mantiveram-se equilibrados. A maioria entende que a qualidade manteve-se. Mais uma vez os mais satisfeitos estão na região rural, onde 73% dos entrevistados entendem que a qualidade manteve-se (figura 10).

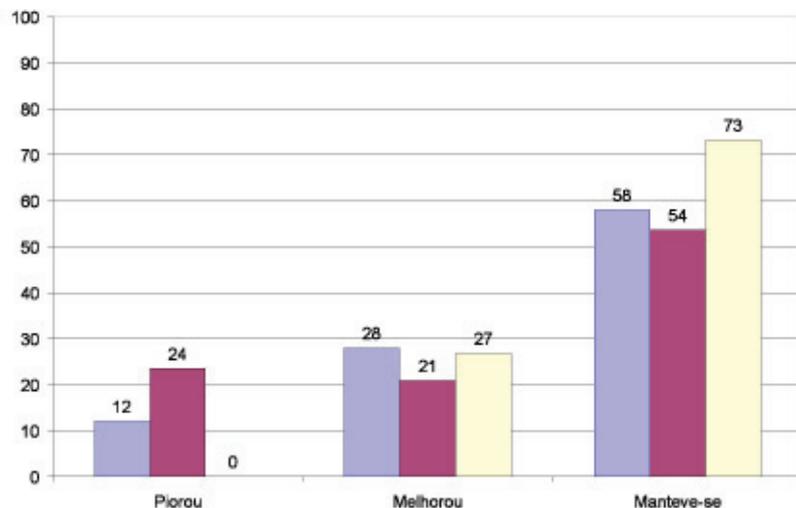


Figura 10 – Distribuição de respostas da amostra por região na categoria analítica Percepção de mudanças em relação à água (fornecimento)

Por estado avaliam que a característica da água nos últimos cinco anos manteve-se (53% da amostra geral; 54,1% para SP e 52,2% para SC). Nas regiões distribuem-se os dados como se apresenta na figura 11. As pessoas entrevistadas demonstram interesse e conhecimento quanto à qualidade da água, do local de captação, pois chegam a afirmar que: ... Melhorou, foi trocado o lugar onde capta a água. Ou: Melhorou, antes era muito pior. Agora dá até pra tomar água de vez em quando.

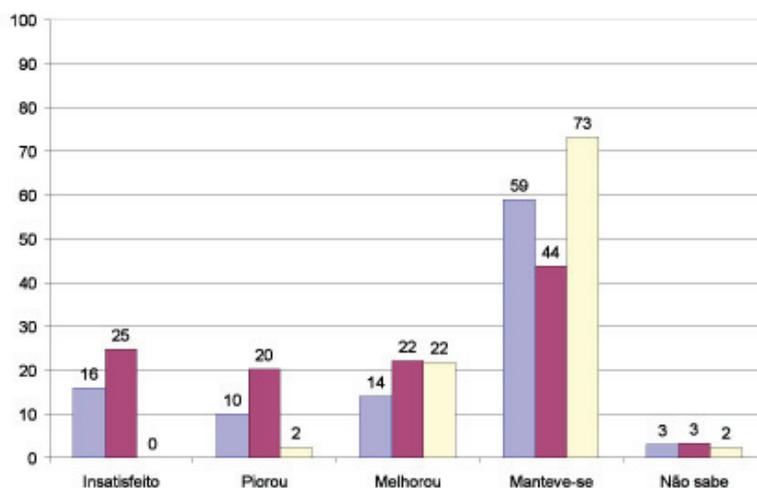


Figura 11 – Distribuição de respostas da amostra por região na categoria analítica Percepção de mudanças em relação à água (qualidade)

Outra categoria apresenta aspectos do discurso dos entrevistados quanto à **Capacidade de reação em face de um problema de rede** no que tange à reação dos órgãos responsáveis. A amostra indica a responsabilidade das empresas da seguinte forma: para 39,2% quando ocorre um problema de rede a empresa arruma rapidamente; já 26,2% alegam que arruma, mas demora; para 12,9% não fazem nada e 6,4% alegam não ter problemas de rede.

A população pesquisada tem pouca informação sobre alguma mudança no modo de gerenciamento dos recursos hídricos (apenas 12% respondem que têm alguma informação). Os dados são equilibrados tanto nos estados quanto por regiões. Quanto à **sugestão para melhoramento da gestão atual**, no que se refere ao conhecimento ou posicionamento em relação ao gerenciamento do recurso, os respondentes foram indagados quanto à lembrança ou conhecimento de campanhas de comunicação social. Os dados mostram que 38% da amostra lembram e dão exemplo de campanhas recordadas, enquanto 26% não lembram e 37% lembram, mas não sabem exemplificar. Exemplos de falas dos entrevistados neste aspecto: A gente ouve, lê que alerta o povo que pode haver falta de água se não souber utilizar. As campanhas modificaram algum hábito da população para 49% da amostra total. Alguns depoimentos são emblemáticos destes dados: Não, meu hábito já está enraizado, é de criação. ... Quanto ao desperdício, cuidei um pouco mais. ... Sim procuro usar produtos biodegradáveis para não poluir.

Quanto à possibilidade de serem tomadas medidas legais quando do mau uso da água, 78% dos respondentes admitem que sim e apenas 9% que não. Destes um depoimento chama a atenção pela assertividade: Sim, multa para quem desperdiça. Precisa pisar no calo pra sentir. Algumas admitem a punição, mas admitem que as pessoas muitas vezes não têm consciência que desperdiçam. Tem que orientar. Se sabe que desperdiça, tem que ser punida. Ou: Melhor ainda se houvesse uma conscientização das pessoas. Em todo caso, alguma coisa deveria ser feita, para fazer com que as pessoas não desperdicem. Para 29% no entanto é preferível a educação no lugar de punição: Punir não. Reeducar, dar informação. Nos estados os que admitem que sim, devem ser tomadas medidas legais quando do mau uso da água são de 83% para SC e 72% para SP.

É notável que poucos reconheçam os comitês de bacias hidrográficas (CBH). Embora pensados para dar conta do gerenciamento participativo, ainda são desconhecidos pela sociedade civil. Apenas 27% dos catarinenses alegam ter ouvido falar e 12% dos paulistas estão na mesma situação. Por região os dados mostram que 49% dos que vivem em região rural, 15% dos que vivem em região semiurbana e 16% dos habitantes de região metropolitana já ouviram falar em Comitês de Bacias. Um morador de Rancho Queimado afirmando conhecer Comitês de Bacia cita-os assim: Já, projeto microbacia (várias pequenas dentro de uma maior). Produção autossuficiente, proteção da natureza, uso correto do solo, recuperação de fontes, reflorestamento.

Partindo da aprovação da Lei nº 9433/97, a gestão dos recursos hídricos é prevista como participativa e descentralizada, no entanto parece que ainda há que se buscar tal projeto. Em nossos resultados o conhecimento, por parte da população, acerca dos Comitês de Bacias Hidrográficas nos traz um diagnóstico da ineficiência da aplicação da referida Lei. Em todas as cidades analisadas já existem CBH instalados, porém, observou-se grande desconhecimento da existência deles. Pode-se verificar na região metropolitana, apenas 16% dos entrevistados tinham conhecimento sobre a existência dos Comitês. No caso das cidades da região rural nota-se um grau de conhecimento que se destaca dos demais acerca de CBH. Atribui-se tal resultado a maior facilidade de trabalho dos Comitês locais e da veiculação facilitada das informações em cidades de menor porte. Segundo Bourdin (2001, p.13): “é na escala local, na do bairro, da cidade ou da microrregião que alguns problemas da vida diária podem ser regulados [...] A solidariedade e a sociabilidade podem se desenvolver dentro de redes muito dispersas, mas são muitas vezes mais fáceis de criar quando se apóiam na vizinhança.”

## 5 Conclusão

Como nos mostra a literatura na área, as representações dependem das características dos indivíduos, de sua experiência, pertencimento e horizonte cultural, assim como também implicam estruturas cognitivas, de crenças e saberes. Como bem indica Corral-Verdugo (2002) “o problema da escassez de água possui componentes psicológicos e sociais. As pessoas desperdiçam água influenciadas por motivos, crenças, percepções e normas pessoais.” E ainda o autor prescreve que são necessários estudos destes componentes para se entender quais características pessoais e situacionais do comportamento podem ser estudadas quando se prevê a promoção do que chamam de padrões de consumo responsável de água.<sup>8</sup>

Assim para poder compreender o funcionamento da gestão dos recursos hídricos foi preciso compreender as representações dos atores. A dimensão de fundo desta pesquisa está atrelada à condição de informar o papel destas representações e indicar práticas que contribuem para se chegar a confluências entre as necessidades humanas e a qualidade ambiental. Portanto, o que se tem ao final é que o tema da água é percebido, pela maioria da amostra, como um forte condicionante para o presente e o futuro,

---

8 Coelho *et al* (2006) apontam uma série de pesquisas que demonstram a importância de estudos sobre os valores e as atitudes para a promoção de comportamentos pró-ambientais, por exemplo Bechtel, Verdugo e Pinheiro (1999); Dunlap e Van Liere (1978); Schultz e Zelezny (1999); Stern e Dietz (1994); Stern, Dietz e Kalof (1993); Thompson e Barton (1994) e Weigel e Weigel (1978) (*apud* Coelho *et al*, 2006).

que questiona os modos de vida e de produção atual, a organização da sociedade e por consequência o consumo de água. Tal constatação pode ser importante para que os gestores reconsiderem a forma que vêm atuando, e assim dirigir suas ações para buscar um equilíbrio entre as exigências econômicas e a preservação ambiental e envolver a população nas políticas de gestão, uma vez que esta possui a representação de que a água é fundamental para a vida. Os dados deste estudo oferecem subsídios para os setores atuantes na área de tratamento de água e saúde pública, para programas de educação ambiental, assim como auxílio na identificação de elementos de participação social (políticas públicas) e no desenvolvimento de uma medida ou ferramenta gerencial para avaliação permanente e comparada sobre as necessidades e comportamentos de consumo da água na população.

## **6 Recomendações para utilização dos resultados pela Funasa e indicativos de custos**

### **6.1 Premissas que possibilitem a reaplicação da pesquisa:**

1. Preparação teórico-conceitual da equipe de pesquisadores;
2. Treinamento da equipe em metodologia de pesquisa de campo e em análise de dados;
3. Seleção das localidades;
4. Discussão qualificada das categorias teóricas;
5. Operacionalização coletiva do construto;
6. Elaboração do instrumento (itens, alocação de itens);
7. Execução da validação do instrumento (semântica, de conteúdo)
8. Acompanhamento do trabalho de campo;
9. Avaliação sistemática das informações;
10. Arquivamento;
11. Análise dos dados;
12. Redação dos resultados.

## 6.2 Limitações e advertências

Vale lembrar que o instrumento foi pensado tendo em vista conhecer a representação da água de abastecimento e para tanto a pesquisa somente poderá ser replicada dentro deste delineamento.

A pesquisa foi feita em cidades com características ocupacionais distintas (urbana, semiurbana e rural), entretanto devido à particularidade dos dados levantados na região rural, observa-se a necessidade de empreender um novo estudo em regiões com tais características para corroborar os resultados alcançados que se destacam das demais regiões. Acredita-se que as representações da região rural devam se diferenciar por terem relativa dependência da água para as atividades econômicas, como a agricultura. Entretanto, como este estudo buscou a representação da água de abastecimento, talvez o instrumento adotado não seja adequado para uma população que se relaciona com a água de formas tão distintas (por exemplo, representação da água para beber e da água da chuva para a plantação).

A passagem em revista dessa problemática no presente estudo evidenciou ainda mais o papel das representações enquanto elemento de articulação entre as pessoas e o meio ambiente, e que modulam tal relação. Pode-se notar que os valores subjacentes à relação com a água encontram-se ancorados em dois paradigmas, o ecologista e o consumista. O primeiro, mais presente, implica o engajamento das pessoas no melhoramento da qualidade ambiental e supõe uma visão de conjunto dos níveis local e global. As posições concernentes a este paradigma aludem à responsabilização pessoal na gestão dos recursos e à confiança no progresso científico.

Tal posição dos usuários converge com o princípio da gestão participativa. Entretanto é importante conhecer os envolvidos e suas formas de pensar e admitir tal conhecimento como requisito para a mobilização social e a implementação de políticas. A gestão participativa das águas é uma nova maneira de lidar com o gerenciamento da mesma; a legislação abordando esse tema fez dez anos, tornou-se vigente com a Lei nº 9.433, de 1997 - Lei das Águas. Muita coisa vem sendo feita. Entretanto nesse contexto, verifica-se uma tendência de retorno às decisões centralizadas, de acúmulo de funções setoriais em órgãos gestores e de falta de consulta à sociedade. Kettelhut e Barros (2001) afirmam que tal situação, em alguns casos, é resultante de uma não adaptação ao novo sistema de gerenciamento proposto, devido a uma forma tecnocrática de administrar, ao desconhecimento dos dispositivos legais e ao apego ao exercício do poder. Quando esta situação acontece, o princípio da gestão participativa, preconizada pela Lei nº 9.433, de 1997, fica descaracterizado, dificultando a sua efetivação.

É preciso ter em mente que a participação no Brasil tem uma estreita ligação com o processo de descentralização. E que ambos vêm contribuindo para a democratização das instâncias do poder público e exercício da cidadania.

Estudos dessa natureza podem ainda auxiliar a desenvolver uma ferramenta gerencial para avaliação permanente e comparada sobre as necessidades e comportamentos de consumo de água na população. Num nível mais específico estes resultados auxiliam a preparar e negociar as ações dos gestores de sistemas de abastecimento de água. Desta forma entende-se que os resultados deste estudo podem servir para ilustrar outras possibilidades de investigação, assim como para melhor coordenar a oferta de pesquisa dos organismos competentes.

Finalmente, avalia-se que em estudos futuros deva-se considerar variáveis suplementares. Inicialmente este estudo pretendia comparar dados entre dois estados, SC e SP. Esta análise feita partiu-se para outra, entre grupos de cidades dos dois estados. Os resultados mostraram que certas variáveis situacionais como condições diferentes relativas ao modo de vida (rural, semiurbana e metrópole) apresentam mais riqueza de análise que apenas diferenças de localização geopolítica. As diferenças devem ser tratadas como variáveis ambientais que refletem diferenças relativas à vida cotidiana ligada à gestão da água. Acrescenta-se ainda que um meio ambiente sociocultural mais homogêneo parece ser um *locus* mais fecundo de pesquisa (valores e representações ligadas à água) mais significativo que apenas aquele de origem geográfica (embora os dados também tenham sido apresentados nestes termos – SC e SP).

## Referências bibliográficas

- BOURDIN, A. **A questão local**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Lançamento do SNIRH e parcerias marcam comemoração ao Dia da Água**. 2005. Disponível em: <http://ana.gov.br/Destaque/destaque255.asp>. Acesso em: 12 ago. 2006.
- CABRERA, V. O. et al. Relación entre variables demográficas, variables contextuales, conocimiento ambiental y el ahorro de agua. In: CORRAL-VERDUGO, V. **Conductas protectoras del ambiente: Teoría, investigación y estrategias de intervención**. México: CONACYT/Rm Editores/UniSon, 2002.
- CASTRO, P. Pensar a natureza e o ambiente: alguns contributos a partir da Teoria das Representações sociais. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 8 n. 2, p. 263-272, 2003.
- COELHO, J. A. P. M. Valores humanos como explicadores de atitudes ambientais e intenção de comportamento pró-ambiental. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 11, n. 1, p. 199-207, jan./abr. 2006.

CORRAL-VERDUGO, V. A Structural model of pro-environmental competency. **Environment & Behavior**, [S.l.], v. 34, p. 531-549, 2002.

\_\_\_\_\_. Determinantes psicológicos e situacionais do comportamento de conservação de água: um modelo estrutural. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 8, n. 2, p. 245-252, maio/ago. 2003.

FREITAS, W. P. Águas: considerações gerais. In: \_\_\_\_\_. **Águas: aspectos jurídicos e ambientais**. Curitiba: Juruá, 2000. p. 17-28.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Distribuição dos domicílios particulares permanentes, por forma de abastecimento de água, segundo subprefeituras e distritos**: município de São Paulo 2000. Disponível em: <[http://www.seade.gov.br/produtos/msp/sne/sne1\\_001.htm](http://www.seade.gov.br/produtos/msp/sne/sne1_001.htm)>.

GRAFF, A. C. B. A tutela dos estados sobre as águas. In: FREITAS, W. P. **Águas: aspectos jurídicos e ambientais**. Curitiba: Juruá, 2000. p. 51-75.

GÜNTHER, H. Mobilidade e Affrodance como cerne dos estudos pessoa-ambiente. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 8 n. 2, p. 273-280, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.

ITTELSON, W. H. Environmental perception and urban experience. **Environment and Behavior**, [S.l.], v. 10, n. 2, 193-213, 1978.

JACOBI, P. **Políticas sociais e amplificação da cidadania**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2002.

KETTELHUT, J. T. S.; BARROS, F. G. A importância de assegurar os princípios que fundamentam a Lei das Águas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 14., 2001, Aracaju. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2001.

KRISCHKE, P. J. **Ecologia, juventude e cultura política**: a cultura da juventude, a democratização e a ecologia nos países do Cone Sul. Florianópolis: UFSC, 2000.

KUHNEN, A. **Lagoa da Conceição**: meio ambiente e modos de vida em transformação. Florianópolis: Cidade Futura, 2002.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacias hidrográficas**: aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: Ibama, 1995.

MOSCOVICI, S. **A representação social da psicanálise**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

PASQUALI, L. **Instrumentos psicológicos**: manual prático de elaboração. Brasília: LabPAM: IBAPP, 1999.

PINEAU, G. **De l'air**: essai sur l'écoformation. Paris: Paidéia, 1992.

QUEIROZ, R. S. Caminhos que andam: os rios e a cultura brasileira. In: REBOUÇAS, A. C. et al. **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 669-685.

RIBEIRO E. M.; GALIZONI F. L. Práticas, preceitos e problemas associados à escassez da água no vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 5, n. 2, 2003.

- SANABRA, F. R. La Influencia de los factores ambientales en el comportamiento. In: BURILLO, F. J.; ARAGONÉS, J. I. **Introducción a la psicología ambiental**. Madrid: Alianza Psicología, 1991. p. 116-125.
- VARGAS, M. C.; PAULA, G. O. Introdução na percepção social da água: estudos de caso no interior paulista. In: MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. S. (Org.). **Uso e gestão de recursos hídricos no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2003. v. 2.
- VARGAS, M. C. et al. **Água e cidadania**: percepção social dos problemas de quantidade, qualidade e custo dos recursos hídricos em duas bacias hidrográficas do interior paulista. 2002. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br>>. Acesso em: 1 out. 2005.
- WAGNER, W. Sócio-gênese e características das representações sociais. In: MOREIRA, A. S. P.; OLIVEIRA, D. C. (Org.). **Estudos interdisciplinares de representação social**. Goiânia: AB Editora, 1998. p. 3-25.



# Adsorção de Cianotoxinas em Diferentes Matrizes

Renato José Reis Molica - Universidade Federal Rural de Pernambuco; Marta Maria Bezerra Duarte - Universidade Federal de Pernambuco; Maria Fernanda Pimentel Avelar - Universidade Federal Rural de Pernambuco; Nelson Medeiros Lima Filho - Universidade Federal de Pernambuco; Cláudia da Costa Lima Neves - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco; Osmar Souto Baraúna - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco; Paulo Wagner Sampaio da Silva - Universidade Federal de Pernambuco; Tarciana de Oliveira Leonídio - Associação Instituto de Tecnologia de Pernambuco

## Resumo

Um dos grandes problemas atuais relacionados ao abastecimento público de água é a contaminação dos recursos hídricos por cianotoxinas. Visando à remoção dessas toxinas dissolvidas em água, este trabalho testou materiais adsorventes produzidos a partir de rejeitos ou resíduos agrícolas e industriais. Deste modo, teve como objetivo avaliar a remoção da microcistina-LR e de variantes de saxitoxinas através do uso de adsorventes, como carvões ativados produzidos a partir de diferentes materiais, além das argilas esmectíticas ativada e *in natura*. A produção da microcistina-LR e saxitoxinas ocorreu a partir do cultivo de cepas de *Microcystis aeruginosa* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, respectivamente. Foram realizadas análises por cromatografia líquida de alta eficiência para purificação e quantificação das mesmas. Em seguida realizaram-se os testes cinéticos e a construção de isotermas de adsorção, com aplicação do Modelo de Isotermas de Langmuir sobre os dados experimentais obtidos. Dentre os carvões ativados, aquele que obteve melhor capacidade adsorviva foi o de mesocarpo de coco verde ( $66,4 \text{ mg.g}^{-1}$ ), chegando a remover 75% da microcistina-LR presente na água e com resultados experimentais próximos daqueles obtidos pela

aplicação do Modelo de Langmuir. Estes resultados refletiram a relação entre capacidade adsortiva e quantidade de mesoporos, em que o carvão com maior volume destes – no caso o de mesocarpo de coco – obteve melhor desempenho adsortivo. Em relação à microcistina-LR, a argila esmectítica apresentou uma baixa capacidade adsortiva – 4,34 mg.g<sup>-1</sup> para a ativada e 1,32 mg.g<sup>-1</sup> para a *in natura*. Estes resultados experimentais não se adequaram bem à aplicação do modelo linearizado de Langmuir. A cepa ITEP-A3 de *C. raciborskii* produz quatro variantes de saxitoxinas: neosaxitoxina, saxitoxina, decarbamil-saxitoxina e goniautoxina-6. Durante os experimentos cinéticos foi observado um aumento inesperado na concentração de neosaxitoxina. Supõe-se que fatores como temperatura ambiente e pH neutro a básico favoreceram transformações nas estruturas moleculares dos análogos de saxitoxinas. A capacidade adsortiva máxima experimental do carvão ativado produzido do mesocarpo do coco verde foi de 3,10 mg.g<sup>-1</sup>, em relação à saxitoxina e neosaxitoxina. Este valor mostrou-se próximo àquele calculado a partir do modelo de Langmuir – 3,2 mg.g<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos neste trabalho mostram que os materiais testados são capazes de adsorver cianotoxinas dissolvidas em água, sejam elas neurotóxicas ou hepatotóxicas.

**Palavras-chave:** microcistina-LR, saxitoxinas, adsorção, carvão ativado, argila esmectítica.

## Abstract

The contamination of water sources with cyanotoxins is one of the greatest problems to the public water supplying nowadays. The objective of this project was to evaluate the removal of microcystin-LR and saxitoxins dissolved in water with smectite clay and activated coal produced from agricultural and industrial residues. The activated coals evaluated were produced from different matrixes. Microcystin-LR and saxitoxins utilized in this study were extracted from *Microcystis aeruginosa* and *Cylindrospermopsis raciborskii* strains, respectively. Liquid chromatography analyses (HPLC) were employed for purification and quantification of these cyanotoxins. The kinetic tests and the adsorption isotherms were calculated and the Langmuir isotherms model applied to the experimental data. Among the activated coals, the green coconut mesocarp showed the better adsorption capacity (66.4 mg.g<sup>-1</sup>). These results reflected the relation between adsorption capacity and amount of mesopores, where the activated coal with higher volume of these – in the case of green coconut mesocarp - showed a better adsorption capacity. Smectite clay presented a low adsorption capacity for microcystin-LR – 4.34 mg.g<sup>-1</sup> for activated and 1.32 mg.g<sup>-1</sup> for *in natura*. Moreover, these experimental results did not adjusted well for linearized Langmuir model. *C. raciborskii* strain produces four analogues of saxitoxins: neosaxitoxin, saxitoxin, dc-saxitoxin and GTX-6. During

the kinetic experiments an unexpected increase in neosaxitoxin concentration was observed. Probably, factors as ambient temperature and neutral to basic pH favored transformations in the molecular structures of toxins. The experimental maximum adsorption capacity of activated coal produced from green coconut mesocarp was of  $3.10 \text{ mg.g}^{-1}$ , for saxitoxin and neosaxitoxin. This value was close to that one calculated from Langmuir model –  $3.2 \text{ mg.g}^{-1}$ . The results obtained in this work showed that the tested materials are capable to adsorb cyanotoxins dissolved in water.

**Keywords:** microcystin-LR, saxitoxins, adsorption, activated carbon, smectite clay.

## 1 Introdução

Cianobactérias são procariotos fotossintéticos que possuem a habilidade de sintetizar clorofila-a, sendo que a água é o doador de elétrons durante o processo fotossintético, o que gera a liberação do oxigênio ( $\text{O}_2$ ) (WHITTON e POTTS, 2000).

Sob determinadas condições ambientais as cianobactérias podem se tornar a parcela dominante do fitoplâncton de lagos, reservatórios e rios, formando muitas vezes florações. O termo floração é vago e não define exatamente uma quantidade específica de células por unidade de volume. Normalmente, diz-se que há uma floração quando o número total de células passa a ser maior que a média do corpo d'água. Em corpos d'água utilizados para abastecimento humano, a floração é definida em termos do número de células que passa a ser incômodo e/ou perigoso para populações humanas (a partir de  $10 \times 10^3$  ou  $20 \times 10^3$  células  $\text{mL}^{-1}$ ) (OLIVER e GANF, 2000; FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE/**Funasa**, 2004).

O processo de eutrofização dos corpos d'água, que é o enriquecimento com nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, é o principal fator responsável pelo surgimento das florações de cianobactérias (CHORUS e BARTRAM, 1999). O aumento das cargas de nutrientes nas águas dos ecossistemas aquáticos decorre, geralmente, de impactos antrópicos, tais como remoção de florestas, e o desenvolvimento agropecuário, industrial e urbanização, cujos efluentes não tratados, ou tratados inadequadamente são lançados naqueles ecossistemas.

A capacidade de alguns gêneros de cianobactérias formadores de florações produzirem toxinas torna esta classe de micro-organismos um grupo diferenciado dentro da comunidade fitoplanctônica. Os problemas causados pelas florações tóxicas de

cianobactérias já são conhecidos desde o século XIX (FRANCIS, 1878 *apud* CARMICHAEL, 1994; MOESTRUP, 1996).

As neurotoxinas e hepatotoxinas podem ser consideradas os principais agentes tóxicos produzidos pelas cianobactérias, pois causam sérios danos à vida animal e à saúde humana, quando presentes em águas de recreação e/ou consumo.

As neurotoxinas produzidas pelas cianobactérias até agora identificadas são: anatoxina-a, homoanatoxina-a, anatoxina-a(s), e as pertencentes ao grupo das saxitoxinas (PSPs). Apesar de possuírem mecanismos de ação diferentes, todas causam um bloqueio neuromuscular, levando o animal à morte por parada respiratória.

As saxitoxinas pertencem a um grupo de alcalóides carbamatos que podem ser não sulfatados – como a saxitoxina (STX) e neosaxitoxina (NeoSTX), sulfatado simples – como as goniautoxinas (GTX) ou sulfatado duplamente, como as c-toxinas (CHORUS E BARTRAM, 1999). Tendo em sua estrutura cinco radicais passíveis de mudança, o grupo das saxitoxinas apresenta mais de 20 análogos (CHORUS E BARTRAM, 1999).

As hepatotoxinas são as toxinas produzidas por cianobactérias mais comumente relacionadas com casos de envenenamento animal e humano em todo o mundo. As duas principais hepatotoxinas, nodularinas e microcistinas, são de natureza peptídica, além da cilindrospermopsina, um alcalóide hepatotóxico que foi isolado de quatro gêneros de cianobactérias.

As microcistinas são consideradas as cianotoxinas de maior ocorrência no ambiente (ERIKSSON *et al.*, 1990). Composta por sete aminoácidos, dentre os quais dois são variáveis, este tipo de hepatotoxina apresenta mais de 60 análogos. Dentre estas, a microcistina-LR é a mais frequentemente encontrada além de apresentar maior toxicidade (CARMICHAEL, 1992).

O primeiro caso confirmado no mundo de mortes humanas causadas por uma toxina produzida por cianobactérias ocorreu na cidade de Caruaru/PE, onde mais de 70 pacientes renais vieram a falecer em decorrência de uma grave hepatotoxicose, ocasionada por uma contaminação por microcistinas na água utilizada nas sessões de hemodiálise (JOCHIMSEN *et al.*, 1998; CARMICHAEL *et al.*, 2001).

No Brasil, como consequência direta dos casos de intoxicações humanas em Caruaru, a Portaria nº 1.469/00 do Ministério da Saúde, posteriormente atualizada pela Portaria nº 518/04, a qual define o padrão de potabilidade da água para consumo humano, incluiu o monitoramento da densidade de cianobactérias na água bruta do reservatório e de algumas cianotoxinas na água tratada. A Portaria determina para o padrão de potabilidade o valor máximo permitido de 1,0 µg.L<sup>-1</sup> para microcistinas, além de recomendar as análises de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg.L<sup>-1</sup> e 3,0 µg de equivalentes de saxitoxina.L<sup>-1</sup>.

Sabe-se que os processos de floculação, coagulação e filtração em areia, utilizados nas estações de tratamento não removem as toxinas da água (FALCONER *et al.*, 1989; DRIKAS, 1994; CHORUS E BARTRAM, 1999). Em um trabalho minucioso, Chow *et al.* (1997) mostraram que os processos convencionais de tratamento de água (coagulação/floculação, sedimentação e filtração), dependendo do modo de operação, podem remover até 99,9% das células de cianobactérias da água, entretanto, são ineficazes na remoção das toxinas dissolvidas na água.

Dentre os vários processos de remoção de cianotoxinas da água a aplicação do processo de adsorção tem sido grandemente expandida em todo mundo. Desta forma, o desenvolvimento tecnológico de adsorventes mais eficazes, tais como carvão ativado, e com baixo custo tem sido amplamente pesquisado.

O carvão ativado consiste em uma rede interconectada de poros de diferentes tamanhos, que são classificados de acordo com seu diâmetro (microporos, mesoporos e macroporos). Qualquer material lignocelulósico, tendo como componentes químicos fundamentais polissacarídeos e lignina e componentes acidentais (orgânicos e inorgânicos) (SILVA, 1993), podem ser usados para produzir carvão ativado. São exemplos destes materiais: madeiras, cascas de nozes, bagaço de cana-de-açúcar e resíduo têxtil.

Trabalhos realizados por diferentes grupos de pesquisa mostraram que carvão ativado granulado (CAG) e carvão ativado em pó (CAP) são eficientes na remoção de microcistinas (FALCONER *et al.*, 1989; DONATI *et al.* 1994; DRIKAS, 1994; LAMBERT *et al.* 1996; WARHURST *et al.* 1997; PENDLETON *et al.* 2001). A eficiência na remoção depende de algumas características físico-químicas do carvão, além da matéria-prima utilizada na sua fabricação.

O trabalho realizado por Morris *et al.* (2000) mostrou que argilas esmectíticas são eficientes na remoção de microcistina-LR, tendo concluído que mais de 80% delas foram removidas da água por adsorção. Miller *et al.* (2001) mostraram que a adsorção de microcistina-LR e nodularina (outra hepatotoxina) é maior em solos ricos em argila e carbono orgânico.

A eficiência na remoção das cianotoxinas também depende de algumas características físico-químicas da argila. De maneira vantajosa, a argila esmectítica possui grande disponibilidade de superfície de adsorção, já que se apresenta na forma de pó, além disso, se apresenta geralmente hidrofílica, o que implica maior afinidade por substâncias polares (CHAGAS, 1996).

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo geral

Contribuir para a melhoria da qualidade da água utilizada no abastecimento público através da remoção de cianotoxinas dissolvidas na água a partir da utilização de adsorventes de baixo custo, no caso, carvão ativado e argila esmectítica.

### 2.2 Objetivos específicos

- Construção de modelos empíricos relacionando as variáveis do processo de produção de carvão ativado e da argila ativada com as respostas medidas (remoção de toxinas, distribuição do tamanho dos poros, etc.).
- Estabelecer a cinética de adsorção da microcistina-LR em carvão ativado e argila e estimar as constantes de equilíbrio das reações.
- Estabelecer a cinética de adsorção das variantes saxitoxina, neosaxitoxina e decarbamil-saxitoxina em carvão ativado e estimar as respectivas constantes de equilíbrio.
- Construir as isotermas de adsorção e quantificar a capacidade máxima de adsorção da microcistina-LR e dos análogos saxitoxina, neosaxitoxina decarbamil-saxitoxina em relação aos adsorventes testados.

## 3 Metodologia

### 3.1 Microcistina-LR

Para a produção de microcistina-LR, utilizada nos experimentos de adsorção, foi utilizada a cepa NPJB-1 de *Microcystis aeruginosa*, gentilmente cedida pela Prof. Sandra Azevedo (IBCCF – UFRJ). Azevedo *et al.* (1994) caracterizaram duas microcistinas produzidas por esta cepa: microcistina-LR e a microcistina-LF.

## 3.2 Cultivo da cepa NPJB-1

A cepa NPJB-1 foi cultivada em balões marriot de 9.000 mL, previamente autoclavados à 121°C por 30 minutos, contendo 8.000 mL de meio ASM-1 (GORHAM, *et al.*, 1964), pH variando entre 7,5 e 8,5. O cultivo foi mantido a uma temperatura de  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ , com fotoperíodo de 12 horas e intensidade luminosa de  $89 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  proveniente de lâmpadas fluorescentes (40 w).

## 3.3 Extração da microcistina-LR

As culturas foram filtradas ao atingirem o final da fase exponencial de crescimento utilizando-se sistema de filtração a vácuo e membranas de borossilicato de 47 mm de diâmetro (Sartorius AG). Após a filtração, foram adicionadas às membranas 60 mL de metanol 75% (v/v), deixando a extração ocorrer por 30 minutos. Em seguida, a solução foi filtrada em membranas de borossilicato de 25 mm de diâmetro (Millipore). Esse processo foi repetido mais duas vezes, no entanto, o tempo de extração foi reduzido para 15 minutos. A solução de extração foi levada ao evaporador rotativo para ser seca a uma temperatura de 40°C e depois armazenada a uma temperatura de -18°C (CHORUS e BARTRAM, 1999).

### 3.3.1 Pré-purificação (extração em fase sólida)

Para a pré-purificação (extração em fase sólida), o extrato (item 3.3) foi ressuspenso com 15 mL de metanol 5% (v/v), sendo posteriormente passado através de cartucho de C18 (Mega Bond Elut C18 Varian), previamente ativado com 15 mL de metanol e 15 mL de água deionizada. Em seguida, o cartucho foi lavado com 15 mL água deionizada, 15 mL de metanol 20% (v/v) e por último, 25 mL de solução 0,1% de ácido trifluoracético (TFA) em metanol para eluição das microcistinas (LAWTON *et al.*, 1994). Todas as soluções foram recolhidas separadamente e a solução de TFA 0,1% em metanol foi seca em evaporador rotativo à temperatura de 40°C e armazenada em freezer (-18°C).

### 3.3.2 Purificação e quantificação da microcistina-LR

A purificação e a quantificação da microcistina-LR foram realizadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE – HPLC), seguindo os procedimentos descritos por Lawton *et al.* (1994), mas fazendo-se algumas adaptações, como por exemplo, a utilização de corridas isocráticas. Para análise por cromatografia líquida, os extratos contendo microcistinas (item 3.3.1) foram ressuspensos em 1,0 mL de metanol 50% (v/v) e filtrados em membranas de 0,22  $\mu\text{m}$  (Millex™).

O equipamento de CLAE utilizado é composto por uma bomba quaternária (Shimadzu – LC 10ATvp), injetor (Rheodyne 7725-058) com “loop” de 50  $\mu\text{L}$ , coluna C18 (Lichrospher 250 x 4 mm, 5  $\mu\text{m}$ ) e fase móvel de acetonitrila + TFA 0,05% (v/v) e água + TFA 0,05% (v/v) (52:48, v/v). O sistema de detecção empregado foi de arranjo de fotodiodos (Shimadzu – SPD-M10Avp) ajustado a 238 nm (corrida) e a varredura feita entre 190 a 360 nm. O fluxo da fase móvel utilizado foi de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>.

A identificação da microcistina-LR foi feita através da observação de seu espectro de absorção característico (entre 190 e 300 nm) e pela comparação com o tempo de retenção do padrão (Sigma).

Após a separação da massa de microcistina-LR, a solução contendo fase móvel, foi levada ao evaporador rotativo para ser seca a uma temperatura de 40°C e depois armazenada a uma temperatura de -18°C. O cálculo da concentração de microcistina-LR foi feito utilizando-se as curvas de calibração construídas com as soluções padrão de microcistina-LR preparadas a partir de um padrão desta toxina (Sigma).

## 3.4 Carvões ativados

As matérias-primas destinadas à produção dos carvões ativados em pó utilizados nesta pesquisa foram provenientes de resíduos agrícolas e/ou de rejeitos industriais: mesocarpo do coco verde, bagaço da cana-de-açúcar, endocarpo do coco e resíduo têxtil.

Os processos de preparação e caracterização desses carvões ativados estão descritos em Albuquerque (2002) e Medeiros (2001). Os carvões ativados utilizados neste trabalho foram gentilmente cedidos pela Prof. Dra. Maria Fernanda Pimentel Avelar (DEQ – UFPE).

### 3.4.1 Experimento de adsorção em batelada: estudo cinético

O experimento para avaliar a evolução cinética da adsorção de microcistina-LR no CA foi realizado num sistema de batelada, promovendo uma agitação entre a solução do adsorbato e a massa do adsorvente.

Para a determinação da cinética de adsorção, utilizou-se a massa de 1,0 mg de carvão ativado em pó, preparado a partir do mesocarpo do coco verde, previamente lavado com água ultrapura e seco em estufa à 105°C por duas horas e 30 minutos. Em virtude do CA produzido a partir do mesocarpo do coco verde, obtido nas condições otimizadas, ter apresentado, com relação ao índice de azul de metileno, uma melhor capacidade adsortiva em relação aos outros carvões (tabela 1), o mesmo foi selecionado para realização da cinética de adsorção da microcistina-LR, cujos resultados foram extrapolados para os outros carvões.

Após a adição da massa de carvão em erlenmeyers foi adicionado um volume e uma concentração de microcistina-LR definidos. A solução heterogênea resultante foi mantida sob agitação de 450 rpm com o auxílio de uma mesa agitadora (IKA® KS 130).

Para o experimento foram utilizados 15 erlenmeyers de 25 mL. Transcorrido o intervalo de tempo pré-definido, amostras de 300 µL em cada erlenmeyer foram coletadas e filtradas em membranas de 0,22 µm e conservadas a -18°C, para posterior quantificação por CLAE. Os intervalos de amostragem foram: 0,125 h, 0,25 h, 0,5 h, 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h, 144 h e 168 h após o início do experimento. Um dos erlenmeyers continha apenas microcistina-LR, sem a adição de carvão, e foi utilizado como controle. Uma amostra do controle foi retirada após 168 h para quantificação da toxina. Os experimentos da cinética de adsorção foram realizados em duplicata.

### 3.4.2 Isotermas de adsorção

Para a construção das isotermas de adsorção do residual de microcistina-LR no equilíbrio, determinado no estudo cinético, foram preparadas oito diferentes concentrações, entre 5,5 µg.mL<sup>-1</sup> e 9,5 µg.mL<sup>-1</sup>, de uma solução aquosa de microcistina-LR. A água ultrapura utilizada tinha um pH entre 6,0 e 7,5.

Adicionando-se a massa de 1,0 mg de CA em uma solução aquosa de microcistina-LR, manteve-se a solução heterogênea sob agitação a 450 rpm por 168 h. Após este tempo de contato foram recolhidas amostras de 300 µL cada erlenmeyer para posterior análise em CLAE. As isotermas de adsorção foram obtidas para cada um dos quatro tipos de carvão.

## 3.5 Argila

A argila esmectítica utilizada no experimento cinético é proveniente da Mina Lagoa de Dentro (LDCA), Araripina/PE, tendo sido gentilmente cedida pelo Dr. Osmar Baraúna. Todo o processo de ativação e caracterização da argila foi realizado no Laboratório de Ensaios e Análises Inorgânicas (LEAI) do ITEP.

### 3.5.1 Experimento de adsorção em batelada: estudo cinético

Para realização do teste cinético utilizando argila como adsorvente, foram adicionados em 14 erlenmeyers de 25 mL, 5 mg de argila ativada e 10 mL de solução de microcistina-LR com concentração de  $4,0 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . A solução heterogênea resultante foi submetida à agitação constante de 450 rpm, com o auxílio de uma mesa agitadora (IKA® KS 130). Amostras foram retiradas e filtradas em membranas de  $0,22 \mu\text{m}$ , sendo conservadas no freezer ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) para posterior quantificação por cromatografia líquida de alta eficiência. As amostras foram retiradas nos seguintes intervalos de tempo: 0,125 h, 0,25 h, 0,5 h, 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h, 48 h e 72 h após o início do experimento. O 15º erlenmeyer foi utilizado contendo apenas a solução de microcistina-LR (controle), a fim de que fosse avaliada a possível degradação da toxina.

### 3.5.2 Isotherma de adsorção

Para construção da isoterma de adsorção utilizando a argila esmectítica ativada como matriz adsorvente, foram preparadas 8 soluções de microcistina-LR com concentrações entre  $3,2 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  e  $6,5 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Cada solução, em um volume de 10 mL, foi colocada em um erlenmeyer individual com 5 mg de argila esmectítica ativada. As soluções heterogêneas foram mantidas sob agitação – 400 rpm, com o auxílio de mesa agitadora (IKA® KS 130 control) por 72 horas. Após este período foi retirada uma amostra ( $350 \mu\text{L}$ ) de cada erlenmeyer, sendo as mesmas filtradas em membranas de  $0,22 \mu\text{m}$  e conservadas a uma temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ , para posteriormente serem quantificadas por CLAE.

A construção da isoterma de adsorção para a argila esmectítica *in natura* foi baseada nos resultados do experimento cinético e da isoterma da argila ativada. No entanto, as concentrações de microcistina-LR utilizadas variaram entre  $3,9 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  e  $8,7 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Ambos os experimentos foram realizados em duplicada, tendo sido testada também uma solução controle contendo apenas microcistina-LR com concentração de  $5,5 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , submetida ao mesmo período e intensidade de agitação que as demais, no intuito de verificar se ocorria degradação da toxina.

## 3.6 Saxitoxinas

As saxitoxinas necessárias para a realização dos experimentos foram obtidas a partir do cultivo da cepa ITEP-A3, de *Cylindrospermopsis raciborskii*, mantida no Banco de Culturas do ITEP. Para o cultivo da cepa ITEP-A3 de *C. raciborskii* foi realizado o mesmo procedimento anteriormente adotado no cultivo da cepa NPJB-1 de *Microcystis aeruginosa*.

### 3.6.1 Extração de saxitoxinas

Para extração da toxina, os cultivos foram filtrados em membranas de borossilicato de 47 mm de diâmetro (Millipore). Após a filtração, as membranas foram imersas em uma solução de ácido acético 0,1 mol.L<sup>-1</sup> por aproximadamente 30 minutos. Em seguida, este material foi sonicado (3 ciclos com duração de 1 minuto cada) e centrifugado por 15 minutos a 6.000 rpm, tendo-se repetido o processo de extração com as membranas mais duas vezes (reduzindo o tempo de extração para 15 minutos). O extrato foi armazenado a uma temperatura de 4°C (ARANTES, 2004).

### 3.6.2 Pré-purificação

Para pré-purificação do extrato (item 3.6.1), o seu pH foi ajustado para 7,0 com hidróxido de amônia 1 mol.L<sup>-1</sup>. O carvão ativado comercial em grãos, (Sigma – C2764) utilizado na pré-purificação, foi macerado e peneirado (peneira ABNT nº 50 – MESH). Em seguida, o carvão ativado comercial em pó foi misturado ao extrato na proporção de 2:1 (mg:mL), sendo mantido nesta condição durante cinco minutos. A solução heterogênea foi então centrifugada e o sobrenadante descartado. Já o carvão precipitado foi posto em contato com uma solução de etanol 20% contendo 1% de ácido acético para recuperar as toxinas adsorvidas pelo mesmo (PIRES *apud* ARANTES, 2004). O eluído foi filtrado em membranas de borossilicato de 25 mm de diâmetro (Sartorius AG) e seco em evaporador rotativo a uma temperatura de 40°C, sendo armazenado a uma temperatura de -18°C.

Para maior purificação dos extratos da cepa ITEP-A3, foram usados cartuchos C-18 (Mega Bond Elut) de 1 mg, os quais foram previamente ativados com 6 mL de metanol seguidos de 6 mL de HCl 0,1 M. Em seguida, o extrato contendo as saxitoxinas (ressuspenso em ácido acético 0,1 M) foi passado pelo cartucho, com posterior passagem de 2 mL de água deionizada, sendo ambos coletados e secos em evaporador rotativo a uma temperatura de 40°C e depois armazenados a uma temperatura de -18°C (LAWRENCE *et al.*, 1995).

### 3.6.3 Análise e quantificação por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)

O equipamento utilizado para análise cromatográfica foi descrito no item 3.3.2. Para a análise de saxitoxinas utilizou-se sistema de derivatização pós coluna, constituído de tubo de teflon (0,5 mm de diâmetro interno x 10 m de comprimento) aquecido a 80°C em forno (Schimadzu CTO – 10 AVP), detector de fluorescência (Schimadzu – RF – 10 AXL, excitação em 330 nm e emissão a 390 nm). A coluna utilizada foi C8 (Lichrospher 250 x 4 mm, 5 µm). As fases móveis bem como solução oxidante e acidificante para análise das variantes de saxitoxinas foram as descritas por Oshima (1995a). Algumas análises foram realizadas sem a utilização das soluções oxidante e acidificante, no intuito de melhor observar o aparecimento das toxinas que apresentam fluorescência natural. Nestes casos, aquelas soluções foram substituídas por água ultrapura.

A identificação e quantificação dos análogos de saxitoxinas foram realizadas a partir da comparação entre os tempos de retenção das toxinas e áreas sob os picos nas soluções padrão e nas amostras. As soluções padrão foram preparadas a partir de diluições dos padrões comerciais (NRC-CNRC Institute for Marine Biosciences).

### 3.6.4 Experimento de adsorção em batelada: estudo cinético

Para a realização de todos os experimentos de adsorção de saxitoxinas foi utilizado o carvão ativado produzido a partir do mesocarpo do coco verde (ALBUQUERQUE, 2002), anteriormente citado no item 3.4.

O teste cinético foi realizado com carvão ativado em pó, produzido a partir do mesocarpo do coco verde, previamente lavado com água ultra pura e seco em estufa à 105°C por 3 horas. Foi preparado 150 mL de solução de saxitoxinas, a partir da cepa ITEP-A3 – com concentração de 0,52 µg.mL<sup>-1</sup> para neosaxitoxina e 0,23 µg.mL<sup>-1</sup> para saxitoxina. Esta solução teve seu pH ajustado para 7,6 com hidróxido de amônio 1 M, a fim de igualar-se às condições de pH da água fornecida pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa) – aproximadamente pH 7,5. A solução foi distribuída igualmente em 15 erlenmeyers de 25 mL dos quais, quatorze continham 1mg de carvão ativado, enquanto que um erlenmeyer continha apenas a solução de saxitoxinas (solução controle).

As soluções heterogêneas resultantes foram mantidas sob agitação constante de 300 rpm com o auxílio de uma mesa agitadora (IKA® KS 130 Control) durante 168 h. Foram coletadas amostras após 0,125 h; 0,25 h; 0,5 h; 1 h; 3 h; 6 h; 12 h; 24 h; 48 h; 72 h; 96 h; 120 h; 144 h e 168 h do início do experimento. Cada amostra de 350 µL coletada foi retirada de um erlenmeyer diferente, tendo sido filtradas em membranas de 0,22 µm e conservadas a uma temperatura de -18°C para posterior quantificação

por HPLC. As amostras retiradas da solução controle tiveram o mesmo tratamento das demais e foram retiradas em intervalos de tempo correspondente.

### 3.6.5 Isoterma de adsorção

Para construção da isoterma de adsorção, foram preparadas 8 soluções de saxitoxinas, que variaram de 0,05 a 0,1  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  e de 0,09 a 0,35  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  para saxitoxina e neosaxitoxina, respectivamente. Estas soluções tiveram o pH ajustado para 7,4 com hidróxido de amônio 1  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , pelo mesmo motivo anteriormente citado.

Cada solução, em um volume de 10 mL, foi colocada em um erlenmeyer individual com 1 mg de CA produzido a partir do mesocarpo do coco verde (o carvão utilizado foi previamente lavado com água ultra pura e seco em estufa à 105°C por 3 horas). As soluções heterogêneas resultantes foram mantidas sob agitação constante de 300 rpm por 120 horas com o auxílio de uma mesa agitadora. Após este período foi retirada uma amostra (350  $\mu\text{L}$ ) de cada erlenmeyer, sendo filtradas em membranas de 0,22  $\mu\text{m}$  e conservadas a uma temperatura de -18°C, para posteriormente serem quantificadas por HPLC. Este experimento foi realizado em duplicata.

Para melhor análise da capacidade adsorptiva do CA oriundo do mesocarpo do coco verde, foram construídas isotermas de adsorção em 3 condições distintas: utilizando apenas os dados da NeoSTX, da STX e dos dois análogos juntos.

## 3.7 Isoterma de equilíbrio associada à modelagem cinética

O modelo de adsorção de Langmuir foi adotado assumindo-se que o adsorvente tem um número limitado de posições disponíveis na superfície, e que as moléculas do adsorbato podem ser adsorvidas até que todos os sítios superficiais estejam ocupados. Considera-se então que as moléculas serão adsorvidas apenas nos lugares livres.

As isotermas são obtidas considerando-se a completa formação da monocamada na superfície do adsorvente (CA) pela massa do adsorbato (microcistina-LR), atingindo-se uma concentração de equilíbrio ( $C_e$ ) do adsorbato na solução.

O comportamento da adsorção da microcistina-LR na superfície do CA pode ser justificado pelo modelo de Langmuir, conforme a isoterma do tipo I apresentada por Gregg e Sing (1982). Desta forma, este modelo foi utilizado neste trabalho para explicar o comportamento de adsorção da microcistina-LR na superfície do carvão ativado.

Os cálculos foram efetuados utilizando-se como ferramenta computacional o *software* Visual Fortran versão 5.0, proporcionando a resolução da Equação diferencial elaborada. Os valores calculados da concentração da microcistina são comparados aos valores experimentais da mesma.

## **4 Resultados e discussão**

### **4.1 Purificação da microcistina-LR**

Durante o monitoramento dos cromatogramas e dos espectros de absorção dos picos, identificou-se aqueles referentes às microcistinas LR e LF. A partir dos diferentes tempos de retenção e comparando-os com o tempo de retenção do padrão de microcistina-LR, purificou-se a microcistina-LR extraída da cepa NPJB-1 (dados não apresentados).

### **4.2 Carvão ativado**

#### **4.2.1 Características dos carvões ativados**

As características dos carvões ativados produzidos a partir do coco verde, bagaço da cana-de-açúcar, resíduo têxtil e endocarpo do coco podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização do CA produzido a partir do mesocarpo de coco verde, bagaço de cana-de-açúcar, endocarpo de coco e resíduo têxtil

Parâmetros de Qualidade	Mesocarpo de coco verde	Bagaço de cana-de-açúcar	Endocarpo de coco verde	Resíduo têxtil
Área de BET ( $m^2.g^{-1}$ )	819,0	650,0	568,0	447,0
Área de microporos ( $m^2.g^{-1}$ )	521,0	395,0	379,0	377,0
Área de Langmuir	1222,0	-	-	-
Área superficial externa ( $m^2.g^{-1}$ )	297,0	-	-	-
Área de mesoporos ( $m^2.g^{-1}$ )	288,0	-	-	-
Teor de cinzas (%)	20	-	-	-
Densidade aparente ( $g.cm^{-3}$ )	0,15	-	-	-
pH (antes da lavagem)	7,5	10,0	10,3	10,1
pH (após lavagem)	7,3	7,4	9,9	9,7
Umidade (%)	2,5	-	-	-
Granulometria (%)	90 (0,297mm)	-	-	-
Número de iodo	1143,0	1054,0	931,0	712,0
Índice de azul de metileno ( $mg.g^{-1}$ )	179,0	73,0	24,8	52,2
Volume de microporos $cm^3.g^{-1}$	-	0,21	0,20	0,20

Em virtude do CA produzido a partir do mesocarpo do coco verde, obtido nas condições otimizadas, ter apresentado uma capacidade adsorptiva melhor, principalmente com relação ao índice de azul de metileno, que outros carvões, este foi selecionado para avaliação mais detalhada do comportamento cinético e de adsorção da microcistina-LR e dos análogos de saxitoxinas.

## 4.2.2 Cinética de adsorção da microcistina-LR pelo carvão ativado do mesocarpo do coco verde

### 4.2.2.2 Comportamento cinético

A cinética de adsorção de microcistina-LR (figura 1) demonstrou que a partir de 96 horas já não houve alteração no residual de microcistina-LR, indicando que o equilíbrio foi atingido. Por medida de precaução, entretanto, os experimentos foram realizados durante 168 horas a fim de atingir o equilíbrio.

A solução controle de microcistina-LR, após 168 h não apresentou variação em relação à concentração inicial ( $4,04 \text{ mg.L}^{-1}$ ), o que comprova que esta não se degradou, e, sim, foi adsorvida pelo carvão ativado.

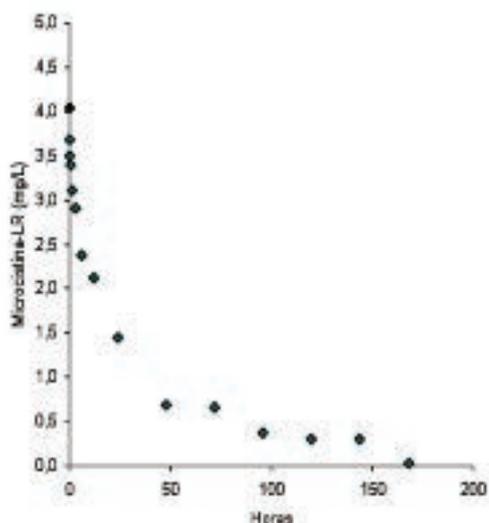


Figura 1 – Evolução cinética de adsorção de microcistina-LR pelo CA do mesocarpo do coco verde com tempo de contato de 168 horas

## 4.2.3 Isotermas de adsorção da microcistina-LR pelo carvão ativado do mesocarpo do coco verde

A isoterma de adsorção da microcistina-LR pelo CA do mesocarpo do coco verde está apresentada na figura 2. Por meio de linearização do modelo proposto (dados não apresentados), pôde-se estimar a capacidade máxima de adsorção na monocamada  $q_m$ , como sendo de  $69,9 \text{ mg.g}^{-1}$ .

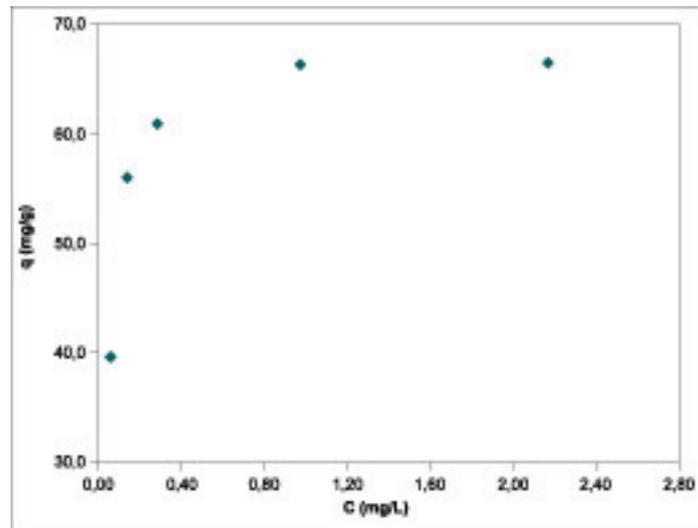


Figura 2 – Isotermas de adsorção da microcistina-LR pelo CA do mesocarpo do coco verde

A aplicação do modelo de isotermas de adsorção de Langmuir, em seu ajuste linear, sobre os dados experimentais obtidos apresentou uma correlação favorável entre os dados ( $r^2 = 0,97$ ). Desta maneira, as capacidades adsorptivas experimental e máxima teórica apresentaram valores próximos ( $66,4 \text{ mg.g}^{-1}$  e  $69,96 \text{ mg.g}^{-1}$ , respectivamente).

Encontrado o ponto (concentração da microcistina-LR) na construção das isotermas de adsorção do CA do mesocarpo do coco verde, em que se obteve maior capacidade adsorptiva, determinou-se as capacidades adsorptivas ( $q$ ) dos demais carvões ativados (bagaço da cana, resíduo têxtil e endocarpo do coco) a partir de uma concentração próxima a este ponto.

Os resultados obtidos da capacidade de adsorção dos carvões ativados avaliados neste trabalho (tabela 2) mostraram que o de mesocarpo do coco verde tem a maior capacidade adsorptiva, seguido do CA do bagaço da cana-de-açúcar. Os outros carvões apresentaram resultados pouco significativos.

Tabela 2 – Capacidade adsortiva de microcistina-LR por carvões ativados de baixo custo

	Mesocarpo do coco verde	Bagaço da cana-de-açúcar	Endocarpo do coco	Resíduo têxtil
Capacidade adsortiva de microcistina-LR (mg.g <sup>-1</sup> )	69,96	31,2	3,7	1,5
Índice de Azul de metileno(mg.g <sup>-1</sup> )	179,0	73,0	24,8	52,2
pH	7,3	7,4	9,9	9,7

Pendleton *et al.* (2001) mostraram que o pH baixo na superfície adsortiva do carvão eleva a sua capacidade adsortiva. Segundo os autores, em faixas mais baixas de pH as forças intramoleculares diminuem o tamanho das moléculas, aumentando a afinidade entre os poros do CA. Mediante isto, observou-se que o pH dos carvões do mesocarpo do coco verde e do bagaço da cana-de-açúcar, os quais apresentaram as maiores capacidades adsortivas de microcistina-LR, 69,96 mg.g<sup>-1</sup> e 31,2 mg.g<sup>-1</sup>, respectivamente, variou entre 7,0-7,5 após a lavagem, enquanto que o pH dos carvões do endocarpo e do resíduo têxtil, com capacidade adsortiva de microcistina-LR menor, variou entre 9,5-10,0 após a lavagem.

As capacidades adsortivas da microcistina-LR dos carvões do mesocarpo do coco-verde e do bagaço da cana-de-açúcar estudadas neste trabalho foram superiores as encontradas por Pendleton *et al.* (2001), que trabalharam com dois tipos de carvões produzidos a partir da casca do coco verde (pH ≈ 6,2) e capacidade adsortiva de 23,0 mg.g<sup>-1</sup> e 9,0 mg.g<sup>-1</sup>.

A capacidade de adsorção de microcistina-LR pelo CA do mesocarpo também mostrou-se superior àquelas determinadas por Donati *et al.* (1994), que variaram entre 20,0 e 40,0 mg de microcistina-LR por g de carvão, cuja matéria-prima também foi o coco. Por sua vez, a capacidade adsortiva do CA do bagaço da cana-de-açúcar (31,2 mg.g<sup>-1</sup>) mostrou-se compatível com os resultados obtidos por aqueles autores para os carvões produzidos a partir do coco.

Deste modo, pode-se dizer que o carvão ativado obtido a partir do mesocarpo do coco verde apresenta boa capacidade adsortiva para microcistina-LR. O seu baixo custo, já que é obtido de uma matéria-prima considerada abundante e renovável, permite afirmar que se trata de um potencial adsorvente para as microcistinas, como demonstraram os estudos cinéticos.

#### 4.2.3.1 Modelagem cinética

Para o sistema microcistina-adsorvente aplicou-se o modelo de equilíbrio de adsorção do tipo Langmuir. A modelagem cinética do processo de adsorção com a remoção da microcistina-LR foi realizada para o intervalo de tempo entre 0 e 168 h. Neste intervalo observou-se que o  $k_{ads}$  é finito, permitindo desta maneira que o fenômeno de adsorção seja melhor compreendido por meio de uma modelagem cinética.

Os resultados obtidos a partir da otimização dos parâmetros do modelo cinético permitiram avaliar as constantes de adsorção e de equilíbrio,  $k_{eq}$  e  $k_{ads}$ , do sistema microcistina-LR/carvão ativado, demonstrando um comportamento cinético favorável, justificando através destes valores apresentados na tabela 3, a possibilidade da obtenção de um tempo de saturação compatível a sua utilização em sistema contínuo do tipo leito fixo.

Tabela 3 – Valores obtidos a partir da otimização de parâmetros cinéticos do modelo.  $k_{ads}$  a constante de adsorção;  $k_d$  a constante de dessorção e  $k_{eq}$  a constante de equilíbrio

$k_{ads}$ (h <sup>-1</sup> )	$k_{eq}$ (L.g <sup>-1</sup> )	$k_d$ (h <sup>-1</sup> )
0,47	2,07	0,20

Alguns trabalhos direcionados a adsorção de microcistinas por CA (DONATI *et al.*, 1994; PENDLETON *et al.*, 2001; LAMBERT *et al.*, 1996) trazem resultados da cinética e isotermas de equilíbrio, no entanto não foram encontrados dados de modelagem cinética que passíveis de correlação com os obtidos neste trabalho. Mesmo assim, é preciso avançar na otimização do processo de operações contínuas de adsorção em leito fixo com os resultados encontrados, para que se possa obter uma taxa de transferência de massa satisfatória do adsorbato na fase líquida para a partícula sólida, o adsorvente, a partir de resultados experimentais.

## 4.3 Argila

### 4.3.1 Caracterização da argila

De acordo com a análise qualitativa mineralógica por difração de raio-X (dados não apresentados), a argila esmectítica utilizada no teste cinético é constituída dos seguintes minerais: quartzo, Ilita, caulinita e esmectita. Os resultados em relação aos Cátions Trocáveis (CT) e a Capacidade de Troca de Cátions (CTC) da argila esmectítica ativada e *in natura* estão descritos na tabela 4 (Baraúna, com. pess.).

Tabela 4 – Relação dos cátions trocáveis e a capacidade de troca de cátions da argila esmectítica ativada e *in natura*

Amostra LDCA	CT (meq.100 g <sup>-1</sup> )						CTC (meq.100 g <sup>-1</sup> )	pH
	Ca	Mg	Na	K	Al	H		
<i>In Natura</i>	67,50	12,80	5,60	1,60	0,00	-	87,5	7,10
Ativada	0,50	1,05	0,06	0,31	7,50	6,36	15,8	3,48

### 4.3.2 Cinética de adsorção da microcistina-LR pela argila esmectítica ativada

O experimento de cinética de adsorção da microcistina-LR com argila ativada mostrou que o tempo necessário para atingir o equilíbrio cinético da reação foi de cerca de 72 horas (figura 3). Em relação à solução controle, as concentrações inicial e final de microcistina-LR mostraram-se inalteradas, indicando que a microcistina-LR não foi degradada, e sim adsorvida pela argila.

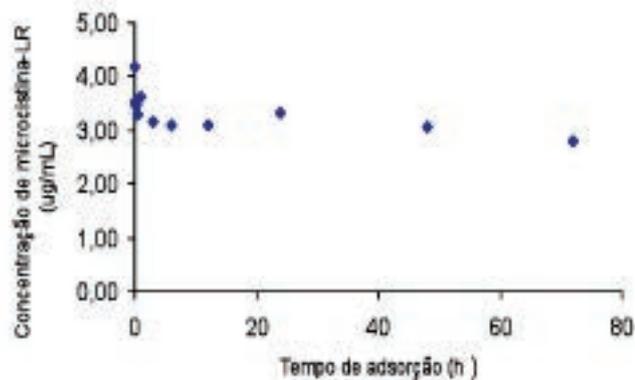


Figura 3 – Evolução cinética de adsorção de microcistina-LR por argila esmectítica com tempo de contato de 72 horas

#### 4.3.3 Isotermas de adsorção da microcistina-LR pelas argilas esmectíticas ativada e in natura

A isoterma de adsorção construída a partir dos dados experimentais, tendo como matriz adsorvente a argila ativada pode ser visualizada na figura 4.

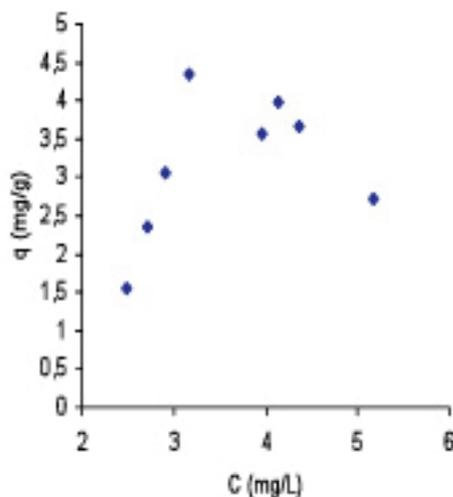


Figura 4 – Isoterma de adsorção da microcistina-LR pela argila esmectítica ativada

Pensando ter ocorrido adsorção até a completa ocupação dos sítios adsorptivos e com formação de uma monocamada, foi aplicado aos dados experimentais o modelo

de Langmuir em sua forma linearizada (dados não apresentados). Pôde-se observar que os dados não se ajustaram bem à aplicação deste modelo linearizado ( $r^2 = 0,16$ ).

Na tentativa de obter melhores resultados em relação à linearização dos dados, o modelo de Langmuir foi aplicado considerando a hipótese de adsorção com formação de duas ou mais camadas (o que reflete uma adsorção do tipo física). Mesmo adotando este tipo de adsorção e observando aumento na correlação entre os dados ( $r^2 = 0,48$ ), pode-se considerar que os resultados obtidos ainda não se ajustam bem à aplicação da forma linear do modelo de Langmuir para bicamadas.

Este fato pode ser consequente de erros experimentais, tais como a não uniformidade na agitação durante o experimento e o menor tempo de contato entre alguma solução de microcistina-LR e o material adsorvente, encontrando-se este aderido às paredes do erlenmeyer. Outro fator que pode ter influenciado os resultados foi a quantidade reduzida de adsorvente utilizado, devendo-se em outras oportunidades ser avaliada a remoção da microcistina-LR diante diferentes massas de argila esmectítica.

A aplicação do modelo de Langmuir aos resultados dos experimentos envolvendo a argila esmectítica *in natura* (figura 5) mostrou que este adsorvente apresenta um comportamento favorável a adsorção de microcistina-LR. Foi considerado neste caso que houve formação de monocamada no processo adsortivo, entretanto, os dados experimentais não se ajustaram satisfatoriamente à linearização do modelo de Langmuir ( $r^2 = 0,35$ ).

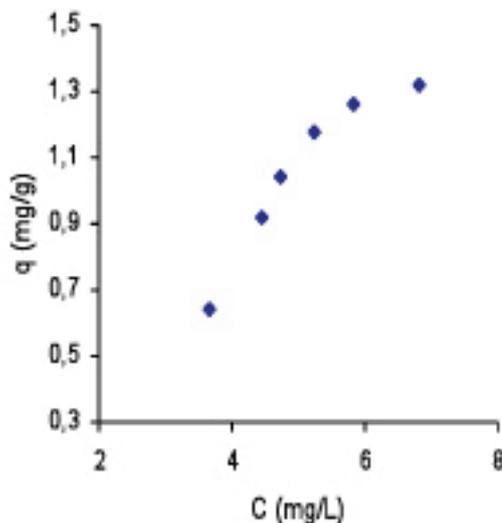


Figura 5 – Isoterma de adsorção da microcistina-LR pela argila esmectítica *in natura*

Os valores experimentais para capacidade adsortiva máxima das argilas não se aproximaram dos valores teóricos calculados a partir do Modelo de Langmuir. Estes valores, juntamente com as constantes de equilíbrio das reações estão dispostos na tabela 5.

Tabela 5 – Resultados dos testes de adsorção da microcistina-LR com as matrizes argila ativada e *in natura*.

Argila	$k_{eq}$	Q experimental (mg.g <sup>-1</sup> )	Q teórico (mg.g <sup>-1</sup> )
Ativada	0,24	4,34	6,43
<i>In Natura</i>	0,05	1,32	5,49

Constante de equilíbrio –  $k_{eq}$ , Capacidade máxima adsortiva experimental – Q experimental (mg.g<sup>-1</sup>) e Capacidade máxima adsortiva teórica – Q teórico (mg.g<sup>-1</sup>) das argilas esmectíticas ativada e *in natura*.

A aplicação da argila esmectítica para adsorção de cianotoxinas, seja ativada ou *in natura*, não é reportada na literatura. Alguns trabalhos existentes analisaram apenas o fato deste material remover as toxinas dissolvidas na água, não se preocupando em calcular a capacidade adsortiva ou construir isotermas de adsorção. Assim, não há parâmetros para comparar o desempenho destes adsorventes.

A utilização das argilas esmectíticas ativada e *in natura* em processos adsortivos referentes à microcistina-LR deve ser melhor estudada, a fim de que se possa obter as melhores condições para o seu aproveitamento.

#### 4.4 Purificação das variantes de saxitoxina

Apesar de terem sido testados vários métodos para purificação da saxitoxina, não foi obtido sucesso na boa separação desta, e a adsorção da STX e foram avaliados em conjunto da NeoSTX. A dc-STX e GTX-6, que também são produzidas pela cepa ITEP-A3, não foram quantificadas nos experimentos devido à falta de padrões de referência, tendo seus resultados analisados pelas áreas dos respectivos picos.

Analisando-se o extrato da cepa ITEP-A3 observou-se a presença dos análogos dc-STX e GTX-6. Apesar da ausência de padrões de referência para estas toxinas, suas presenças no extrato da cepa ITEP-A3 foram inferidas através de comparações com os tempos de retenção dos cromatogramas – obtidos nas mesmas condições cromatográficas – da cepa ITEP-018 (*C. raciborskii*), cujos análogos de saxitoxinas, incluindo dc-STX e GTX-6, já foram caracterizadas (MOLICA *et al.*; 2002).

#### 4.4.1 Cinética de adsorção das saxitoxinas pelo CA de mesocarpo do coco verde

Para análise da remoção de saxitoxinas dissolvidas em água foi utilizado apenas o carvão ativado produzido a partir de mesocarpo do coco verde.

A tendência do processo de adsorção é de que as concentrações diminuam com o passar do tempo até atingirem uma concentração de equilíbrio. No que diz respeito à STX, GXT-6 e dc-STX, os testes cinéticos demonstraram que o equilíbrio foi alcançado após 120 h de experimento (figura 6a). Pôde-se observar, no entanto, que a concentração de NeoSTX aumentou a partir de 24 h do início do experimento até 70 h. O mesmo comportamento foi encontrado na análise da solução controle (figura 6b). No mesmo teste, observou-se que a concentração do pico relativo aos interferentes também diminuiu.

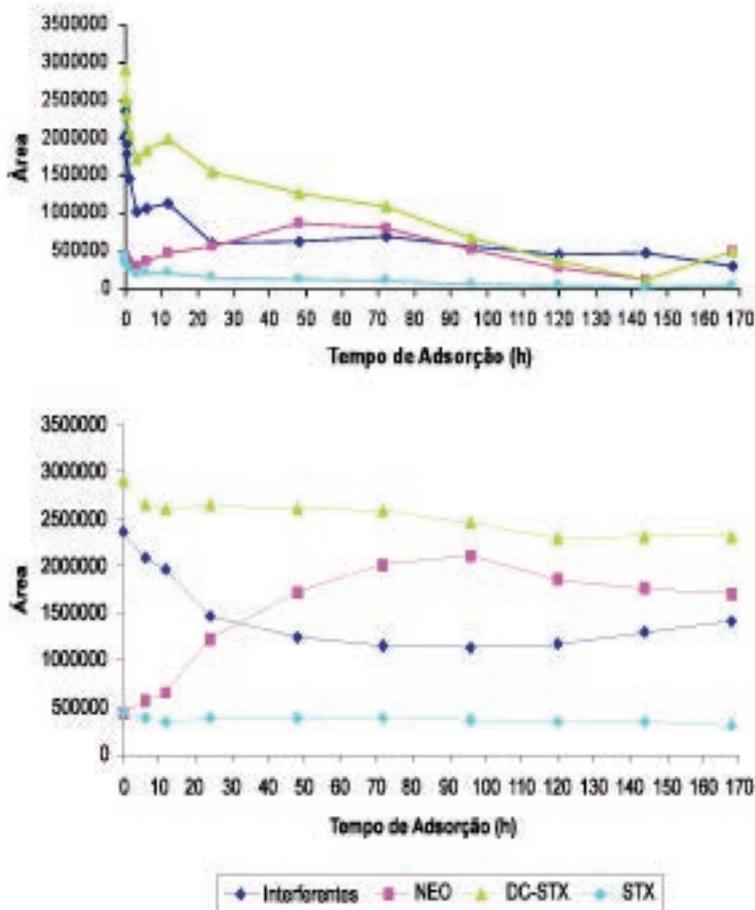


Figura 6 – Cinética de adsorção do extrato purificado de *C. raciborskii*. NEO (neosaxitoxina), dc-STX (decarbamil-saxitoxina) e STX (saxitoxina). a – Experimento contendo solução com toxinas e CA produzido a partir do mesocarpo do coco verde. b – Experimento controle

Baseado no comportamento da solução controle, nota-se que ocorre um pequeno decaimento na concentração de algumas toxinas. É bastante perceptível, no entanto, a acentuada diminuição da concentração dos interferentes. Coincidindo com esta diminuição, observa-se um inesperado aumento na concentração da NeoSTX (figura 6a e b). Desta maneira, supõe-se que algum composto não identificado, presente em meio aos interferentes, se transforme na variante neosaxitoxina.

Vários autores, tais como Jones e Negri (1997), Oshima (1995b) e Louzão *et al.* (1994) afirmam a possibilidade não só de degradação química das moléculas de saxitoxinas, como também de transformação de suas estruturas com conseqüente formação de saxitoxinas derivadas. Para aqueles autores, as condições ideais de preservação, ou seja, que evitariam a degradação, seriam baixas temperaturas e pH ácido. Entretanto, nossos experimentos foram realizados sob temperatura ambiente – aproximadamente 27°C, e pH inicial da amostra em torno de 7,0-7,5. Estas condições mostram-se propícias para transformações envolvendo as saxitoxinas e justifica a pequena degradação observada com a STX e dc-STX.

A transformação da GTX-6 em NeoSTX foi anteriormente reportada por Jones e Negri (1997) e Nagashima *et al.* (1991) quando observaram em seus trabalhos um aumento na toxicidade das amostras estudadas. Relacionaram este fato à conversão de toxinas do tipo N-sulfocarbamil (GTXs) em toxinas carbamatadas correspondentes (STX, NeoSTX), pela reação de hidrólise ou desulfonação. Jones e Negri (1997) perceberam ainda que a conversão ocorria quando as amostras estavam submetidas à temperatura ambiente e pH entre 6 e 7, condições próximas àsquelas de nossos experimentos.

A fase móvel utilizada para a quantificação de NeoSTX, STX e dc-STX não permite a distinção das GTXs, que saem todas em um mesmo pico, com tempo de retenção anterior ao da NeoSTX (OSHIMA, 1995a). A constatação de que a cepa ITEP-A3 produz GTX-6, a qual é eluída entre os interferentes quando a amostra é analisada com fase móvel para STX e NeoSTX - e de que ela é a mais instável de todas as goniautoxinas, sendo passível de transformações mesmo quando submetida a baixas temperaturas (LOUZÃO *et al.*, 1994), explicaria a diminuição da concentração dos interferentes, na verdade diminuição da concentração de GTX-6, e o aumento da concentração de NeoSTX no controle e no decorrer dos experimentos. Ou seja, ocorreu uma transformação/conversão da GTX-6 em neosaxitoxina.

#### 4.4.2 Isotermas de adsorção das saxitoxinas pelo carvão ativado do mesocarpo do coco verde

As isotermas de adsorção construídas a partir dos dados experimentais obtidos podem ser visualizadas nas figuras 7, 8 e 9. Mais uma vez, o modelo de isotermas de Langmuir foi adotado para o cálculo da capacidade máxima adsortiva do carvão ativado. Assim como no processo de adsorção da microcistina-LR, nos experimentos envolvendo as saxitoxinas foram considerados a formação de uma monocamada na superfície do adsorvente; a possibilidade das moléculas do adsorbato serem adsorvidas até o completo preenchimento dos sítios adsortivos disponíveis no carvão ativado; a equivalência energética dos pontos de adsorção e a capacidade das moléculas se ligarem à superfície, independente de terem outras moléculas adsorvidas em posições vizinhas.

Ao se aplicar o modelo de Langmuir em seu ajuste linear (dados não apresentados), obteve-se a capacidade máxima adsortiva do carvão ativado ( $Q$ -teórico) para as três situações analisadas: dados apenas da NeoSTX, da STX e das duas variantes juntas. Em todos os casos, o processo de adsorção da NeoSTX e STX pelo CA mostrou-se favorável, tendo este tipo de carvão revelado maior afinidade pela NeoSTX.

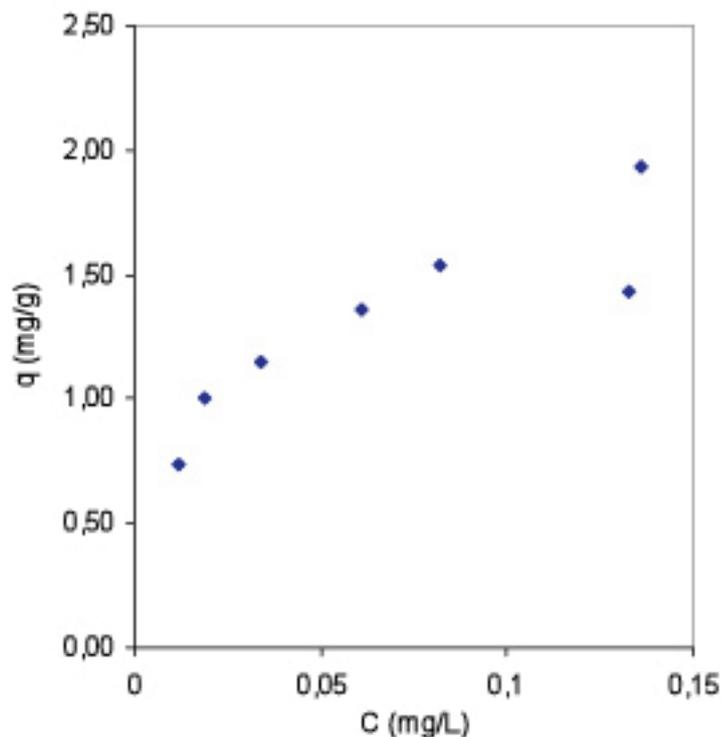


Figura 7 – Isoterma de adsorção da neosaxitoxina pelo CA de mesocarpo do coco verde

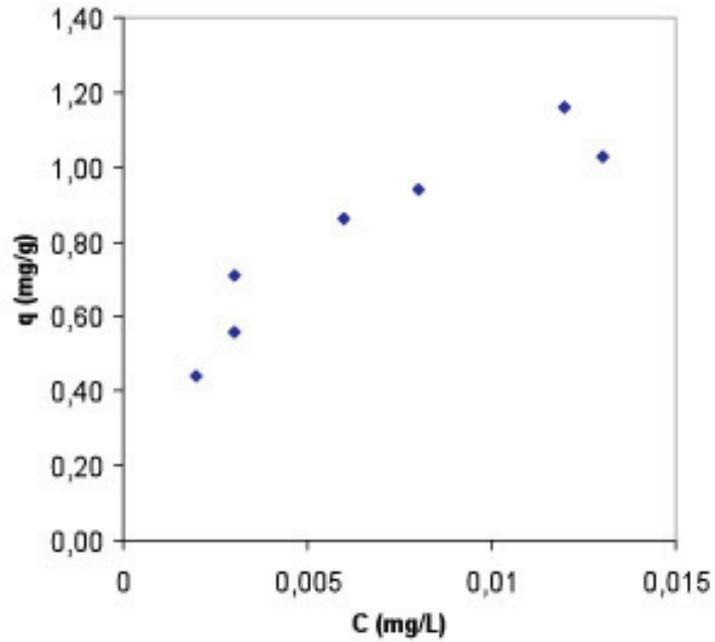


Figura 8 – Isotherma de adsorção da saxitoxina pelo CA de mesocarpo do coco verde

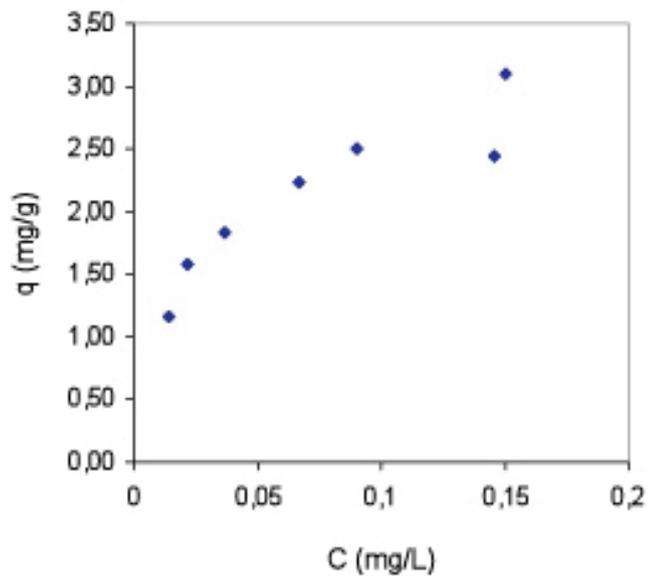


Figura 9 – Isotherma de adsorção da neosaxitoxina e saxitoxina pelo CA de mesocarpo do coco verde

Os dados referentes ao Q experimental e teórico, assim como a constante de equilíbrio estão descritos na tabela 6.

Tabela 6 – Resultados dos testes de adsorção da neosaxitoxina e saxitoxina com a matriz carvão ativado produzido a partir do mesocarpo de coco verde

Adsorbato	$k_{eq}$	Q experimental (mg.g <sup>-1</sup> )	Q teórico (mg.g <sup>-1</sup> )
NeoSTX	49,83	1,93	1,89
STX	239,23	1,16	1,44
NeoSTX e STX	38,93	3,10	3,21

Constante de equilíbrio –  $k_{eq}$ , Capacidade máxima adsortiva experimental – Q experimental (mg.g<sup>-1</sup>) e Capacidade máxima adsortiva teórica – Q teórico (mg.g<sup>-1</sup>) do CA produzido a partir do mesocarpo de coco verde.

É difícil qualificar o desempenho do carvão ativado testado em relação a sua capacidade de adsorver NeoSTX e STX dissolvidas em água, uma vez que não foram encontrados na literatura trabalhos que tenham realizado experimentos similares. Pode-se, no entanto, comparar os resultados do presente trabalho com a capacidade adsortiva deste mesmo tipo de carvão em relação à microcistina-LR (hepatotoxina). Neste caso, os resultados obtidos para a adsorção de NeoSTX e STX mostram-se bastante inferiores em relação à microcistina-LR – 3,22 mg.g<sup>-1</sup> e 66,8 mg.g<sup>-1</sup>, respectivamente. Entretanto, deve-se considerar que no estudo com as saxitoxinas a competição por sítios adsortivos no carvão envolveu não só as variantes de saxitoxinas desejáveis – NeoSTX e STX, mas também a dc-STX e GTX-6, além de outros compostos não identificados (interferentes), uma vez que as variantes não puderam ser purificadas.

Outro fator que dificulta maiores comparações é a não determinação da capacidade adsortiva total do carvão ativado em relação a todas as variantes de saxitoxinas presentes nos extratos da cepa, em razão da falta de padrões de dc-STX e GTX-6.

Contudo, os resultados obtidos demonstraram que este tipo de carvão pode ser utilizado na remoção de saxitoxinas dissolvidas em água, devendo ter seu potencial adsortivo melhor estudado. Para tanto, pesquisas posteriores que avaliem o comportamento adsortivo deste material em relação às saxitoxinas purificadas se fazem necessárias.

É evidente a necessidade da aplicação de técnicas mais eficientes na remoção de toxinas. Estas ações também se mostram cada vez mais urgentes, visto que os com-

prometimentos dos recursos hídricos nas próximas décadas já preocupam especialistas e pesquisadores.

## 5 Conclusões

- O equilíbrio cinético da reação de adsorção da microcistina-LR com o carvão ativado do tipo mesocarpo do coco verde foi obtido após 96 horas de experimento.
- A cinética e as isotermas de adsorção demonstraram que o carvão ativado produzido a partir mesocarpo do coco verde foi o mais eficiente na adsorção de microcistina-LR em água. O carvão produzido a partir do bagaço da cana-de-açúcar também demonstrou ter uma boa capacidade adsortiva para microcistina-LR.
- Os dados obtidos de forma experimental para a adsorção da microcistina-LR pelo carvão ativado de mesocarpo de coco verde ajustaram-se de maneira satisfatória ao Modelo Linear de Isotermas de Langmuir.
- A microcistina-LR atingiu o equilíbrio durante o experimento cinético após aproximadamente 72 horas de contato com a argila esmectítica ativada.
- As argilas esmectíticas ativada e *in natura* apresentaram uma baixa capacidade adsortiva em relação à microcistina-LR nas condições estudadas.
- Os dados obtidos para a adsorção da microcistina-LR pelas argilas esmectíticas não se ajustaram de maneira satisfatória ao Modelo de Isotermas de Langmuir em seu ajuste linear.
- O processo de adsorção das variantes STX e dc-STX por carvão ativado de mesocarpo do coco verde consegue atingir o equilíbrio após 120h de experimento.
- O comportamento cinético da NeoSTX não pôde ser avaliado devido ao aumento de sua concentração, ocasionado pela provável conversão de moléculas de GTX-6 em NeoSTX.
- A presença de outras variantes de saxitoxinas e substâncias contaminantes no extrato da cepa ITEP-A3 interferiu na quantificação da capacidade máxima adsortiva do CA produzido a partir do mesocarpo de coco verde. Mesmo assim, ele se mostrou capaz de adsorver a saxitoxina, neosaxitoxina e dc-saxitoxina, podendo ser utilizado para a remoção das mesmas quando dissolvidas em água.

- O presente trabalho comprova a possibilidade de remoção de cianotoxinas dissolvidas em água ultrapura por materiais alternativos como o carvão de mesocarpo do coco verde e a argila esmectítica. Deve-se, portanto, avaliar a implantação de seu uso durante o tratamento de água destinada ao abastecimento público mediante a realização de estudos mais aprofundados sobre o tema.

## 6 Recomendações para Utilização dos Resultados pela Funasa

Um dos temas de pesquisa que vem recebendo bastante atenção em todo o mundo é o tratamento de água visando à remoção de cianotoxinas dissolvidas na água. O processo de remoção via adsorção é um dos mais estudados, sendo o carvão ativado, produzido a partir de diferentes materiais, a matriz mais utilizada. Por outro lado, apesar do maior número de trabalhos publicados, poucos foram aqueles que determinaram a cinética e a isoterma de adsorção, dados fundamentais para o cálculo da capacidade máxima de adsorção da matriz em questão.

No presente projeto, utilizamos matrizes que ainda não haviam sido avaliadas em relação à adsorção de cianotoxinas, exceto o carvão ativado preparado a partir do endocarpo de coco, para o qual já foram realizados alguns estudos.

Assim, num primeiro momento, era importante determinar as cinéticas e isotermas de adsorção das cianotoxinas em relação às diferentes matrizes, numa condição em que a presença de interferentes orgânicos, competidores dos sítios ativos das matrizes, pudesse ser minimizada. Portanto, todos os experimentos foram realizados em água ultrapura. A partir dessa condição de estudo, pôde-se determinar as capacidades máximas de adsorção de cada matriz numa condição ótima.

Os dados obtidos no presente projeto permitem agora que os estudos sejam ampliados para uma condição mais real, no caso, avaliar o processo de adsorção de cianotoxinas em água tratada, a qual possui matéria orgânica dissolvida que irá competir pelos sítios ativos dos adsorventes.

Neste sentido, é fundamental que haja investimento em projetos que visem desenvolver tecnologias para o tratamento de água com cianotoxinas por adsorção, e que os estudos sejam feitos em processo contínuo de leito fixo, e não mais em batelada, além de incentivar o uso de matrizes de baixo custo e/ou materiais considerados rejeitos, aos quais se possam agregar valor.

A futura aplicação destes materiais em sistemas de tratamento de água requer estudos mais detalhados. Estes devem considerar a aplicação de parâmetros de equilíbrio e de constantes cinéticas, obtidos experimentalmente, em sistemas contínuos, a fim de que sejam obtidas taxas de transferência de massa satisfatórias para futuras instalações de purificadores de água e estações de tratamentos destinados ao consumo humano.

Este trabalho adquire importância por se tratar de um assunto sobre o qual não existem muitos dados na literatura. Quando citada a adsorção de cianotoxinas, raramente se faz referência aos testes cinéticos e construção de isotermas de adsorção, fundamentais para a extrapolação do uso das matrizes para condições reais de tratamento de água. No caso das saxitoxinas, estes dados chegam a ser inexistentes. Deste modo, espera-se que os resultados desta pesquisa possam também servir de apoio bibliográfico para outros trabalhos que venham a ser desenvolvidos sobre o tema.

## Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, E. C. J. **Carvão ativado do mesocarpo do coco verde: produção, otimização e aplicação na adsorção do corante Remazol black B.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)--Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.
- ARANTES, C. **Uso da filtração lenta para remoção de *Cylindrospermopsis raciborskii* e saxitoxinas.** 2004. Dissertação (Mestrado)--Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- AZEVEDO, S. M. F. O. et al. First report of microcystins from a Brazilian isolate of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. **Journal of Applied Phycology**, [S.l.], v. 6, p. 261-265, 1994.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano.** Brasília, 2003. 56 p.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **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. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 26 mar. 2004, Seção 1, p. 266.
- CARMICHAEL, W. W. Cyanobacteria secondary metabolites-cyanotoxins. **Journal of Applied Bacteriology**, [S.l.], v. 72, p. 445-459, 1992.
- \_\_\_\_\_. The toxins of cyanobacteria. **Scientific American**, [S.l.], v. 270, n. 1, p. 64-72, 1994.

- CARMICHAEL, W. W. et al. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. **Environmental Health Perspectives**, [S.l.], v. 109, n. 7, p. 663-668, 2001.
- CHAGAS, A. P. **Argilas**: as essências da terra. São Paulo: Moderna, 1996.
- CHORUS, I.; BARTRAM, J. **Toxic cyanobacteria in water**: a guide to their public health consequences, monitoring and management. London: E & FN Spon, 1999. 416 p.
- CHOW, C. et al. **Removal of intact cyanobacterial cells by water treatment**. Australia: Urban Water Research Association of Australia, 1997. 104 p. (**Research Report**, n. 134).
- DONATI, C. et al. Microcystin-LR adsorption by powdered activated carbon. **Water Research**, [S.l.], v. 28, n. 8, p. 1735-1742, 1994.
- DRIKAS, M. Control and removal of toxic cyanobacteria. In: STEFFENSEN, D. A.; NICHOLSON, B. C. (Ed.). **Toxic cyanobacteria, current status of research and Management**. Adelaide: Proceedings of International Workshop, 1994. p. 93-102.
- ERIKSSON, J. E. et al. Hepatocellular uptake of 3h-dihydromicrocystin-LR a cyclic peptide toxin. **Biochimica Biophysica Acta**, [S.l.], n. 1025, p. 60, 1990.
- FALCONER, I. R. et al. Using activated carbon to remove toxicity from drinking water containing cyanobacterial blooms. **Journal of the American Water Works Association**, [S.l.], v. 81, p. 102-105, 1989.
- GORHAM, P. R. *et al.* Isolation and culture of toxic strains of *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) de Bréb. **Verhandlungen der Internationalen Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie**, Stuttgart, v. 15, p. 796-804, 1964.
- GREGG, S. J.; SING, K. S. W. **Adsorption, surface area and porosity**. London: Academic Press, 1982. 303 p.
- JOCHIMSEN, E. M. et al. Liver failure and death after exposure to microcystins at a haemodialysis center in Brazil. **New England Journal of Medicine**, [Waltham], v. 338, p. 873-878, 1998.
- JONES, G. J.; NEGRI, A. P. Persistence and degradation of cyanobacterial paralytic shellfish poisons (PSPs) in freshwaters. **Water Resources**, [S.l.], v. 31, n. 3, p. 525-533, 1997.
- LAMBERT, T. W.; HOLMES, C. F. B.; HRUDEY, S. E. Adsorption of microcystin-LR by activated carbon and removal in full scale water treatment. **Water Research**, [S.l.], v. 30, n. 6, p. 1411-1422, 1996.
- LAWRENCE, J. F.; MÉNARD, C.; CLEROUX, C. Evaluation of Prechromatographic Oxidation for Liquid Chromatographic Determination of Paralytic Shellfish Poisons in Shellfish. **Journal of AOAC International**, [Gaithersburg], v. 78, n. 2, p. 514-520, 1995.
- LAWTON, L. A.; EDWARDS, C.; CODD, G. A. Extraction and high-performance liquid chromatographic method for the determination of microcystins in raw and treated waters. **Analyst**, [S.l.], v. 119, p. 525-1530, 1994.

- LOUZÃO, M. C. *et al.* Study of the stability of goniatoxins in acidic solution. **Frese-  
nius' Journal of Analytical Chemistry**, [S.l.], v. 349, p. 465-468, 1994.
- MEDEIROS, L. L. **Desempenho de carvões ativados de bagaço de cana de açúcar,  
endocarpo de coco da Bahia e de coco-babaçu na remoção de cloro residual**. 2001. Dissertação (Mestrado em Química)--Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2001.
- MILLER, M. J. *et al.* The adsorption of cyanobacterial hepatotoxins from water onto soil during batch experiments. **Water Research**, [S.l.], v. 35, p. 1461-1468, 2001.
- MOESTRUP, O. Toxic blue-green algae in 1833. **Phycologia**, [S.l.], v. 35, n. 6, p. 5, 1996.
- MOLICA, R. *et al.* Toxins in freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) isolated from Tabocas reservoir in Caruaru, Brazil, including demonstration of a new saxitoxin analogue. **Phycologia**, [S.l.], v. 41, n. 6, p. 606-611, 2002.
- MORRIS, R. J. *et al.* The adsorption of microcystin-LR by natural clay particles. **Toxi-  
con**, [S.l.], v. 38, p. 303-308, 2000.
- NAGASHIMA, Y. *et al.* Thermal Degradation of Paralytic Shellfish Poison. **Journal of  
Food Science**, [S.l.], v. 56, n. 6, 1991.
- OLIVER, R. L.; GANF, G. G. Freshwater blooms. In: WHITTON, B. A.; POTTS, M. (Ed.). **The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space**. Dordrecht: Kluwer, 2000. p. 149-194.
- OSHIMA, Y. Postcolumn derivatization liquid chromatographic method for paralytic shellfish toxins. **Journal of AOAC International**, [Gaithersburg], v. 78, n. 2, p. 523-532, 1995a.
- \_\_\_\_\_. Chemical and enzymatic transformation of paralytic shellfish toxins in marine organisms. In: LASSUS, P. **Harmful marine Algal Blooms**. França: Lavoisier, Intercept Ltd, 1995b. p. 475-480.
- PENDLETON, P.; SCHUMANN, R.; WONG, S. H. Microcystin-LR adsorption by Activated Carbon. **Journal of Colloid Interface Science**, [S.l.], v. 240, p. 1-8, 2001.
- SILVA, I. C. E. **Pirólise do bagaço da cana e seus constituintes**. 1993. Dissertação (Mestrado)--Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.
- WARHURST, A. M. *et al.* Adsorption of the cyanobacterial hepatotoxin microcystin-LR by a low-cost activated carbon from the seed husks of the pan-tropical tree, *Moringa oleifera*. **The Science of the Total Environment**, [S.l.], v. 207, p. 207-211, 1997.
- WHITTON, B. A.; POTTS, M. Introduction to the cyanobacteria. In: WHITTON, B. A.; POTTS, M. (Ed.). **The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space**. Dordrecht: Kluwer, 2000. p. 1-11.



# Proteção Sanitária das Cisternas Utilizadas na Reservação de Águas Pluviais para Uso Domiciliar: Aspectos Técnicos e Educacionais

Valter Lúcio de Pádua (coordenador), Luiz Rafael Palmier, Carolina Ventura da Silva, Gizele de Lourdes de Araújo Borba, Graziella Mendes de Paula, Henrique Pereira Barcelos, Herbert Kohl Rodrigues, Leonardo Augusto dos Santos, Manuelle Prado Cardoso, estudantes voluntários da UFMG.

Proponente: Fundação Christiano Ottoni (FCO)

Executora: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

## Resumo

As iniciativas de reservação de água de chuva têm envolvido diversas organizações não governamentais e um programa específico do Governo Federal que objetiva a construção de um milhão de cisternas no semiárido brasileiro. Entretanto, se não houver uma proteção sanitária adequada, a água pode ser contaminada e colocar em risco a saúde da população. Destaca-se que existem poucos trabalhos na literatura relacionados ao estudo da qualidade da água armazenada nas cisternas construídas em regiões semiáridas. Neste contexto, o presente projeto foi desenvolvido na microrregião do médio Jequitinhonha (MG). Tendo em vista sua localização no semiárido, os resultados obtidos podem ser aplicados a outras regiões de estados brasileiros que apresentam características socioeconômicas, culturais e climáticas semelhantes. O projeto desenvolvido pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) contou com o apoio da Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva (ABCMAC) e teve a participação de estudantes de graduação e pós-graduação, visando desenvolver e aperfeiçoar técnicas de fácil aplicabilidade,

baixo custo de implantação, operação e manutenção e capacitar recursos humanos para lidar com questões relativas ao abastecimento de água no semiárido brasileiro. Inicialmente, foram feitos o mapeamento e cadastro de cisternas na cidade de Araçuaí-MG, seguido do monitoramento da qualidade da água de dezesseis cisternas. Posteriormente, foram construídas oito cisternas incorporando-se técnicas de proteção sanitária, aliadas a campanhas educativas para os moradores. O monitoramento bacteriológico e físico-químico da água das cisternas possibilitou a proposição de técnicas de proteção sanitária. Outro aspecto considerado foi o da agressividade da água de chuva ao concreto, para avaliar a liberação de metais potencialmente prejudiciais à saúde. Constatou-se que são necessárias melhorias em relação ao uso das cisternas como solução individual de abastecimento de água. Os resultados microbiológicos e físico-químicos demonstram que em geral a água não atende integralmente ao padrão de potabilidade brasileiro. O mapeamento revelou que 52% das cisternas vistoriadas apresentaram problemas construtivos, deixando assim de atender satisfatoriamente à finalidade a que foram propostas.

**Palavras – chave:** Captação de água de chuva, cisternas, proteção sanitária, educação ambiental, semiárido.

## Abstract

The initiatives of rainwater reservation have involved several non-governmental organizations and a specific Federal Government Program which aims to construct one million cisterns in the Brazilian semi-arid region. However, if they are not built according to sanitary patterns, the water can be contaminated and population health may be put at risk. There are few papers in the literature investigating the quality of the water stored in the cisterns. In this context, the present project was developed in the microregion of the Médio Jequitinhonha-MG, which is located in the semi-arid zone. Therefore, the results could be applied to other regions that have similar socioeconomic, cultural and climate characteristics. The project was conducted by Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) and supported by the Brazilian Rainwater Management Association (ABCMAC). The objective was to develop and improve techniques of easy applicability, low cost of implantation, operation and maintenance and to enable human resources to deal with questions regarding the water supply in the Brazilian semi-arid. Initially, it was created a database to map the existing cisterns in Araçuaí-MG city, followed by the monitoring of the water quality of 16 cisterns. Later, 8 cisterns were constructed under sanitary techniques patterns joined with educational campaigns. The water bacteriological and physical-chemical monitoring of 16 cisterns provide some techniques of sanitary protection. Another aspect to be considered was the aggressiveness of the

rainwater to the concrete, which can liberate harmful metals to the water. It was found that improvements are necessary in this individual solution of the water supply. The microbiological and physical-chemical results show that, in general, the water does not attend all parameters of Brazilian Drinking Water Standard. The mapping of the cisterns showed that 52% of them presented structural problems, failing in the purpose to which they were designed.

**Keywords:** Rainwater catchment, cisterns, health protection, environmental education, semi-arid.

## 1 Introdução

O Brasil, país de extensão continental, possui a maior disponibilidade hídrica do planeta, com 5,4 trilhões de metros cúbicos, isto é, quase 15% da reserva de água doce disponível (GONDIM, 2001; THOMAS, 2003). No entanto, sua distribuição é bastante heterogênea.

Uma parcela significativa da população brasileira ainda não possui acesso à água de qualidade, como moradores de subassentamentos urbanos (“favelas”), de pequenos municípios sem sistemas de abastecimento público ou privado e de zonas rurais. Essa situação torna-se ainda mais crítica para moradores da região semiárida brasileira, que abrange os estados do Nordeste e do Norte e nordeste de Minas Gerais, atingindo aproximadamente 20 milhões de pessoas (BRASIL, 2005).

A deficiência no abastecimento de água ocorre com maior frequência em pequenos municípios, com população de até 20.000 habitantes. Apenas 46% dos domicílios localizados em pequenos municípios estão ligados à rede geral de abastecimento de água (IBGE, 2000).

Em se tratando da zona rural brasileira, praticamente não há fornecimento de água por sistema de abastecimento coletivo. Cerca de 80% dos domicílios rurais não possuem rede geral de água e 40,83% são servidos por poço ou nascente (BRASIL, 2004a).

As características climáticas e hidrogeológicas do semiárido brasileiro, com chuvas concentradas em poucos meses do ano, elevada evaporação e solos com baixa capacidade de retenção de água, induzem à necessidade de armazenamento da água nos períodos de chuva para amenizar os efeitos adversos dos longos períodos de estiagem. A construção de reservatórios (açudes) é uma opção técnica amplamente difundida nessa região, mas é ainda insuficiente para garantir as condições adequadas para atender todos os moradores.

A população desses locais, geralmente mulheres e crianças, é obrigada a caminhar longos percursos até o manancial mais próximo, levando para casa uma água com qualidade muitas vezes inadequada para o consumo humano. As características físicas (cor, odor e sabor) apresentam indícios de sua má qualidade. Porém, como essa água é a única fonte disponível, os moradores da região são obrigados a consumi-la, muitas vezes o fazendo sem qualquer tipo de tratamento. Um dos principais problemas que surgem como consequência é o elevado número de casos de doenças de veiculação hídrica. De cada quatro mortes de crianças na região, uma é devido à diarreia causada por água contaminada (FOME ZERO, 2005). Outro caso preocupante é o alto índice de doenças de pele, muitas vezes provocadas por escassez de água para higienização. Os índices de mortalidade infantil, na região, são os maiores do País e algumas cidades apresentam os menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Portanto, para atender à necessidade hídrica dessa população, buscam-se meios alternativos de abastecimento de água, como açudes, barragens subterrâneas, poços, carros-pipa, dentre outros. Baseado nisso, as técnicas de aproveitamento de águas de chuva merecem maior atenção.

O Governo Federal, com o apoio do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) e da Agência Nacional das Águas (ANA), dentre outras entidades, criou, em 2001, o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o SemiÁrido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC. Esse programa tem como meta a construção de um milhão de cisternas até 2010, beneficiando aproximadamente cinco milhões de pessoas. Contudo, segundo a ASA, até novembro de 2008 o P1MC havia construído 235.860 cisternas.

O sistema de captação e armazenamento de água de chuva em cisternas pode ser considerado uma solução individual de abastecimento de água. É uma forma simples de obtenção de água, que tem sido adotada há vários séculos. Conseguir-se, mesmo com o baixo índice pluviométrico típico de regiões semiáridas, uma quantidade de água capaz de suprir as necessidades básicas de uma família, para beber e cozinhar. As principais vantagens atribuídas ao sistema de captação e armazenamento de água de chuva em cisternas são as seguintes:

- por ser vedado, não há perdas significativas de água por evaporação;
- armazena água durante todo o período de seca, desde que a cisterna esteja em bom estado de conservação e que tenha sido adequadamente projetada e construída;
- é construída próxima à residência, evitando que os moradores tenham que se deslocar por longos percursos para adquirir água para o consumo diário;

- com os cuidados necessários, a água de chuva armazenada pode possuir qualidade adequada ao consumo humano.

O sistema consiste de uma superfície de captação, que pode ser o telhado da residência ou calçada cimentada próximo à residência, e uma calha para o transporte da água coletada até o local de armazenagem, no caso, as cisternas (figura 1).



Figura 1 – Sistema de captação de água de chuva

Em Minas Gerais, têm sido construídas cisternas no Vale do Jequitinhonha, região localizada no semiárido brasileiro. Por ser um local onde a maioria da população é de baixa renda, utilizam-se técnicas de construção de baixo custo, inclusive utilizando mão de obra local. Ressalta-se que a água das cisternas pode ser contaminada, se não houver proteção sanitária adequada e se a população não estiver devidamente instruída sobre como proceder para captar, reservar e manusear a água.

Nesse contexto, o presente trabalho visou avaliar o estado atual de conservação e uso de cisternas construídas na região do Vale do Jequitinhonha (MG) e disseminar conhecimentos técnicos e científicos sobre saúde e saneamento, por meio de atividades relacionadas a aspectos construtivos, educacionais e sanitários. O Médio Jequitinhonha, região localizada ao nordeste de Minas Gerais e onde foi desenvolvida a pesquisa, contempla problemas típicos associados à escassez hídrica do semiárido brasileiro. Os casos de doenças de veiculação hídrica são frequentes e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) nesse local é um dos menores do País, segundo dados do IBGE.

## 2 Objetivos

O projeto teve como objetivo geral o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de soluções técnicas para a proteção sanitária de reservatórios de águas pluviais utilizados no suprimento doméstico. Citam-se como objetivos específicos:

- mapear e cadastrar cisternas existentes na microrregião do Médio Jequitinhonha com registro das técnicas construtivas, volume armazenado, localização no terreno em relação a fossas e outros pontos de contaminação, técnicas usadas na proteção sanitária das cisternas, qualidade da água e satisfação das famílias beneficiadas;
- monitorar a qualidade da água de oito cisternas construídas há mais de um ano e oito cisternas recém-construídas, de modo a avaliar possíveis alterações na qualidade em função do tempo de uso das cisternas;
- avaliar os riscos decorrentes da liberação de alumínio contido no cimento utilizado na construção das cisternas;
- propor e divulgar alternativas técnicas por meio de atividades educacionais junto à população local para assegurar a qualidade físico-química e bacteriológica da água reservada em cisternas;
- elaborar documentos técnicos, com linguagem acessível aos agentes comunitários de saúde, com orientações relacionadas à construção, monitoramento e manutenção das cisternas com vista à proteção sanitária das mesmas visando facilitar a disseminação do conhecimento técnico e científico;
- capacitar estudantes de Engenharia Civil para lidar com questões relacionadas à captação e reservação de água de chuva para consumo doméstico no semi-árido brasileiro, visando minimizar os problemas relacionados à falta de água na região;
- promover o intercâmbio técnico-científico entre a **Funasa**, Universidade Federal de Minas Gerais, ABCMAC e Prefeituras de municípios localizados no semiárido brasileiro.

## 3 Metodologia

O projeto foi realizado no Médio Jequitinhonha (MG), mais especificamente nas zonas rurais das cidades de Araçuaí e Itinga (MG). A população rural dessas cidades não é suprida por sistemas de abastecimento convencionais. Tradicionalmente, a água consumida nessa região é proveniente de poços, rios ou lagos, muitas vezes localizados a quilômetros de distância dos domicílios. Para tentar amenizar os problemas

relacionados à obtenção de água para consumo humano nessas localidades, estão sendo construídas cisternas para captação e armazenamento de água de chuva, com a atuação do Governo Federal e de ONGs.

A etapa da pesquisa realizada na cidade de Araçuaí (MG) esteve relacionada basicamente ao monitoramento da qualidade da água das cisternas; à conscientização da população através de programas de rádio, teatros e palestras educativas; à capacitação de moradores para construção de cisternas e ao cadastro e avaliação das cisternas, por meio de inspeção visual e registro do estado de conservação e de aspectos construtivos. Também foram feitas entrevistas informais com os usuários, verificando a noção que os mesmos possuíam acerca dos cuidados com a captação e o armazenamento da água de chuva, se realizavam desvio da primeira chuva, se a cisterna era lavada anualmente, como era feita a retirada da água (balde ou bomba), se eles realizavam a cloração e qual a quantidade de cloro era aplicada.

Em relação à cidade de Itinga (MG), o estudo esteve direcionado à construção de oito cisternas e a atividades de educação sanitária, por meio de palestras e de programas de rádio. O município de Itinga foi escolhido por possuir um dos menores IDH da região e por localizar-se próximo à cidade de Araçuaí, o que facilitava a realização do trabalho de campo.

### **3.1 Monitoramento da qualidade da água de chuva armazenada nas cisternas**

Para o monitoramento da qualidade físico-química e bacteriológica da água foram selecionadas, na zona rural de Araçuaí, oito cisternas de placas “novas”, localizadas na comunidade de Lagoa dos Patos, e oito “antigas”, sendo seis delas localizadas na comunidade de Coruto e duas em Lagoa dos Patos. Como as comunidades são afastadas umas das outras, não era possível coletar todas as amostras em um mesmo dia. Portanto, as coletas foram divididas em duas etapas, intercalando as comunidades, quinzenalmente: em uma semana eram analisadas as dez cisternas pertencentes à comunidade Lagoa dos Patos; e uma semana depois, as seis cisternas da comunidade Coruto. O monitoramento foi realizado por um período de oito meses.

Os parâmetros microbiológicos analisados foram coliformes totais e *Escherichia coli*, contagem de bactérias heterotróficas, estreptococos fecais e *Clostridium perfringens*, segundo metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998), exceto a quantificação de *Clostridium perfringens*, que foi realizada utilizando-se a técnica de tubos múltiplos da CETESB L.5. 213 (1993).

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: alumínio, chumbo, cloro residual, ferro, sódio, nitrato, nitrito, zinco, pH, turbidez, dureza, acidez e alcalinidade total.

As análises de pH e cloro residual foram feitas *in loco*. A quantificação dos parâmetros físico-químicos foi realizada de acordo com o *Standard Methods* (APHA, 1998)

### 3.2 Utilização de hipoclorito de cálcio e hipoclorito de sódio

Considerando-se que os moradores costumam empregar hipoclorito de sódio em quantidade suficiente para desinfetar todo o volume de água contido na cisterna em uma única aplicação a cada ano, procurou-se avaliar a variação da concentração do cloro residual em função do tempo, a fim de monitorar seu decaimento. Para isso, adicionou-se hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio em amostras de água destilada, fazendo-se a determinação do cloro residual após 5, 14, 28 e 64 dias. O hipoclorito de sódio utilizado foi o fornecido pelo Ministério da Saúde (solução 2,5% de cloro ativo). O hipoclorito de cálcio comercial, com concentração de 26,5% de cloro ativo, foi empregado com a finalidade de se fazer comparação com o hipoclorito de sódio.

As amostras foram preservadas à temperatura ambiente em frascos âmbar que possuíam pequenos orifícios nas tampas para simular a área de ventilação representada pelo extravasor e frestas da tampa das cisternas de armazenamento da água de chuva.

### 3.3 Liberação de alumínio na água armazenada nas cisternas

Para avaliar a possível liberação de alumínio contido na argamassa de cimento pelo contato com a água de chuva armazenada nas cisternas, fez-se o monitoramento mensal *in loco* em 16 cisternas localizadas na cidade de Araçuaí (MG). Como estudo complementar, foram preparados, em laboratório, corpos de prova para simular a situação real das cisternas construídas na região do Vale do Jequitinhonha (MG). Foram obtidos quatro grupos amostrais com três corpos de prova cada um, sendo os mesmos moldados de acordo com os procedimentos realizados por pedreiros que constroem cisternas de placas, conforme mostrado na tabela 1. No preparo da argamassa para moldar os corpos de prova empregou-se a marca de cimento mais utilizada na região para a construção de cisternas.

Os corpos de prova, com dimensões de 7 cm de diâmetro e 3 cm de altura, foram mantidos imersos em água destilada com pH igual a 5,6, valor que segundo Cunha e Dalmago (2000) é representativo do pH das águas de chuva de regiões com pouca poluição atmosférica, o que é o caso do Vale do Jequitinhonha (MG). Foram preparadas triplicatas de cada grupo amostral dos corpos de prova e também de um grupo de referência, totalizando 15 amostras. A quantificação da concentração de alumínio na água foi realizada

após 1, 7, 30 e 60 dias. Além do alumínio, determinou-se também a concentração de outros elementos presentes na composição do cimento (sódio, cálcio e magnésio). As análises foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica, conforme *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998).

Tabela 1 – Grupos amostrais com respectivos tipos de moldagem

Grupos Amostrais	Tipo de moldagem
Grupo 1	Argamassa simples sem reboco.
Grupo 2	Argamassa simples com camadas de reboco acrescido de impermeabilizante.
Grupo 3	Argamassa simples com camada de reboco, acrescido de impermeabilizante, revestida por uma “nata” de cimento com impermeabilizante.
Grupo 4	Argamassa simples revestida por uma “nata” de cimento com impermeabilizante.

### 3.4 Barreiras de proteção sanitária

Partindo do pressuposto, confirmado posteriormente, de que grande parte dos moradores não realiza qualquer processo de desinfecção da água, tornou-se ainda mais importante o estudo de barreiras físicas que servissem para atenuar riscos de contaminação e preservar a qualidade da água armazenada nas cisternas. Assim, estudaram-se especialmente as bombas manuais para retirada de água e dispositivos de descarte da primeira água de chuva. A partir da revisão da literatura sobre o tema e do resgate da experiência local, foram preparadas apostilas, destinadas aos moradores, com instruções sobre a construção de cisternas, de bombas manuais e de um dispositivo de descarte das primeiras águas de chuva. Procurou-se propor soluções que fossem de baixo custo para a população, com materiais simples e de fácil aquisição no comércio local.

### 3.5 Capacitação de alunos voluntários da UFMG

No primeiro semestre de 2005, foram afixados cartazes convidando estudantes voluntários da Escola de Engenharia da UFMG a participar de uma reunião onde seriam explicados detalhes do projeto que seria desenvolvido no Vale do Jequitinhonha (MG). Aproximadamente 40 alunos estiveram presentes nesta reunião inicial, sendo que 31 deles manifestaram interesse em participar das etapas preparatórias para a viagem de

campo, sabendo de antemão que o trabalho era voluntário (não haveria remuneração para os estudantes) e que no máximo 20 alunos poderiam fazer a viagem de campo, programada para as férias escolares de julho de 2005. Definiu-se que um requisito básico para os estudantes se habilitarem para as atividades extraclasse seria a frequência de 100% às atividades de capacitação, que foram compostas por palestras e reuniões fora do horário de aula, incluindo alguns sábados, domingos e feriados, e construção de uma cisterna para captação de água de chuva, orientada por um pedreiro do Vale do Jequitinhonha que viajou para Belo Horizonte (MG) especialmente para realizar esta tarefa. Ao final das atividades de capacitação, ocorridas em um período de 4 meses, 19 estudantes viajaram para as cidades de Araçuaí e Itinga, no Vale do Jequitinhonha (MG), onde permaneceram durante 13 dias sob a orientação do professor/coordenador do projeto. Os estudantes, juntamente com o professor, ficaram hospedados em uma sala de aula de uma escola municipal.

Diariamente, os alunos se dividiam em grupos, viajando da sede municipal até os distritos, alguns deles localizados a mais de 2 horas de distância, percorrendo estradas de chão em veículo escolar cedido pela prefeitura de Araçuaí (MG). Na figura 2, são mostrados alguns estudantes em momento de saída a campo.

Todas as atividades de campo, incluindo os programas de rádio e o preparo do material de instrução foram realizadas exclusivamente pelos estudantes, o professor - coordenador esteve presente apenas para acompanhar o desenvolvimento das tarefas, procurando interferir o mínimo possível, já que os estudantes haviam recebido um treinamento prévio e era importante que eles sentissem a responsabilidade de tomar as decisões e iniciativas para cumprir as metas previstas originalmente.



Figura 2 – Estudantes se dirigindo às comunidades rurais de Araçuaí (MG)

Visando à capacitação prévia dos estudantes que participaram do projeto, foi construída uma cisterna de placas na periferia de Belo Horizonte (MG), no Espaço Curumim, situado no bairro Capitão Eduardo. O treinamento contemplou atividades teóricas e práticas, o qual foi ministrado por um técnico e um instrutor do Vale do Jequitinhonha (MG). Na figura 3 apresenta-se a fotografia dos estudantes durante o treinamento para construção de cisternas de placa. Ressalta-se que todas as etapas tiveram a participação dos estudantes, incluindo a escavação do terreno, o preparo da argamassa, a confecção das placas e a construção das calhas de coleta de água.



Figura 3 – Participação dos alunos no treinamento realizado em Belo Horizonte

Devido ao resultado satisfatório da participação dos estudantes, no primeiro semestre de 2006 foram novamente afixados cartazes convidando estudantes da Escola de Engenharia da UFMG a participarem de outro processo de capacitação, a fim de replicar as atividades realizadas no ano anterior. Nessa edição, achou-se conveniente estender a participação das atividades a outros cursos, como princípio de um modelo interdisciplinar de atuação na interlocução entre a Universidade e as comunidades. Contou-se com a presença de estudantes de Ciências Biológicas e Farmácia, além dos alunos do curso de Engenharia Civil. Deve-se ressaltar que foi a partir da iniciativa de um dos estudantes voluntários do grupo de 2005, que depois veio a se tornar bolsista do projeto, que se formou um novo grupo de estudantes voluntários para atuar na região do Vale do Jequitinhonha.

### 3.6 Atividades de educação sanitária

As atividades educativas incluíram palestras, encontros técnicos e oficinas que tinham como público estudantes universitários da UFMG, profissionais que lidam com questões relacionadas à convivência com o semiárido brasileiro e especialmente os moradores locais, com a finalidade de discutir e repassar informações relativas à educação sanitária, práticas adequadas de manejo e armazenamento da água de chuva e de construção de cisternas e de bombas manuais. Foram preparadas e distribuídas cartilhas com instruções relativas a doenças de veiculação hídrica, principalmente diarreia.

As atividades educativas incluíram ainda programas de rádio preparados e apresentados por estudantes da UFMG. Na figura 4 tem-se a ilustração de algumas atividades realizadas pelos estudantes junto com moradores locais.



Figura 4 – Estudantes realizando a capacitação para construção de cisternas (à esquerda) e para construção de bombas manuais (à direita)

## 4 Resultados alcançados frente aos objetivos propostos e discussão

### 4.1 Cadastro e inspeção visual das cisternas

Inicialmente, previa-se realizar o cadastro e inspeção visual de todas as cisternas construídas no município de Araçuaí (MG). Entretanto, em função da distância entre as comunidades e da dificuldade de locomoção entre as mesmas, esta atividade restringiu-se a 182 cisternas, sendo 117 cadastradas no ano de 2005 e 65 no ano de 2006, ambas localizadas em 17 comunidades do município - Aguada Nova, Barriguda, Calhauzinho, Córrego da Velha de Baixo, Córrego da Velha do Meio, Córrego Fundo, Coruto, Cruzinha, Lagoa dos Patos, Lapinha, Malhada Preta, Palmital, Quati, Solidade, Tesoura de Cima, Vargem de João Alves e Varginha.

Conforme mostrado na figura 5, do total das cisternas cadastradas em 2005, 55% apresentaram algum tipo de problema relacionado a aspectos construtivos, tais como trincas, vazamentos e posicionamento incorreto do extravasor. As falhas construtivas que conduzem ao vazamento de água representam dois problemas principais: aumentam a vulnerabilidade da cisterna a contaminações e diminuem o volume de água efetivamente armazenado, comprometendo a função da cisterna de servir como fonte de água para ser utilizada pelas famílias durante todo o período de estiagem. Se isso ocorre, os moradores têm que recorrer a outras fontes de água, mais distantes de casa e nem sempre adequadas ao consumo humano.

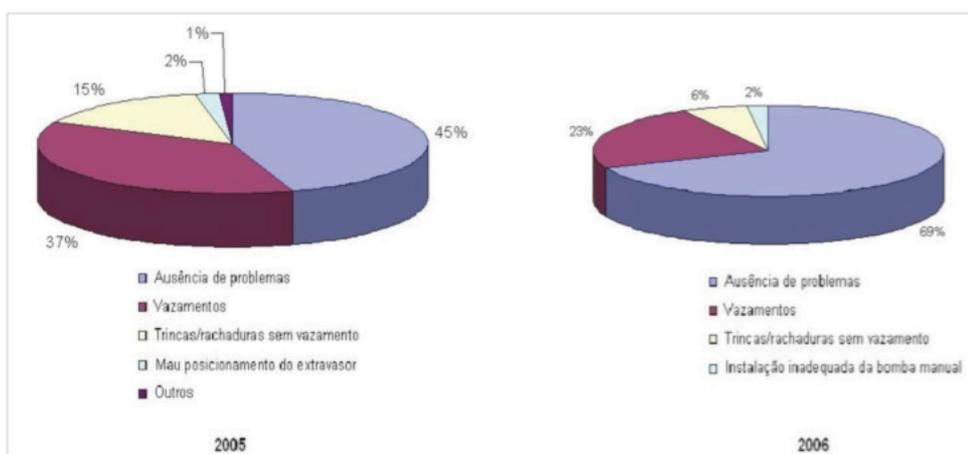


Figura 5 – Problemas apresentados nas cisternas cadastradas em Araçuaí (2005 e 2006)

Não se pode afirmar com certeza a razão para o elevado índice de trincas/rachaduras com vazamento, podendo estar relacionado ao tipo de cimento, ao traço da argamassa, à qualidade da areia (granulometria grossa ou presença excessiva de argila e outras impurezas), cura inadequada da argamassa, erro na execução das placas ou outro motivo. Também houve um caso isolado de comprometimento da estrutura da cisterna causado pelas raízes de uma árvore. Contudo, parece adequado supor que se trata principalmente de falha de construção e/ou de orientação inadequada sobre os cuidados que se deve ter com a manutenção da estrutura da cisterna. Deve-se considerar também o custo adicional para recuperar as cisternas quando elas não são construídas corretamente. O elevado percentual de casos de vazamento demonstra a necessidade de se tomar medidas para atenuar este problema. Destaca-se, contudo, que o universo amostral foi relativamente pequeno, podendo não ser estatisticamente significativo para que se faça generalizações.

Um problema recorrente, também associado à etapa de construção das cisternas, está relacionado com as tampas de vedação de zinco, que encontravam-se empenadas, formando fendas (figura 6) com dimensões que possibilitavam a entrada de pequenos animais e, portanto, aumentava o risco de contaminação da água de chuva armazenada. Esse problema foi observado principalmente nas cisternas mais antigas. O modelo de tampa de zinco já não estava mais sendo utilizado nas cisternas recentemente construídas, tendo sido substituídas por um novo modelo, com outro tipo de material, como pode ser observado na figura 6.



Figura 6 – Tampa das cisternas antigas (à esquerda) e novas (à direita)

## 4.2 Monitoramento da qualidade da água de chuva armazenada em cisternas

### 4.2.1 Análises microbiológicas

Nas cisternas de placas construídas em Araçuaí (MG), verificou-se a presença de *E.coli* em aproximadamente 70% das amostras (tabela 2). Destes, 40% eram de água de chuva armazenada em cisternas com mais de um ano de construção, ou seja, já haviam armazenado mais de um ciclo de água de chuva. Em média, os valores mais elevados *E. coli* também foram encontrados nas cisternas mais antigas (cisternas 9 a 16 da tabela 3).

Uma possível explicação é o fato de as cisternas mais antigas já terem sofrido depreciação estrutural pelo tempo, além de ter sido constatado que muitas famílias se preocupam mais em seguir as orientações relativas aos cuidados no armazenamento e manuseio da água no primeiro ano de construção da cisterna, havendo maior descuido nos anos seguintes. Isso reforça a necessidade de se manter, continuamente, um trabalho de orientação dos moradores.

Comparando-se a concentração de *E. coli* na água armazenada nas cisternas novas e antigas, observou-se uma heterogeneidade na distribuição dos valores no decorrer do período de coleta, não sendo verificada diferença na ocorrência dos microrganismos entre os períodos de seca e de chuva.

Considerando a classe II proposta por Krishna (1993), onde se considera como aceitável a água que apresentar de 1 a 10 *E.coli* por 100 mL, 68% das amostras coletadas nas cisternas novas e 82% nas antigas seriam avaliadas como inadequadas ao consumo humano. No entanto, a aplicação da classificação proposta por Krishna é muito questionável, pois a presença de *E.coli* em números considerados “aceitáveis” (até 10 *E.coli* por 100 mL) comprova a contaminação por material fecal, podendo também representar riscos à saúde da população que consumir a água.

Tabela 2 – Resultado do monitoramento da qualidade microbiológica da água de chuva armazenada em cisternas, através da quantificação de *E.coli*

Coleta	Ago-05	set-05	out-05	Nov-05	dez-05	jan-06	Fev-06	Média geométrica
Cisterna	<i>E.coli</i> (NMP/100mL)							Cisterna
1	6,20E+00	ND	2,00E+00	2,00E+00	2,00E+00	ND	4,10E+00	3,26E+00
2	ND <sup>(1)</sup>	ND	ND	ND	2,00E+00	ND	ND	2,00E+00
3	1,10E+01	3,10E+00	ND	1,00E+00	ND	1,00E+00	ND	4,03E+00
4	1,00E+00	ND	2,00E+00	ND	1,00E+00	ND	7,40E+00	2,85E+00
5	ND	1,40E+01	2,00E+00	3,90E+01	2,40E+01	ND	4,30E+01	2,44E+01
6	ND	3,10E+00	1,20E+03	3,20E+01	1,00E+00	ND	1,00E+00	2,47E+02
7	ND	ND	ND	1,20E+03	1,60E+02	ND	3,40E+01	4,65E+02
8	ND	6,30E+00	8,20E+01	2,10E+01	ND	ND	2,40E+02	8,73E+01
9	6,00E+01	3,10E+00	2,00E+00	8,50E+01	ND	ND	1,70E+02	6,40E+01
10	1,60E+01	8,20E+01	2,80E+01	3,00E+01	1,00E+00	ND	1,00E+00	2,63E+01
11	1,30E+03	2,40E+03	7,40E+01	1,50E+03	2,40E+01	1,20E+02	8,40E+00	7,75E+02
12	4,10E+00	1,10E+02	2,30E+01	4,30E+01	2,80E+01	2,60E+01	8,30E+01	4,53E+01
13	2,40E+02	NR	1,80E+02	1,10E+02	3,10E+00	3,00E+01	ND	1,13E+02
14	2,90E+02	2,40E+02	>2,4E+03	1,40E+04	8,10E+02	6,30E+00	ND	3,07E+03
15	9,80E+02	1,70E+03	NR <sup>(2)</sup>	NR	2,80E+01	ND	ND	9,03E+02
16	1,70E+03	2,40E+03	NR	NR	1,20E+01	5,20E+00	4,10E+00	8,24E+02

Nota: (1) ND = não detectado (resultado dado em <1,0 NMP/100mL)

(2) NR = não realizado (morador não presente na residência no dia de coleta)

No que diz respeito à contagem de bactérias heterotróficas, 10% dos resultados relativos às cisternas novas foram superiores ao estabelecido pela legislação, que é de 500 UFC/100mL (BRASIL, 2004a). Já nas cisternas antigas, 32% dos resultados apresentaram-se inadequados, principalmente no período chuvoso e logo após o mesmo. *Streptococos* fecais praticamente não foram detectados nas amostras coletadas, a maior parte dos resultados ficou abaixo do limite de detecção da metodologia.

Mesmo tendo dificuldade de detecção/quantificação de *Clostridium perfringens*, foi possível verificar sua presença, principalmente em cisternas antigas, chegando a apresentar 1000 NMP/100mL. Por ter a capacidade de formar esporos, que é a forma de resistência do *C. perfringens*, acredita-se que esse microrganismo sobreviveu no sedimento formado no fundo das cisternas antigas. Com o início do período chuvoso e a entrada de água na cisterna, havia ressuspensão dos sedimentos, disponibilizando-os nas amostras coletadas. Como o *C. perfringens* pode estar associado à presença de microrganismos patogênicos, torna-se essencial a remoção dos sedimentos formados no fundo, o que reforça a importância da limpeza anual das cisternas.

#### 4.2.2 Análises físico-químicas

Dentre os parâmetros físicos e químicos monitorados (pH, turbidez, acidez, alcalinidade, dureza, nitrito, nitrato, alumínio, chumbo, ferro, sódio e zinco), apenas o alumínio apresentou concentração que gera preocupação sanitária, tendo excedido o VMP (Valor Máximo Permitido) de 0,2 mg.L<sup>-1</sup>, estabelecido na Portaria MS nº 518/2004. A síntese dos resultados do monitoramento mensal da concentração de alumínio nas 16 cisternas avaliadas é apresentada na figura 7. Observa-se que a maioria dos resultados excedeu ao VMP de 0,2 mg.L<sup>-1</sup> (representado por uma reta na figura 7), chegando-se a valores superiores a 1,6 mg.L<sup>-1</sup>.

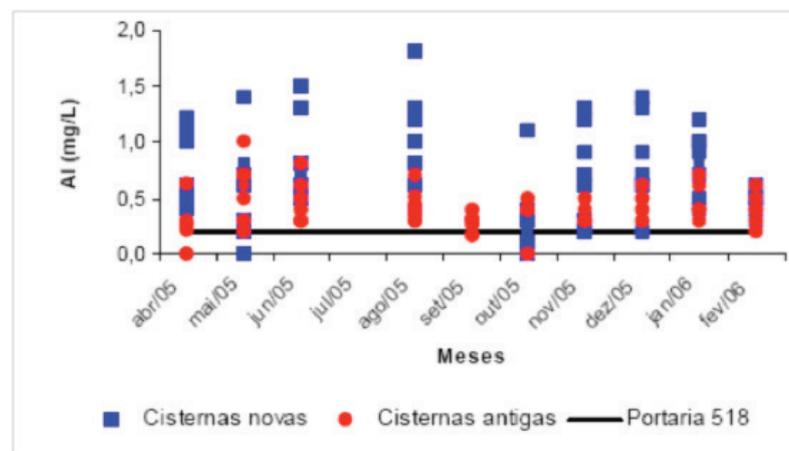


Figura 7– Monitoramento mensal da concentração de alumínio na água de chuva armazenada em cisternas, com a exclusão dos dados das cisternas 1 a 10 no mês de setembro/2005

Embora o alumínio conste como padrão de aceitação na Portaria MS nº 518/2004 e esta Portaria esteja relacionada a sistemas de abastecimento de água e a soluções alternativas coletivas de abastecimento, que a rigor não incluem as cisternas, que devem ser enquadradas como soluções individuais, os valores elevados de concentração de alumínio em algumas amostras gera preocupações sanitárias e necessita de mais investigação. Nesta pesquisa, procurou-se avaliar o potencial de liberação de alumínio contido na argamassa utilizada para construir as placas das cisternas por meio do estudo com corpos de prova em laboratório, tal como descrito anteriormente e cujos resultados são apresentados no próximo item.

#### 4.2.3 Liberação de alumínio na água armazenada nas cisternas

Os resultados dos ensaios realizados com corpos de prova para avaliar a liberação de alumínio contido na argamassa de cimento utilizada na construção das cisternas de placas estão representados nas figuras 8 a 11. Nessas figuras, a linha na marca de 0,2 mg.L<sup>-1</sup> refere-se ao VMP de alumínio definido na Portaria MS 518/2004. Observa-se a tendência de aumento da concentração de alumínio em função do tempo, resultado de sua liberação da argamassa ao manter-se em contato com a água. Por ser pouco mineralizada, a água de chuva apresenta tendência em realizar trocas iônicas, e o alumínio, por seu caráter anfótero, reage tanto em meio ácido como básico, sendo solubilizado na água.

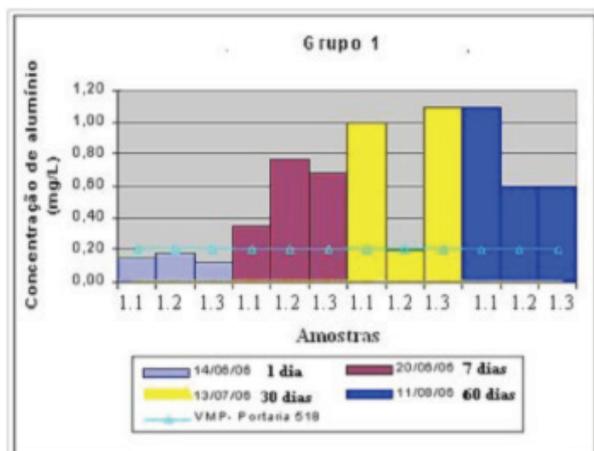


Figura 8 – Concentração de alumínio na amostra relativa ao grupo 1

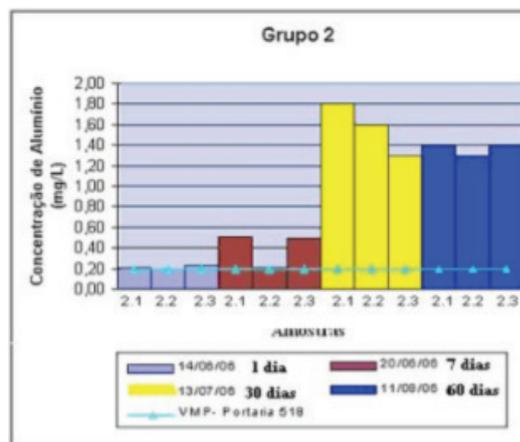


Figura 9 – Concentração de alumínio na amostra relativa ao grupo 2

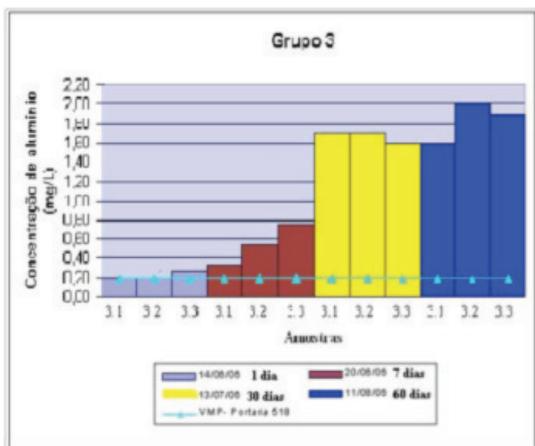


Figura 10 – Concentração de alumínio na amostra relativa ao grupo 3

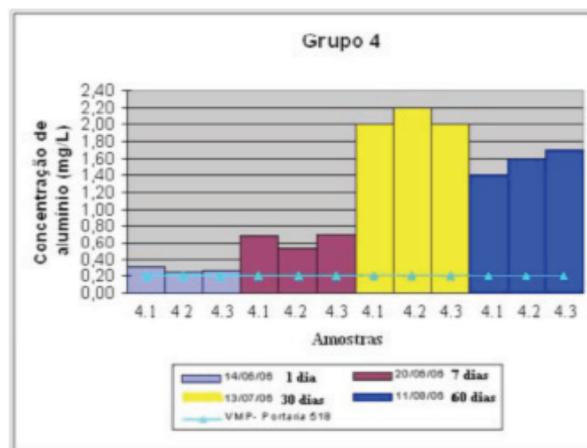


Figura 11 – Concentração de alumínio na amostra relativa ao grupo 4

Nas figuras 8 a 11 é mostrado que a maior concentração de alumínio ocorreu nos grupos amostrais 2, 3 e 4, com valores, em algumas amostras, da ordem de dez vezes acima do VMP que consta na Portaria MS nº 518/2004. Consultando a tabela 1, observa-se que os grupos 2, 3 e 4 são os que apresentavam maior quantidade de cimento na composição do corpo de prova. Os resultados obtidos indicam a necessidade de novos estudos para avaliar os riscos potenciais à saúde decorrente do consumo de água com concentrações mais elevadas de alumínio e à realização de trabalhos para rever as técnicas de construção das cisternas, visando reduzir a liberação de constituintes do cimento que podem tornar a água inadequada para consumo humano.

### 4.3 Barreiras de proteção sanitária

Neste trabalho, considerou-se como “barreira de proteção sanitária”, toda medida adotada com a finalidade de preservar ou melhorar a qualidade da água armazenada nas cisternas, incluindo medidas como desvio das primeiras águas de chuva, limpeza das cisternas, cuidados na retirada da água, filtração e adoção de algum método de desinfecção.

Uma das atividades de campo realizadas na cidade de Araçuaí (MG) constou da aplicação de um questionário para se ter um panorama das ações praticadas pelos moradores em relação aos cuidados com a qualidade da água. Na tabela 3 consta o levantamento de dados obtidos em visitas realizadas em 2005 e 2006.

Em uma comparação entre os dados dos anos de 2005 e de 2006, nota-se uma piora nos indicadores das ações que são praticadas para preservar ou melhorar a qualidade

da água. Percebe-se que com o passar do tempo os moradores não realizam, com certa frequência, o desvio da primeira água de chuva, tampouco a limpeza anual das cisternas. A prática da desinfecção também tem decaído. Alguns moradores fazem aplicação de cloro somente uma vez ao ano na própria cisterna, quando a mesma se encontra cheia. No geral, a totalidade dos entrevistados afirmou que suas vidas melhoraram e 66% disse acreditar que o número de doenças de veiculação hídrica diminuiu após a construção das cisternas em suas casas. Apesar de não se poder validar estatisticamente os resultados, eles reforçam a importância de se realizar atividades contínuas de conscientização/informação dos moradores para evitar que as boas práticas se percam com o passar do tempo, em detrimento da qualidade da água armazenada nas cisternas e consumida pela população local.

Tabela 3 – Resultado da aplicação de questionários: cisternas visitadas em 2005 e 2006

Nº de questionários	2005	2006
	117	65
Desvio da 1ª água de chuva	100%	84%
Limpeza anual das cisternas	71%	64%
Retira água com baldes ou vasilhames	72%	82%
Uso de cloro na desinfecção	58%	48%

Destaca-se ainda que o uso de água sanitária comum não é indicado no processo de desinfecção, pois esse produto comercial pode não apresentar os requisitos exigidos para utilização em água que será consumida. O correto seria o uso de hipoclorito de sódio, o qual é distribuído gratuitamente pelo Ministério da Saúde, mas nem sempre os moradores têm conhecimento deste fato. Cabe mencionar também que algumas pessoas se recusam a fazer a desinfecção da água com cloro, seja na forma de hipoclorito de sódio ou de água sanitária, argumentando que “o cloro faz mal à saúde”.

A bomba manual para retirada da água das cisternas, que pode ser considerada uma barreira sanitária tendo em vista que o uso de baldes ou outros vasilhames podem contaminar a água caso não estejam devidamente limpos, enfrenta resistência de uso. No levantamento feito no ano de 2006, de 65 cisternas cadastradas, 22 possuíam bombas manuais, sendo que 14 estavam em funcionamento. A principal reclamação dos moradores foi de que saía pouca água da bomba, aumentando o tempo gasto na retirada da água e, por isso, preferiam utilizar baldes ou outros vasilhames. Também foi relatado que as bombas estragavam com frequência. A opinião dos moradores

sobre o uso deste dispositivo precisa ser considerada para aperfeiçoá-lo e facilitar a disseminação do seu emprego.

Em relação às cisternas que foram construídas na cidade de Itinga (MG), com recursos do projeto da **Funasa**, cinco famílias beneficiadas foram visitadas um ano após a construção e três delas informaram que não a estavam utilizando por não terem descartado a água das primeiras chuvas e, por isso, tinham receio de que a água armazenada estivesse contaminada pela sujeira acumulada nos telhados durante o período de estiagem e que foram carreadas para a cisterna. Os moradores informaram que não fizeram o desvio da água das primeiras chuvas porque não estavam em casa na ocasião. Certamente ocorrem situações semelhantes com muitas outras famílias e há também que se considerar a dificuldade de se fazer o desvio das águas que limpam os telhados quando a chuva ocorre de madrugada ou nas casas em que moram apenas pessoas idosas ou debilitadas por problemas físicos ou de saúde. Em vista disso, e considerando a importância do procedimento de desvio das primeiras chuvas como barreira sanitária para assegurar a qualidade da água armazenadas nas cisternas, procurou-se desenvolver um dispositivo “automático” de desvio da água de chuva.

O dispositivo baseou-se em experiências relatadas na literatura, especialmente no trabalho de Andrade Neto (2004). Dentre as diversas tentativas feitas pela equipe de estudantes que participou do projeto, o dispositivo que mostrou-se mais adequado, pelo custo e pela facilidade de execução, é o esquematizado na figura 12 e mostrado na figura 13. Foram construídos e instalados sete dispositivos na casa de famílias residentes em Itinga (MG). Trata-se de um recipiente de plástico tampado e dimensionado para armazenar o volume de água correspondente a 1 a 2 litros para cada metro quadrado de área de telhado destinada à captação de água de chuva. Assim, por exemplo, em uma casa com 35 m<sup>2</sup>, o recipiente de plástico deve ter capacidade de armazenar de 35 a 70 litros, assumindo-se que esta quantidade de água descartada é suficiente para limpar o telhado. O dispositivo foi concebido de forma que somente depois que o recipiente fica cheio com o descarte destinado a limpar o telhado é que a água passa a ser encaminhada para a cisterna, sem a necessidade de intervenção dos moradores. Acredita-se que a utilização de dispositivos deste tipo são necessários como barreira sanitária, sendo recomendada a realização de pesquisas que comprovem, estatisticamente, a utilidade e a aceitação de seu uso por parte dos moradores. Deve-se avaliar também se o volume de 1 a 2 litros por cada metro quadrado de área de captação é suficiente para fazer a limpeza do telhado.

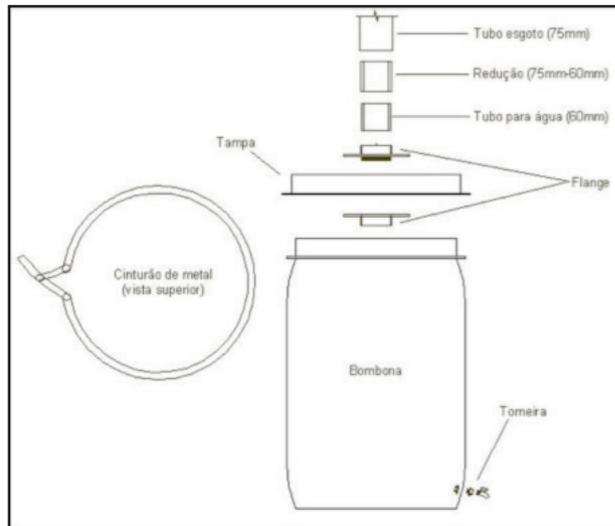


Figura 12 – Esquema de construção do dispositivo para descarte da água de chuva



Figura 13 - Dispositivos instalados numa cisterna com telhado de duas caídas

#### 4.4 Utilização de hipoclorito de cálcio e hipoclorito de sódio

Resultados típicos relativos aos testes para avaliar o decaimento da concentração de cloro em função do tempo encontram-se nas figuras 14 e 15. Observa-se que até o 64<sup>a</sup> dia a concentração de cloro residual manteve-se relativamente constante, o que poderia indicar a possibilidade da desinfecção da água ser feita pela adição de hipoclorito de sódio diretamente nas cisternas em uma única aplicação anual, tal como geralmente tem sido feito. Contudo, deve-se considerar que a água contida nas cisternas

é frequentemente movimentada durante sua retirada com baldes e a demanda de cloro, para oxidação de compostos orgânicos e inorgânicos pode ser significativa, o que difere das condições dos experimentos feitos em laboratório em que se utilizou apenas água destilada. Além disso, o tempo que a água fica armazenada nas cisternas pode ser muito superior aos 64 dias de duração dos experimentos e fatores como concentração do desinfetante, tempo de contato, pH, temperatura, presença ou não de material em suspensão e particulado na água podem afetar a eficiência da desinfecção.

Em vista das considerações anteriores e levando-se em conta o potencial de formação de subprodutos indesejados da cloração pela reação com matéria orgânica, parece mais adequado orientar os moradores a realizar a desinfecção da água diariamente, apenas no volume correspondente ao consumo diário, ao invés de fazer a adição de cloro diretamente na água contida nas cisternas. Essa orientação é reforçada pelos resultados do monitoramento da concentração de cloro residual em 16 cisternas do município de Araçuaí (MG), que sistematicamente foi igual a zero, indicando haver decaimento ao longo do tempo, tendo em vista que algumas das famílias afirmaram ter aplicado hipoclorito de sódio na água contida nas cisternas.

É necessário orientar os moradores sobre a importância da desinfecção da água mas também do cuidado no uso do cloro, tendo em vista que a Portaria MS nº 518/2004 estabelece que o VMP de cloro residual livre é de 5,0 mg.L<sup>-1</sup>.

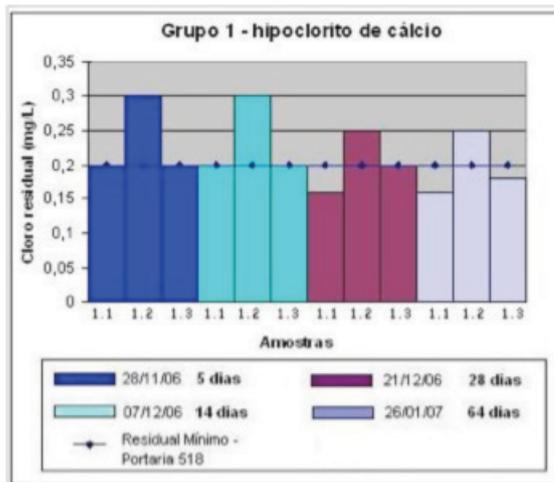


Figura 14 – Cloro residual relativo às amostras do grupo 1 (hipoclorito de cálcio)

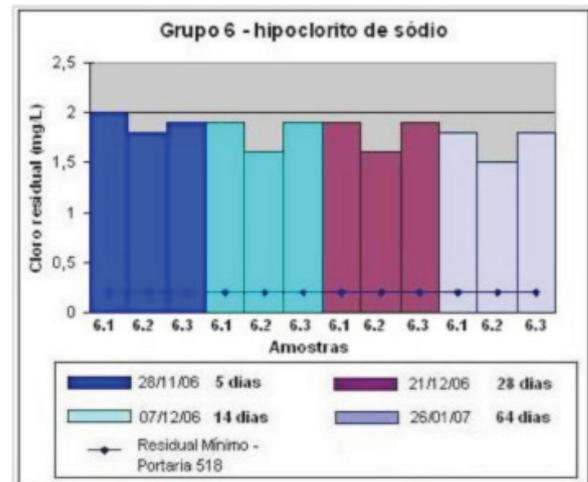


Figura 15 – Cloro residual relativo às amostras do grupo 6 (hipoclorito de sódio)

## 4.5 Construção das cisternas

Por meio do projeto foram construídas seis cisternas na comunidade de Jenipapo em Itinga (MG), sendo cinco de placas e uma de ferrocimento. As famílias beneficiadas foram indicadas com o auxílio de uma liderança local. A construção de três cisternas foi acompanhada por estudantes da UFMG que participaram do projeto, sendo que a de ferrocimento foi orientada por um pedreiro do IRPAA (Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada) de Juazeiro-BA. As demais cisternas foram construídas pelos pedreiros da região e acompanhadas pelos moradores que participaram da capacitação ministrada pelos estudantes.

Na avaliação pós-construção, feita pela equipe do projeto, constatou-se que todas as três cisternas construídas sem o acompanhamento do pedreiro do IRPAA ou dos estudantes apresentaram problemas de vazamento que tiveram que ser reparados, aumentando o custo final da obra. Este fato reforça o comentário feito anteriormente sobre os problemas sanitários e econômicos decorrentes de falhas técnicas na construção das cisternas.

## 4.6 Atividades de educação sanitária

Nas viagens de campo às cidades de Araçuaí e Itinga, com o grupo de estudantes da UFMG, eram programadas atividades que tinham como objetivo informar e discutir com os moradores questões relacionadas ao saneamento, mais especificamente aos cuidados com a água destinada ao consumo. Foram visitadas cerca de 180 famílias da comunidade rural, realizadas dezenas de palestras e programas nas rádios locais, além de encenações com fantoche e da elaboração de cartilhas destinadas a crianças e adultos, com textos de fácil entendimento. Também foram realizadas palestras específicas sobre a construção de cisternas e de bombas manuais para a retirada da água, com a montagem *in loco* de bombas, com a participação ativa dos moradores, visando estimulá-los a discutir a técnica de construção das bombas, a sugerir melhorias e a divulgar o conhecimento adquirido durante as oficinas. Na figura 16 tem-se a fotografia de uma dupla de estudantes durante a visita a uma família da comunidade rural de Araçuaí (MG).



Figura 16 – Alunos em visita a uma casa para realizar o cadastro da cisterna e dar orientações relacionadas à proteção sanitária da água

O contato com os moradores possibilitou identificar crenças e dúvidas que necessitavam de esclarecimento para evitar o comprometimento da qualidade da água armazenada nas cisternas. Encontraram-se moradores que criavam peixes nas cisternas, outros que reclamavam do gosto da água após o uso de cloro, casos de recusa ao uso de hipoclorito de sódio com receio de que “o cloro cortava as tripa das pessoas” (*sic*). Em uma das casas visitadas foi relatado que no local havia muitos ratos e questionado se havia problema se fosse colocado “chumbinho” no telhado para matá-los. Em uma das visitas, constatou-se que os moradores utilizavam água de um pequeno açude que também era usado por animais. Ao ser comentado sobre o risco de contaminação da água, o morador disse que não havia problema, pois existia uma cerca no meio do açude para separar o local onde os animais tinham acesso daquele onde a família pegava a água. Isso foi dito pelo morador na crença de que a cerca pudesse barrar uma eventual contaminação da água. Na casa de duas famílias em que foram encontrados diversos anfíbios (“pererecas”) dentro das cisternas, os moradores disseram que não havia nenhum problema com a presença dos anfíbios e que era até bom porque “as ‘pererecas’ deixavam a água mais geladinha” (*sic*). Esses fatos demonstram a importância de trabalhos de educação sanitária para preservar e/ou melhorar a qualidade da água consumida pela população que faz uso de soluções individuais de abastecimento. Para as famílias em que foram encontrados anfíbios nas cisternas era necessário discutir que os anfíbios poderiam estar com as patas sujas e com isso contaminar a água ou que eles poderiam morrer dentro da cisterna e também prejudicar a qualidade da água, além de se questionar a crença de que eles deixavam a água mais gelada. É absolutamente necessário conhecer, respeitar e discutir as crenças e dúvidas dos moradores para que

se consiga os resultados esperados com as atividades de educação sanitária, as quais precisam ser realizadas continuamente utilizando diversos meios de comunicação.

## 4.7 Capacitação de alunos voluntários da UFMG

Um dos objetivos deste projeto era capacitar estudantes para lidar com questões relacionadas à captação e reservação de água de chuva para consumo doméstico no semiárido brasileiro, o que foi conseguido por meio das atividades desenvolvidas com estudantes da UFMG. A experiência foi plenamente exitosa, tendo superado as expectativas iniciais. Todos os estudantes que realizaram as atividades de campo manifestaram interesse em participar novamente de projetos semelhantes. Eles tiveram oportunidade de entrar em contato com uma nova realidade socioeconômica e cultural, de ver a possibilidade de utilizar o conhecimento adquirido na Universidade em prol da sociedade, de trabalhar em equipe e de exercitar habilidades em tomadas de decisões. No total, 60 estudantes participaram do projeto. É importante destacar a relevância de projetos desta natureza, que permitem conciliar atividade de pesquisa com a extensão universitária.

## 5 Conclusões

A partir dos resultados obtidos no desenvolvimento deste projeto e considerando os objetivos propostos inicialmente, concluiu-se que:

Um percentual elevado das cisternas cadastradas (52%) apresentaram problemas construtivos. Este fato deve ser considerado pelo Governo Federal na avaliação do P1MC, pois se os problemas observados se repetirem em larga escala, um contingente muito grande de famílias será afetado, e o investimento na construção das cisternas pode não resultar os benefícios sociais almejados.

Durante o monitoramento da qualidade da água, verificou-se a presença de *E. coli* em aproximadamente 70% das amostras, com maior ocorrência de contaminação nas águas armazenadas na cisternas mais antigas, o que pode estar relacionado à não-desinfecção da água e ao abandono da prática de desvio das primeiras chuvas e da falta de limpeza anual das cisternas.

Há certa resistência de alguns moradores em utilizar bombas manuais para retirada da água de chuva. Os motivos desta resistência devem ser averiguados. As bombas

manuais e os dispositivos de desvio das primeiras águas devem ser incorporados às cisternas.

Levando-se em conta a realidade local, recomenda-se que os moradores sejam orientados a fazer a desinfecção da água nos filtros domésticos. Com esse procedimento, pode-se minimizar a falsa sensação de segurança de alguns moradores de que a cloração da água, uma única vez no ano, garante sua qualidade microbiológica. A cloração diária da água filtrada pode fazer com que os moradores incorporem a prática da cloração como um hábito, criando, assim, níveis maiores de consciência do cuidado com água para consumo doméstico.

O teor de alumínio encontrado na água armazenada em algumas das cisternas monitoradas foi bastante superior ao valor máximo permitido na Portaria MS nº 518/2004, chegando a se apresentar dez vezes acima do VMP na simulação em laboratório. Embora o alumínio seja citado na referida Portaria como padrão de aceitação, há necessidade de se avaliar se as concentrações podem colocar em risco a saúde da população pelo consumo prolongado da água.

A educação sanitária dos usuários das cisternas é uma importante ferramenta para a manutenção da qualidade da água. Ela deve ser feita de forma contínua para tornar os cuidados com o sistema de captação, armazenamento e manuseio da água parte da rotina dos moradores, sendo realizados automaticamente, assim como são as outras atividades domésticas. Os programas educativos devem ser voltados para toda a família utilizando recursos variados como programas de rádio, de TV, cartilhas, apostilas, visitas aos domicílios e atividades nas escolas. Instruções simples, como orientar a população a filtrar e a ferver a água de fonte *in natura*, pode ter um impacto muito grande na redução da mortalidade infantil e no aumento da expectativa e da qualidade de vida da população.

As soluções alternativas de abastecimento de água não devem ser sinônimo de soluções improvisadas, elas não se constituirão em soluções se falharem na garantia de fornecimento de água que atenda ao padrão de potabilidade em quantidade suficiente para assegurar boas condições de saúde à população. Deve-se considerar que ações que não envolvam a participação da comunidade dificilmente terão resultados positivos. A participação dos diversos níveis de governo, dos usuários, de profissionais da saúde, religiosos, professores, ONGs e lideranças locais nesse aspecto é de suma importância.

## 6 Recomendação para Utilização dos Resultados pela Funasa e Indicativos de Custos

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, recomenda-se:

- Dar continuidade à pesquisa, aumentando o período de coletas e/ou o número de amostras, de modo que se possa verificar, com significado estatístico, as alterações que ocorrem na qualidade da água com o decorrer do tempo de armazenamento.
- Analisar a água de chuva para constatação da presença de microrganismos patogênicos, principalmente os mais resistentes à desinfecção, e de outros metais, além do que foi estudado neste projeto.
- Incluir barreiras sanitárias nas cisternas, como o dispositivo de desvio das primeiras chuvas e bomba manual para retirada da água e analisar a qualidade microbiológica e físico-química da água de chuva, para comparar o grau de melhoria da qualidade com o acréscimo dos dispositivos de proteção sanitária.
- Estudar meios de facilitar a limpeza anual das cisternas, visto que foi verificado que essa é uma prática nem sempre realizada, pela insegurança de esvaziar totalmente as cisternas e de não haver chuva suficiente para abastecê-la posteriormente. Uma alternativa seria verificar a viabilidade da divisão interna das cisternas, resultando em dois “ambientes”, possibilitando a limpeza periódica.
- Realizar estudo com o SODIS (desinfecção solar) para verificar a aceitação dos moradores e sua eficiência na inativação de microrganismos mais resistentes que os coliformes totais.
- Que o Ministério da Saúde oriente os órgãos de saúde municipais e estaduais para atuarem na vigilância da qualidade da água de chuva consumida na zona rural, e reforçarem as ações de educação sanitária para a população.

Na tabela 4, são apresentados custos relativos a aspectos construtivos do sistema de captação e armazenamento de água de chuva. As ações de educação sanitária são difíceis de serem quantificadas, pois o custo dependerá do meio que será utilizado (TV, rádio, cartilhas, visita às famílias, atividades junto a professores e alunos etc).

Tabela 4 – Valores relativos a aspectos construtivos

Atividade	Valor *
Cisterna	R\$ 1.300,00
Bomba manual para retirada da água	R\$ 50,00
Disp. de descarte da 1º água de chuva	R\$ 110,00
Total	R\$ 1.460,00

\* valores relativos à praça comercial de Araçuaí e Itinga (MG)

Observa-se pela tabela 4 que com cerca de R\$ 1.500,00 pode-se construir uma cisterna equipada com dispositivos de proteção sanitária. Como se percebe, o custo das barreiras de proteção sanitária corresponde a aproximadamente 10% o valor de uma cisterna, mas tais dispositivos são importantes para assegurar a qualidade da água.

## Referências bibliográficas

- AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, ago. 2003.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: APHA, 1998.
- AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 4., 2003, Juazeiro. **Resumos...** Juazeiro: ABCMAC, 2003.
- ANDRADE NETO, C. O. Proteção sanitária das cisternas rurais. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11., 2004. Natal. **Resumos...** Natal: ABES/APESB/APRH, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **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. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 26 mar. 2004, Seção 1, p. 266. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/sitefunasa/legis/pdfs/portarias\\_m/pm1518\\_2004.pdf](http://www.funasa.gov.br/sitefunasa/legis/pdfs/portarias_m/pm1518_2004.pdf)>. Acesso em: 21 maio 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Brasília, 2004b.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Portal da Secretaria do Desenvolvimento Territorial**. 2005. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br>>. Acesso em: 13 dez. 2005a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Comentários sobre a Portaria MS nº 518/2004: subsídios para implementação**. Brasília, 2005b.

CARDOSO, M. P.; SILVA, C. V.; PÁDUA, V. L. Captação de água de chuva em cisternas, verificação da potencial liberação de alumínio e seu efeito sobre a saúde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABES, 2005.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Clostridium perfringens: determinação em amostras de água pela técnica de tubos múltiplos: método de ensaio**. São Paulo, 1993.

CUNHA, G. R.; DALMAGO, G. A. Informações sobre pH de águas de chuva, em Passo Fundo, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 325-329, 2000.

FLATEN, T. P. Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis in drinking water. **Brain Research Bulletin**, [S.l.], v. 55, n. 2, p. 187-196, maio 2001.

GNADLINGER, J. **Colheita de água de chuva em áreas rurais**. [Juazeiro: IRPAA, 2000]. Disponível em: <<http://www.abcmac.org.br>>. Acesso em: 14 fev. 2006.

GONDIM, R. S. Difusão da captação de água de chuvas no financiamento rural. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO. **Anais...** Campina Grande, 2001.

GOULD, J. Is rainwater safe to drink? A review of recent findings. In: INTERNATIONAL RAINWATER CATCHMENT SYSTEMS CONFERENCE, 9th, Petrolina. **Proceedings...** Petrolina, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 14 abr. 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **IPEADData**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?79508640>>. Acesso em: 14 out. 2005.

KRISHNA, J. Water quality standards for rainwater cistern systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON RAINWATER CISTERN SYSTEMS, 6th, Nairobi. **Proceedings...** Nairobi, 1993. p. 389-392.

LYE, D. J. Microbiology of rainwater cistern systems: a review. **Journal of Environmental Science and Health**, [S.l.], v. A27, n. 8, p. 2123-2166, 1992.

NTALE, H. K; MOSES, N. Improving the quality of harvested rainwater by using first flush interceptors/ retainers. In: INTERNATIONAL RAINWATER CATCHMENT SYSTEMS CONFERENCE, 11th, Mexico City. **Proceedings...** Mexico City, 2003.

PINTO, N. O.; HERMES, L. C. Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida por comunidades rurais do semiárido do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 5., 2005, Teresina. **Resumos...** Teresina: ABCMAC, 2005.

SILVA, C. V. **Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa:** estudo de caso: Araçuaí – MG. Dissertação (Mestrado)--Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA EM APOIO AO PROGRAMA FOME ZERO. **Cisternas impulsionam transformações socioeconômicas no Semiárido brasileiro.** [200-?]. Disponível em: <<http://www.fomezero.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys//start.htm?sid=2>>. Acesso em: 19 maio 2005.



# Saneamento Ambiental em Comunidades Rurais do Entorno do Parque Estadual do Rio Preto, Vale do Jequitinhonha, MG

Rosana Passos Cambraia, FCBS/UFVJM; Agnes Maria Gomes Murta, FCBS/UFVJM; Alexandro Aluisio Rocha, FCBS/UFVJM; Antônio Sousa Santos, FCBS/UFVJM; Giselle Lopes Armindo, FCBS/UFVJM; Márcia Aparecida de Almeida Vieira, FCBS/UFVJM; Marivaldo Aparecido de Carvalho, FCBS/UFVJM; Nadja Maria Gomes Murta, FCBS/UFVJM;

## Resumo

As famílias rurais encontram-se em geral distanciadas umas das outras, e as precárias condições das estradas de terra dificultam a ação das equipes de Saúde da Família. Os Agentes Comunitários de Saúde (ACS) conhecem bem as famílias, no entanto faltam instrumentos para que o processo de vigilância em saneamento ambiental favoreça as ações de promoção da saúde. Diante deste quadro e da necessidade da promoção da saúde nas comunidades rurais, as Secretarias Municipais de Saúde têm buscado desenvolver e adaptar as novas tecnologias da telemática, a fim de facilitar e viabilizar a ação das equipes de Saúde da Família. O presente estudo vem ao encontro dessa ação, pois constitui-se em uma pesquisa em educação ambiental, que utiliza imagens locais (videografações) e teve como objetivo geral verificar a viabilidade da adaptação das técnicas de autoconfrontação simples e autoconfrontação cruzada como estratégia de trabalho a ser utilizada por ACS. Tem como objetivos específicos: estimular a participação de ACS do Programa Saúde da Família (PSF) na vigilância ambiental junto às comunidades; traçar o perfil do ACS e promover a integração local e a formação prática em vigilância ambiental; refletir localmente sobre projetos em educação e saúde ambiental; e propor estratégia de adesão participativa com valorização do conhecimento local. Metodologia: a) apresentação dos instrumentos e das técnicas, assim como o treinamento das ACS para a aplicação dos mesmos, a avaliação pelas ACS e pela comunidade, da viabilidade da utilização da técnica como estratégia de trabalho e edição de filme de curta metragem acerca das temáticas tratadas; b) realização de visitas às 116 famílias rurais (49 no Santo Antônio e 67 no Alecrim) no município de São Gonçalo do Rio Preto (MG), e

realização do levantamento de informações sobre os peridomicílios; e c) com programas de informática e aparelho de geoprocessamento via satélite, foram confeccionados mapas das comunidades contendo informações de acesso, curso d'água, domicílios e demais construções de uso coletivo (igreja, posto de saúde, escola, reservatório de água e estabelecimentos comerciais). Como resultado observou-se que: a) a visualização das características das comunidades em vídeo e confrontações das problemáticas relativas à captação e distribuição de água, destinação do esgoto e resíduos sólidos despertaram interesse nos ACS e moradores; b) a caracterização dos peridomicílios rurais permitiu verificar a necessidade de fortalecimento da inter-relação entre saúde e ambiente; c) os mapas e as imagens permitiram aos agentes e moradores visualizar seu ambiente e possibilitaram a compreensão da dimensão geográfica do *habitat*; e d) também foram consideradas ferramentas que podem vir a se constituírem em instrumentos de vigilância em saúde ambiental. Ao levar em consideração os processos de transformação, e ao buscar compreender as relações, este estudo evidenciou que a sensibilização, instrumentalização e capacitação dos ACS são fundamentais à promoção da saúde ambiental e que a adaptação e utilização da videogravação e autoconfrontação para intervenções na área da saúde podem resultar reflexões sobre as próprias ações. A socialização das autoconfrontações possibilitou à coletividade, ao confrontar-se consigo mesma, propor soluções viáveis e pontuais para as questões de conflitos e/ou problemas existentes, e, dessa forma, apropriar e responsabilizar pelas mudanças necessárias que garantam qualidade de vida para a coletividade.

**Palavras chaves:** Agente Comunitário de Saúde, autoconfrontação, comunidade rural, saúde ambiental, videogravação.

## Abstract

The rural families in general are at considerable distance from each other, and the precarious conditions of the local roads make difficult the action of the teams of Family Health. The health agents know the families well, however they lack instruments to the process of environmental sanitation to promote the actions of health. The present study is a research in environmental education, that uses local images (video recording) and had as general objective to verify the viability of the adaptation of the techniques of simple auto confrontation and crossed auto confrontation as strategy of work to be used by Communitarian Agents of Health (ACS). As specific objectives: to stimulate the participation of the ACS from Health Family Program (PSF) in the environmental monitoring in the rural communities; to prepare the ACS profile to local integration and practical training in environmental survey; to reflect locally about education and environmental health projects e to propose strategically participation with valorization

of local knowledge. Methodology: a) the presentation of the instruments and the techniques as well as the training of the ACS for their application; the evaluation for the ACS and the community, of the viability of the use of the technique as work strategy; edition of film concerning the thematic ones treated; b) visits to the 116 rural families (49 in Santo Antônio and 67 in Alecrim) in the city of São Gonçalo do Rio Preto (MG), and accomplishment of the survey of information about the houses; c) with programs of computer and device of satellite geo processing - GPS, had been confectioned maps of the communities, with information of access, water springs, houses and constructions of collective use (church, health station, school, water reservoir and others). As result we observed that: a) the visualization of the characteristics of the communities in video and the problematic confrontations about water quality and distribution, destination of the sewer and garbage showed interested in the ACS and inhabitants; b) the characterization of the rural houses surrounding allowed verifying the need of empowerment and of the interrelation between health and environment; c) the maps and the images allowed to visualize their environment and to make possible the understanding of the geographic dimension of the habitat; d) they were also considered tools for monitoring environmental health. Conclusion: when leading in consideration the transformation processes, and when searching to understand the relations, this study evidenced that the sensitization, instrumentalization and qualification of the ACS are basic to the promotion of environmental health. The adaptation and use of the video recording and auto confrontation for interventions in the health area can result in reflections on the own actions. The socialization of the auto confrontation made possible to the collective, to consider viable and prompt solutions of conflicts and/or existing problems, and, consequently to make appropriate and responsible necessary changes for better quality of life of the population.

**Key Words:** Health Community Agent, auto confrontation, rural community, environmental health, video recording.

## 1 Introdução

A associação das ciências naturais com as ciências sociais está construindo outro tipo de ciência e prática na conservação da biodiversidade, que pode ser chamada de ecologia social ou ecologia dos movimentos sociais. Essa nova tendência da conservação baseia-se na constatação do insucesso de alguns parques nacionais e áreas protegidas de uso indireto e na argumentação ética, política, cultural e ecológica. Para Diegues e Arruda (2001), “sob o ponto de vista ético, considera-se injusto expulsar comunidades que vivem em áreas de florestas desde gerações passadas e são respon-

sáveis pela qualidade dos *habitats* transformados em áreas protegidas, dado seu modo de vida e uso tradicional dos recursos naturais.”

O uso da água, a destinação dos resíduos sólidos, a vigilância peridomiciliar e a disseminação de doenças preocupam e merecem atenção, pois é necessária atuação junto às comunidades para a promoção da saúde (OTTAWA, 1996). A associação entre educação e saúde na esfera ambiental deve ser orientada ao controle socioambiental, envolvendo a população.

A compreensão e a valorização do conhecimento local e do conhecimento tradicional de uma comunidade rural são consideradas, por esta pesquisa, como de suma importância para o sucesso de políticas públicas que visem atuar nestas comunidades (RIBEIRO e GALIZONI, 2003). Compreende-se que para se efetuar o diálogo entre comunidade e equipes de saúde, que surta efeito para comunidade, se faz necessário não desmerecer as práticas de saúde, e ambientais, que elas possuem.

O ajuste do homem ao ambiente hostil, sua percepção da nocividade, sua adaptação às condições perigosas e a solução do seu conflito entre riscos e benefícios são decorrentes de um nexo entre fatores sociais e suas relações complexas com o ambiente, mediados pelos processos produtivos, pela cultura, pela religião e pela história (AUGUSTO *et al.*, 2002). Há evidências da importância da pesquisa qualitativa para informar práticas de intervenção que possam considerar o sujeito de forma integrada às particularidades socioambientais e culturais de seu contexto de vida e trabalho, ao invés de contentar-se com a perspectiva unilateral do saber técnico (UCHOA *et al.*, 2002).

Ao afirmar-se que essa é uma pesquisa de campo qualitativa, adotou-se concepção de homem da Psicologia Sócio-Histórica. Esta corrente o concebe a partir da ideia da “condição humana” onde os sujeitos são vistos como “históricos, datados, concretos, marcados por uma cultura, como criadores de ideias e consciência que, ao produzirem e reproduzirem dialeticamente a realidade social são, ao mesmo tempo, produzidos e reproduzidos por ela” (FREITAS, 2002). Desta forma, o homem, nesta perspectiva, é historicamente e dialeticamente constituído.

Entende-se, também, que esse homem é constituído na e pela atividade, e ao produzir sua forma humana de existência, revela - em todas as suas expressões - a historicidade social, a ideologia, as relações sociais e o modo de produção. Ao mesmo tempo, esse mesmo homem expressa a sua singularidade, o novo que é capaz de produzir, os significados sociais e os seus sentidos subjetivos (AGUIAR e OZELLA, 2006).

Ressalta-se também que o ato de pesquisar é entendido como um processo de comunicação dialógica onde pesquisador e pesquisado, de forma interativa e responsável, produzem conhecimentos acerca do fenômeno e/ou do objeto estudado (REY,

2005). Assim o pesquisador, ao observar e analisar o seu objeto de estudo, provoca transformações ao mesmo tempo em que é transformado por ele.

Considera-se que um fenômeno e/ou objeto não é simplesmente um dado que se encontra na natureza pronto para ser descoberto, estudado, classificado e catalogado. Pelo contrário (mas sem que se negue a concretude e materialidade de um fenômeno e/ou objeto) cremos que, ao longo da história humana, esses são também construídos e transformados na e por suas contradições e dialeticidade (MURTA, 2008).

Destaca-se ainda, que em pesquisa qualitativa, a escolha do campo onde serão colhidos os indicadores e a escolha dos sujeitos e número de sujeitos não pode ser realizada aleatoriamente. Pelo contrário, esta deve ser intencional e levar em conta a função das questões de interesse do estudo, as condições de acesso e permanência no local e a disponibilidade dos sujeitos participantes. Os sujeitos devem ser escolhidos entre aqueles que tiverem participação mais significativa em relação aos objetivos da pesquisa, constituindo-se em “informantes-chaves” (MAZZOTTI e GEWANDSZNAJDER, 2002; REY, 2005).

Em relação ao número de sujeitos, para Rey (2002, p.35) e Ozella (2003, p. 124), uma pesquisa científica qualitativa não se legitima pela quantidade de participantes a serem estudados, mas pela qualidade de suas expressões: a quantidade de sujeitos corresponde, essencialmente à necessidade do processo de conhecimento que surge no curso da pesquisa.

Segundo Murta (2008), Vigotski traz também contribuição para a compreensão de um dado fenômeno dentro da perspectiva qualitativa quando nos alerta que [...] “só em movimento que um corpo mostra o que é” (VIGOTSKI, 1994, p. 86). Essa premissa engloba os princípios metodológicos que formam a base das análises na abordagem da psicologia sócio-histórica apontados por Vigotski (1994), que propõe que os fenômenos humanos sejam estudados em seu processo de transformação e mudança, e a preocupação do pesquisador deve estar focalizada sobre o processo em observação e não sobre seu produto ou objetos. Ao focalizar o processo entendem-se as mediações constitutivas do fenômeno estudado. Outro princípio aponta que a mera descrição de fatos não revela as relações dinâmico-causais, reais e subjacentes aos fenômenos. Vigotski (op.cit.) propõe, então, conservar a concretude dos fenômenos estudados sem, contudo, ficar na mera descrição avançando, pois, para a explicação. Trata também da questão referente ao cuidado que o pesquisador deve ter com os comportamentos fossilizados, que tendo passado por um longo processo de desenvolvimento histórico, tornam-se mecanizados. Este fato dificulta a análise sobre a sua verdadeira natureza interna e, assim sendo, deve o pesquisador ultrapassar a aparência do fenômeno estudado e desvelar sua essência, ou seja, aproximar-se, o máximo possível, da síntese das suas determinações.

Outra pesquisadora que traz importantes contribuições para o entendimento das abordagens qualitativas é Minayo (1996), ao apontar que a pesquisa qualitativa em saúde tem como aspecto distintivo das demais, o fato de reconhecer que: “[...] a visão de mundo do pesquisador e dos atores sociais estão implicadas em todo o processo de conhecimento, desde a concepção do objeto até o resultado do trabalho.”

Entre os diferentes tipos de pesquisa qualitativa, tem-se a pesquisa-ação, que, ao mesmo tempo, busca conhecer e intervir na realidade que pesquisa. Esse tipo de metodologia possibilita a interação entre pesquisadores e grupos sociais (ou profissionais), de maneira que os primeiros possam penetrar no meio social dos segundos, e esses fazer valer seu conhecimento e sua experiência (FRANCO, 2005). Nela, independentemente das técnicas utilizadas, deve prevalecer uma metodologia que promova práticas dialógicas, participativas e transformadoras. A prática social dos sujeitos é ponto de partida e de chegada na construção/ressignificação do conhecimento, e da própria prática.

Uma importante característica da pesquisa-ação é, portanto, seu processo integrador entre pesquisa, reflexão e ação. Nesse processo, o agente externo ou pesquisador atua como facilitador/mediador, relacionando-se cooperativamente com os grupos sociais (ou profissionais), no sentido de contribuir para que reflitam sobre suas próprias preocupações, detectem problemas e planejem ações para a mudança de sua realidade social.

A reflexão sistemática, realizada pelos grupos sociais acerca de sua prática social, somada ao estudo teórico dos aspectos que a envolve, mediado pelos pesquisadores, deve possibilitar, a um e ao outro, aprofundar os conhecimentos advindos da prática e da teoria, bem como construir outros novos. Com esse movimento, pode-se chegar à ação comprometida socialmente e informada teoricamente, e, conseqüentemente, à transformação da realidade social pesquisada.

Para subsidiar esse tópico, faz-se necessário tecer algumas considerações sobre o processo de análise em pesquisas qualitativas. Segundo Mazzotti e Gewandszajder (2002), a pesquisa qualitativa, na maioria das vezes, gera muitas informações/dados que precisam ser organizados e compreendidos. Aconselham que os pesquisadores devam estar conscientes das dificuldades intrínsecas ao processo de análise. A maneira de organização das informações/dados dependerá do referencial teórico adotado pelos pesquisadores, sendo importante apontar para os leitores os procedimentos gerais que permitirão o emergir de dimensões e categorias, bem como suas relações e significados.

Gatti (2002) ao tratar das limitações do conhecimento, aponta que os procedimentos para a procura das respostas desejadas devem ser coerentes com a natureza da abordagem pretendida, seja fenomenológica, materialista-histórico-dialética, empírico-analítico, estruturalista, etc. Finaliza-se esse tópico introdutório, portanto, concordando

com as ideias expostas referentes aos cuidados para se proceder a análise, ou seja, zelar pela coerência entre a técnica escolhida e o pressuposto teórico que a subsidia. Afirma-se que este cuidado está presente em todo o desenvolvimento da presente pesquisa.

## 2 Objetivos

### 2.1 Geral

Verificar a viabilidade da adaptação das técnicas de videogravação e autoconfrontações simples e cruzada para a utilização pelos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) em programas de educação em saúde ambiental nas comunidades rurais.

### 2.2 Específicos

- Estimular a participação de ACS do Programa Saúde da Família (PSF) na vigilância ambiental junto às comunidades;
- Traçar o perfil do ACS e promover a utilização de recursos disponíveis para integração local e formação prática em vigilância ambiental;
- Refletir localmente sobre projetos em educação e saúde ambiental;
- Propor estratégia de adesão participativa com valorização do conhecimento local.

## 3 Metodologia

### 3.1 Caracterização e recursos utilizados

As comunidades rurais do Alecrim e Santo Antônio localizadas no entorno do Parque Estadual do Rio Preto (PERP), assistidas por uma equipe de Saúde da Família (Ministério da Saúde, 2000, 2001) do Município de São Gonçalo do Rio Preto, com

cobertura de 100% das famílias, contam com 02 ACS. O município apresenta Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,0635 (PNUD, 2000), localizado na microrregião Diamantina/MG, mesorregião porção alta do Vale do Jequitinhonha/MG (SOUZA, 1997), município de São Gonçalo do Rio Preto, com 3.243 habitantes (IBGE, 2008), nas Coordenadas 18° 00' 14" S e 43° 23' 27" W (PROBIO, 2002). A figura 1 mostra o mapa de Minas Gerais com destaque para o Vale do Jequitinhonha e outros detalhes.



Figura 1 – Mapa do Estado de Minas Gerais, com destaque para o Vale do Jequitinhonha, porções alta e média na cor azul, e baixa na cor verde. Mesorregião apresenta na área central do estado as nascentes dos Rios Jequitinhonha (à esquerda) e Araçuaí (à direita). Em vermelho, localização do Parque Estadual do Rio Preto

Alguns equipamentos foram financiados pela Funasa, tais como um computador com gravador de DVD e placa de captura para vídeo, uma filmadora Sony TRV 128 e uma televisão Philco com aparelho de DVD acoplado. A filmadora digital foi utilizada para obtenção das imagens locais, assim como gravação das entrevistas com as ACS e moradores das comunidades. Outros equipamentos permanentes foram utilizados como, os aparelhos de Geoprocessamento Via Satélite (GPS) para tomada das coordenadas, que permitiram a confecção dos mapas das comunidades, assim como computador portátil e programas de informática específicos para o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Nas entrevistas foram utilizados gravadores convencionais para fita cassete, assim como máquinas fotográficas digitais utilizadas para fotos locais. Também foi utilizado projetor multimídia e telão para projeção, numa tela de tamanho médio pendurada

na parede, em altura satisfatória para que todos pudessem assistir sem dificuldade de visão. A televisão com DVD mostrou-se muito útil na preparação e nos testes dos vídeos produzidos.

### 3.2 Das entrevistas

O debate sobre a utilização das entrevistas como recurso metodológico, utilizado em pesquisas que têm como base a epistemologia qualitativa, tem atraído o interesse de vários pesquisadores. Foram utilizadas pesquisas centralizadas de narrativa de história de vida e entrevistas recorrentes. Com relação à entrevista centralizada e/ou temática, Hopf (1989), aponta que ela é utilizada quando se coleta dados com relação a um determinado problema, ou quando se quer aprofundar na compreensão do objeto de estudo, focalizando a opinião do entrevistado em relação ao problema específico, em torno do qual a entrevista se centraliza. Este tipo de entrevista é orientado por um pequeno roteiro precedente, que guia o desenvolvimento da entrevista com a finalidade de evitar uma conversa estagnante ou um tópico improdutivo; utiliza-se também a indução, que objetiva aprofundar a compreensão do assunto ou confrontar contradições ou inconsistências nos enunciados.

Para Minayo (2000), a entrevista de narrativa da história de vida é uma estratégia de compreensão da realidade do sujeito e sua principal função é retratar as experiências vivenciadas, bem como as definições fornecidas pelas pessoas que dela participam. Ao narrar sua história de vida, o sujeito desvela memórias, formula ideias baseadas em valores e necessidades constituídas socialmente e, num movimento dialético, enquanto fala de suas experiências vai, ao mesmo tempo, transformando suas ideias, atribuindo novos significados e sentidos às mesmas. A narrativa possibilita que o sujeito discorra sobre temas diversos e abrangentes que, aparentemente, não estão ligados diretamente ao tema. Todos estes fatos nos auxiliam na compreensão e/ou na possibilidade de levantamento de hipóteses sobre os motivos que impulsionam o sujeito pesquisado a pensar, sentir e agir de uma determinada maneira.

A entrevista é recorrente quando, após entrevistar uma primeira vez um sujeito, retorna-se a ele uma segunda, terceira e/ou tantas outras vezes que forem necessárias a fim de buscar mais informações sobre o tema tratado, ou esclarecer algum aspecto que ficou confuso ou incompleto podendo, inclusive, serem apresentados e discutidos com o entrevistado alguns pontos das análises preliminares realizadas (MURTA, 2008, p.79). Assim sendo, a entrevista recorrente cria a possibilidade de discutir e alterar a análise preliminar realizada anteriormente com o auxílio do sujeito pesquisado, pois esse pode modificar seu próprio relato fazendo as alterações que lhe parecerem necessárias.

### 3.3 Etapas e procedimentos

O estudo foi dividido em quatro etapas: 1ª etapa - determinação do perfil das ACS<sup>1</sup> e entrevista com o enfermeiro da equipe de PSF; 2ª etapa - utilização da técnica de videogravação e autoconfrontações simples e cruzada junto as ACS e a comunidade local; 3ª etapa - aplicação dos instrumentos em ação educativa; 4ª etapa - avaliação da estratégia participativa na valorização do conhecimento local pelas ACS; 5ª etapa - avaliação da estratégia participativa na valorização do conhecimento local pela comunidade.

1ª etapa: Foram empreendidas visitas ao município, inicialmente para contato com o prefeito municipal e com a Secretária Municipal de Saúde, para apresentação do estudo e solicitação de consentimento para sua execução. Contatos preliminares já haviam constatado o interesse dos gestores e líderes comunitários, assim como da equipe do PSF. Foi solicitada dos gestores a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). As ACS foram visitadas nas comunidades onde residem, e também formalizaram o TCLE para participar do estudo. Além da entrevista, foram observadas as condições de suas moradias e a situação de saneamento dos seus peridomicílios. As entrevistas seguiram um roteiro baseado na história de vida das ACS e foram filmadas e gravadas para posteriormente serem transcritas.

2ª etapa: Foram realizados encontros na sede do PSF para discussão sobre os instrumentos a serem adaptados e levados às comunidades pelas ACS. Nas comunidades, a característica de cada uma foi levada em conta, utilizando o georreferenciamento e outros instrumentos (como mapas e fotografias), considerando primariamente a localização dos cursos d'água, as vias de acesso e a área de preservação permanente do Perp. Foram observadas as situações de risco e as filmagens e fotografias foram realizadas com participação das ACS nas comunidades para montagem de clipes de curta duração.

3ª etapa: Foram desenvolvidas dinâmicas com as ACS para a capacitação no uso do equipamento. Pretendeu-se o envolvimento dos moradores das comunidades nas filmagens e entrevistas realizadas pelas próprias ACS. Foram empreendidas visitas às famílias, com levantamento de informações sobre os peridomicílios. Foram confeccionados mapas das comunidades contendo informações de acesso, cursos d'água, domicílios e demais construções de uso coletivo (igreja, posto de saúde, escola, reservatório

---

1 O uso do artigo feminino ao longo do texto refere-se especificamente às duas agentes que participaram da pesquisa.

de água e estabelecimentos comerciais). Foi utilizado o aplicativo de informática para confecção de gráficos e aparelho de GPS com o aplicativo de mapeamento.

4ª etapa: Avaliação da metodologia empregada e dos instrumentos desenvolvidos conjuntamente com as ACS. Foram realizados registros fotográficos e filmagens nas comunidades com a participação local. Sabendo-se, que geralmente as técnicas até então utilizadas pelas agências e serviços públicos de assistência à população são pontuais e consistem em aplicação de palestras e distribuição de cartilhas, pretendeu-se, nessa fase, verificar a viabilidade da utilização pelas ACS das técnicas de videogravação e autoconfrontações como ferramenta de trabalho em educação em saúde junto às comunidades. Em toda a fase, houve participação dos ACS na técnica de videogravação e também nas atividades de execução e avaliação.

5ª etapa: As filmagens das entrevistas com os moradores foram inicialmente apresentadas aos entrevistados, individualmente, para que pudessem se autoconfrontar com suas próprias falas. Os entrevistados tiveram liberdade de opinar quanto à utilização ou não das imagens gravadas, total ou parcialmente. Posteriormente estas filmagens foram editadas e a comunidade foi convidada a assistir coletivamente aos vídeos. As edições dos DVDs foram divididas em três temas “A Água”, “O Esgoto” e o “Lixo”. As ACS coordenaram os encontros comunitários e as mediações das apresentações, levantando discussão de “questões problemas” para a comunidade. Diante das questões problemas os presentes discutiam, debatiam e apresentavam possíveis soluções viáveis para os mesmos.

### **3.4 Processamento de Informações e Esclarecimentos Adicionais**

Entrevistas – Para análise das informações obtidas nas entrevistas foram formados significados com base na realidade vivenciada (FABRI e WAIDMAN, 2002). As seguintes categorias foram consideradas: 1) a relação entre as ACS e as famílias; 2) a responsabilidade das ACS para com a sua comunidade; 3) a observação da ACS para informar, encontrar e/ou solucionar problemas vivenciados pelas famílias; 4) o desempenho da ACS nas visitas domiciliares; 5) o Sistema Único de Saúde (SUS) frente ao PSF na percepção da ACS; 6) as dificuldades das ACS no acesso às famílias; 7) a ACS nas situações de risco.

Caracterização dos domicílios - Para o processamento das informações referentes aos peridomicílios e mapeamento das comunidades foram utilizados os seguintes procedimentos: visitas às 116 famílias (49 no Santo Antônio e 67 no Alecrim), sendo registradas em quadros e cadernos de campo, informações sobre cada peridomicílio.

Foi utilizado o aplicativo de informática Excel (Microsoft Office®) para confecção dos gráficos.

Mapeamento - Durante as visitas, cada ponto relevante das comunidades foi registrado em um aparelho GPS, para posterior lançamento das coordenadas em um computador. Todos os domicílios foram registrados, assim como cursos d'água, caixa d'água, estradas, pontes, etc. Foram confeccionados mapas das duas comunidades contendo informações locais.

Filmagem – Foi utilizado o programa de informática Pinnacle®, com o qual foi possível editar fotos, vídeos, música e legendas. Para captura das imagens pelo computador, foi necessário utilizar uma placa de captura.

Participaram do estudo as seguintes ACS: Ângela da Luz Soares e Iranilde Aparecida Almeida Inácio, residentes nas comunidades do Alecrim e Santo Antônio respectivamente. Uma bolsa de iniciação científica institucional foi obtida em fomento da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

A Comissão de Ética em Pesquisa da UFVJM emitiu parecer consubstanciado favorável ao desenvolvimento da pesquisa, de acordo com o Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde. Os TCLE foram formalizados pelos gestores municipais, pelos ACS, assim como pelos moradores que foram entrevistados nas comunidades.

## 4 Resultados alcançados e discussão<sup>2</sup>

### 4.1 Sobre o contexto da pesquisa em comunidades rurais

O trabalho de campo demonstrou em vários momentos a dificuldade da comunidade em entender alguns pressupostos, tidos por nós como verdadeiros, como por exemplo, a queima do esterco. A queima do esterco é uma prática da comunidade herdada das gerações passadas; era (é) um recurso utilizado para a preparação de adubos. O uso da queima do esterco é justificado, pela comunidade, como mecanismo de diminuição dos carrapatos, bichos de pé e mesmo pelo cheiro. Apesar de com-

---

<sup>2</sup> Os apontamentos realizados aqui apresentados são produtos das análises obtidas a partir das informações e indicadores contidos nas entrevistas. Vale lembrar que esse tipo de análise, como a realizada, é sempre construtiva e interpretativa, cabendo ao pesquisador a responsabilidade do estabelecimento da coerência entre o pressuposto teórico-metodológico com as falas dos entrevistados (REY, 2002, 2005).

preenderem que a própria compostagem por si mesma gera aumento de temperatura, que a comunidade denomina “queimar sem fogo”, não consideram inadequado esse procedimento de colocar fogo no monte de esterco, que em geral fica empilhado em algum local no peridomicílio.

Não cabe neste momento a discussão se é correto e indicado queimar ou não queimar, o que se quer demonstrar com este exemplo é que as práticas de uma comunidade se pautam por uma lógica, possuem uma razão de ser e que a mesma possui respostas e explicações para seus costumes e práticas e técnicas de trabalho, que por sua vez são consolidadas e aprovadas por gerações. A constatação de que estas comunidades possuem compreensão bem elaborada de sua vida é um dos primeiros passos para a construção de um diálogo, que permita a troca de experiências entre a comunidade e os agentes sociais.

A possibilidade de visualização da própria imagem momentos após sua tomada, vantagem do equipamento digital, despertou grande interesse das ACS e moradores, aproximando-os da equipe e da proposta da pesquisa. As fotos das paisagens, construções e dos próprios moradores fizeram parte de um acervo que permitiu a produção de dois clipes com músicas regionais. O material sob a forma de mídia, de aproximadamente cinco minutos cada, foi utilizado nos encontros com as ACS e as comunidades, favorecendo o diálogo sobre a inserção local das famílias e a temática do saneamento ambiental. As imagens locais provocaram exclamações sobre a beleza cênica e a necessidade de conservação da natureza junto a qual as comunidades estão inseridas, enquanto área de preservação integral, abrangida no entorno de 10 km de uma unidade de conservação como o PERP (IEF, 2004, 2006, 2007).

Houve também a verificação de temas em saneamento ambiental junto as ACS para verificação de quais seriam mais interessantes para os propósitos do estudo (os moradores após terem seus depoimentos gravados digitalmente, foram convidados para assistirem o mesmo, procedendo-se assim as autoconfrontações). Dessa forma, foram apontadas questões relevantes que poderiam ser tratadas: questões relativas ao destino dos resíduos sólidos, ao abastecimento e utilização da água e à rede de esgoto.

## **4.2 Saúde da família e os agentes de saúde**

A equipe do PSF de São Gonçalo do Rio Preto era integrada por um médico, um enfermeiro, dois auxiliares de enfermagem e sete ACS. Relata-se que houve mudança de gestão municipal (prefeito e secretários) no período de 2004/2006, e embora tenham ocorrido contatos preliminares antes do início da pesquisa, foram necessários novos contatos com a nova equipe municipal. Durante o período houve pelo menos cinco

substituições de médicos e enfermeiros da equipe, o que dificultou o entrosamento desses profissionais graduados com a equipe de pesquisa e com os ACS do município.

Isto reflete uma situação constante no Vale do Jequitinhonha: a dificuldade de fixação dos profissionais graduados da equipe (medicina e enfermagem). Trabalho desenvolvido na região (VIEIRA *et al.*, 2004) revela que a evasão do enfermeiro pode estar sendo causada pela insatisfação profissional, advinda da sobrecarga, frustração e dificuldade político-administrativa. Embora os profissionais demonstrem intenso interesse em desenvolver atividades educativas, poucos meses ou anos depois esse mesmo profissional já se evadiu para outro município e os projetos e programas perdem continuidade na comunidade.

Para a realização da 1ª etapa do estudo houve preocupação com a sensibilização da equipe do PSF, e mais especificamente, em construir uma relação de confiança entre os pesquisadores, as duas ACS e os líderes locais. Os contatos foram de fundamental importância, tanto para real caracterização das comunidades quanto para estabelecer vínculo com as famílias e o envolvimento da comunidade com o estudo. Passou-se, então, à realização das entrevistas de história de vida<sup>3</sup> e entrevistas centralizadas<sup>4</sup> com as ACS, e da entrevista centralizada com a enfermeira do PSF, para obtenção de dados sobre as atividades de ACS, assim como também do “relato” das situações relativas aos resíduos sólidos, a água e ao esgoto. Consideramos que esse momento de sensibilização *rapport* foi fundamental para o bom desenvolvimento e o conseqüente sucesso da pesquisa.

O perfil das ACS foi traçado em seu ambiente, sendo dessa forma alcançada a sua sensibilização, utilizando processos de comunicação e informação em nível local. Foram realizados encontros com a equipe do PSF na sede do município e com as ACS nas comunidades do Alecrim e Santo Antônio, respectivamente. Verificou-se que as duas ACS são as mais antigas no PSF municipal, com algumas capacitações em saúde

---

3 A entrevista de narrativa da história de vida é uma estratégia de compreensão da realidade do sujeito e sua principal função é retratar as experiências vivenciadas bem como as definições fornecidas pelas pessoas que dela participam. Permite ao informante retomar sua vivência de forma retrospectiva, com uma exaustiva interpretação. Nela geralmente acontece a liberação de um pensamento crítico reprimido e que muitas vezes nos chega em tom de confiança. Nela pode-se encontrar o reflexo da dimensão coletiva a partir da visão individual. (MINAYO, 1996)

4 Entrevista centralizada é utilizada quando se quer coletar dados com relação a um determinado problema, ou quando se quer aprofundar na compreensão do objeto de estudo, focalizando a opinião do entrevistado em relação ao problema em torno do qual a entrevista se centraliza. Esse tipo de entrevista é orientada por um pequeno roteiro precedente que guia o desenvolvimento da entrevista com vista a evitar uma conversa estagnante ou um tópico improdutivo; utiliza-se também a indução que objetiva aprofundar a compreensão do assunto ou confrontar contradições ou inconsistências nos enunciados. (HOPF, 1989)

comunitária. Este fato revela que ambas, apesar das mudanças na gestão municipal dos últimos anos, apresentam postura independente do partido político dominante, embora não se atrevessem a se indispor e/ou contrapor ao gestor municipal.

Como descrito nas entrevistas, as duas ACS são procedentes e domiciliadas nas comunidades, bem como provenientes de famílias de pequenos agricultores da própria comunidade. As famílias são numerosas e nenhum dos componentes concluiu o segundo grau, além das duas ACS. Possuem escolarização até o nível médio. Verificou-se que ambas possuem postura de liderança em suas comunidades, atendendo às expectativas dos moradores quanto às visitas domiciliares e orientações em saúde.

Em relação à preparação para a atividade de ACS, tanto a enfermeira do PSF quanto as outras, como elas mesmas afirmam, têm pouca qualificação profissional. Esse fato muitas vezes gera insegurança por parte das ACS e desconfiança por parte da comunidade. Afirmam gostar do trabalho que fazem, apesar das várias dificuldades encontradas no mesmo. Por outro lado, apontam sentir certo descaso (ou despreparo) por parte da unidade do PSF e afirmam que não têm retorno do próprio trabalho que elas fazem, como no caso das inúmeras fichas e relatórios que entregam mensalmente.

As duas ACS, embora residam e trabalhem em comunidades diferentes, porém vizinhas, apresentam companheirismo e colaboração partilhando os problemas, os conhecimentos e parecem nutrir laços afetivos de amizade e respeito. Este companheirismo foi considerado fator fundamental para a superação das várias dificuldades que ambas encontram no cotidiano de suas atividades, bem como para o sucesso do trabalho que executam nas comunidades.

Como apontado pelas ACS, percebe-se que as comunidades rurais de Alecrim e Santo Antônio se encontram afastadas da sede município e a via de acesso é constituída por uma estrada sem pavimentação (estrada de terra). As suas precárias condições se apresentam como fator que dificulta o contato/acesso cotidiano entre elas e a sede do município, trazendo como consequência problemas para assistência na saúde e na educação, assim como também, para a ação das equipes de Saúde da Família. As residências das famílias nas áreas rurais encontram-se geograficamente distanciadas umas das outras, fator que também dificulta as visitas, uma vez que as ACS têm que percorrer grandes distâncias a pé.

### 4.3 Mapeamento das comunidades e condições dos peridomicílios

O mapeamento das comunidades permitiu que a visualização do espaço geográfico fosse mais real para os moradores, que reconheceram seus domicílios e dos vizinhos, além de caminhos, cursos d'água, etc. As ACS, ao auxiliarem os pesquisadores na coleta das coordenadas com o uso do GPS, manusearam e compreenderam o funcionamento do aparelho e o que significa na atualidade o SIG. Dessa maneira, percebeu-se que os mapas representaram não só vantagens por seu uso aplicado, mas também resultaram no empoderamento das ACS quanto ao uso de tecnologia da informação.

Para as ACS a criação e utilização dos mapas de cada uma das comunidades significaram avanço expressivo para as atividades que já desenvolvem, pois permite otimizar as visitas e planejar os calendários de forma mais eficiente. Vale salientar que as ACS e os moradores apontaram locais com deficiências de saneamento ao serem questionados sobre os mesmos, durante o exame dos mapas que foram confeccionados.

De acordo com o Sistema de Informação da Atenção Básica do Ministério da Saúde (SIAB/MS) de 2002-2003, o PSF de São Gonçalo do Rio Preto detectou riscos à saúde entre as 818 famílias cadastradas em 2003 (DINIZ *et al.*, 2003). Verificou-se que quanto ao consumo de água, 34,1% das famílias consumiam água de poços ou nascentes e quanto ao tratamento desta, 96,2% apenas filtravam a água, 0,5% ferviam a água e 3,3% não ferviam a água nem filtravam. Além disso, 38,4% das famílias queimavam ou enterravam os resíduos sólidos e 10,9% deixavam os resíduos sólidos a céu aberto. Quanto ao sistema de esgoto, 90,7% das famílias utilizavam fossa, 6,9% deixavam seus resíduos a céu aberto e 2,5% possuíam sistema de esgoto.

Esses dados observados anteriormente na totalidade do município refletem os resultados observados na área de estudo. Durante a tomada de pontos em cada domicílio foi preenchido um quadro com as informações domiciliares, que forneceu a sua caracterização. Observamos que a captação em nascentes constitui a principal fonte de água para ambas as comunidades, perfazendo um total de aproximadamente 96,0% dos domicílios (Figura 2). Observou-se que 88,1% e 83,7% das famílias utilizavam o filtro com velas no Alecrim e no Santo Antônio, respectivamente. No Santo Antônio houve a ocorrência de domicílios em que a água não passava por qualquer tipo de tratamento.

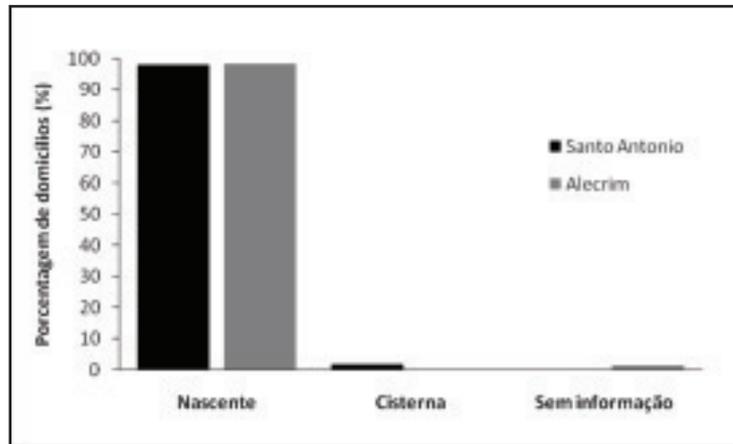


Figura 2 – Distribuição em porcentagem de domicílios do Alecrim e Santo Antônio segundo a fonte de água utilizada.

A água encanada encontra-se disponível nos domicílios em ambas as comunidades, no entanto, a forma de acesso difere refletindo as condições socioeconômicas das famílias. As residências possuem água disponível em torneiras nas cozinhas, áreas de serviço e em tanques nos quintais. Em geral o armazenamento é realizado mais frequentemente em caixas de amianto com bóia e tampa, 58,2% e 40,8%, respectivamente para os domicílios de Alecrim e Santo Antônio, além disso, pode-se observar a partir da figura 3 que enquanto na comunidade de Santo Antônio predomina o uso de caixas de polietileno, na comunidade de Alecrim o predomínio é de caixas de amianto.

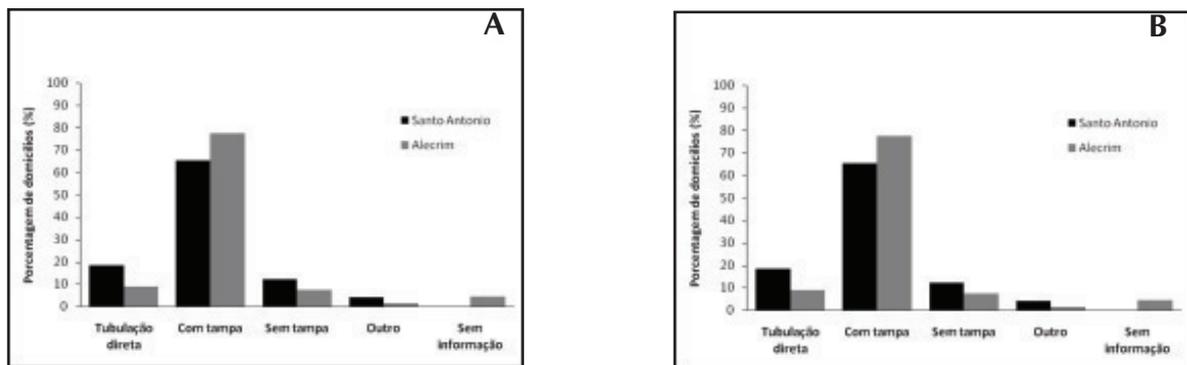


Figura 3 – Distribuição em porcentagem de domicílios do Alecrim e Santo Antônio segundo o tipo (A) e proteção (B) do reservatório da água consumida no domicílio

Em Santo Antônio ocorre o dobro do uso de tubulação direta, quando comparada com o Alecrim (figura 3), coerente com o predomínio do uso de água não tratada evidenciado na figura 4. A forma mais comum de tratamento da água para consumo humano é com o uso de velas em filtros de barro, acima de 80% da população em ambas comunidades. No entanto, embora a maioria dos moradores filtre corretamente a água para consumo humano, percebe-se que no Santo Antonio várias famílias ainda não realizam nenhum tipo de tratamento da água (12,2%), enquanto no Alecrim destaca-se que 6,0% das famílias adicionalmente fervem a água para o consumo.

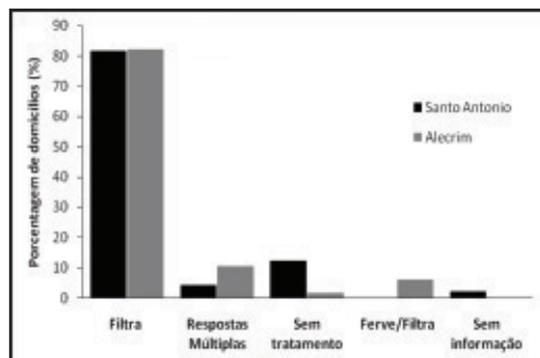


Figura 4 – Distribuição em porcentagem de domicílios do Alecrim e Santo Antônio em função do tipo de tratamento doméstico da água

O tipo de construção dos domicílios revela mudança de material utilizado nos últimos anos. Além disso é interessante notar a diversidade na utilização de materiais disponíveis na região, uma vez que é evidente o predomínio do adobe como material de construção. Além disso, deve-se ressaltar que algumas construções possuem mais que um tipo de material na sua constituição, principalmente no Alecrim, que é a mais populosa. A figura 5 mostra que as construções caracterizam-se pelo uso do adobe nas paredes, 76,1% e 85,7%, para Alecrim e Santo Antônio, respectivamente. Entretanto, pode-se observar que esse tipo de construção não é característica de imóveis mais recentes, que vêm utilizando o tijolo.

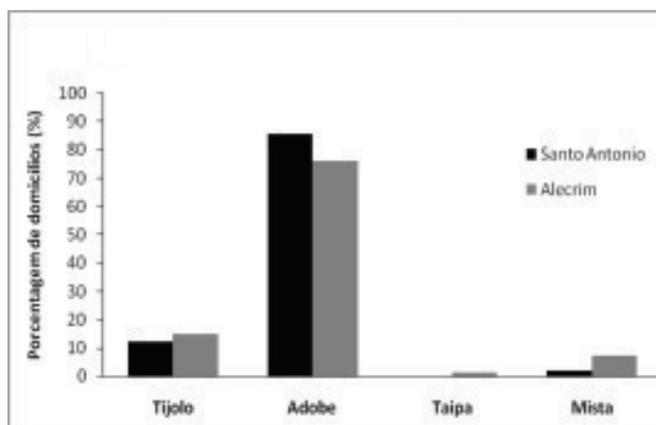


Figura 5 – Distribuição em porcentagem de domicílios do Alecrim e Santo Antônio de acordo com o material utilizado na construção das paredes

Quando se avalia o material utilizado na confecção do piso das cozinhas dos domicílios, observa-se que na comunidade de Alecrim ocorre predomínio do uso de cimento (48,9%), enquanto o chão batido compõe 62,4% dos domicílios da comunidade de Santo Antônio, como se pode evidenciar na figura 6. Adicionalmente, houve pouca diferença quanto à porcentagem de casas com cozinhas cujo piso foi revestido com cerâmica.

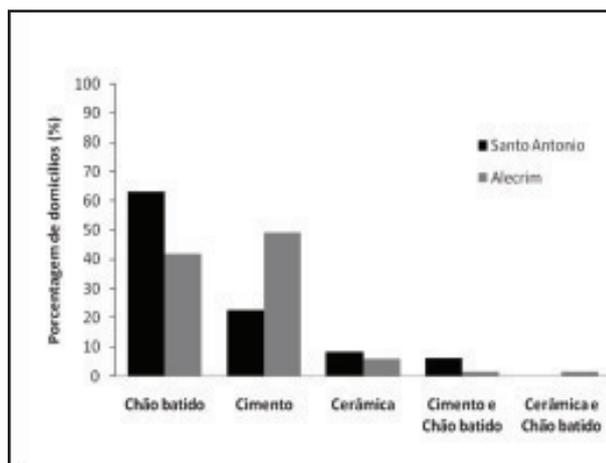


Figura 6 – Distribuição em porcentagem de domicílios do Alecrim e Santo Antônio de acordo com a constituição do piso da cozinha

Embora as cozinhas geralmente se encontrem situadas na parte interna dos domicílios é comum encontrar, nos fundos das casas, algum local com uma pia ou uma bica d'água que funcionam como um prolongamento, sendo utilizados principalmente para a lavagem de utensílios e eventualmente o preparo de alimentos, mas deve-se ressaltar que esses ambientes também podem ser utilizados para a higienização corporal de crianças e lavagem de roupas.

Um desafio para as famílias que habitam na zona rural, diz respeito à disposição de resíduos sólidos, uma vez que essas localidades carecem de coleta pública. A figura 7 demonstra que o método mais frequente de destinação dos resíduos sólidos é a queima, que ocorre em 82,1% dos domicílios no Alecrim e 89,8% no Santo Antônio. A figura 7 também evidencia que esse método de disposição de resíduos sólidos pode ser utilizado exclusivamente ou associado com o ato de enterrar. Outra forma empregada é dispersão no peridomicílio, tanto do produto da queima quanto do resíduo bruto. Algumas famílias do Alecrim relataram a coleta pública, mas em uma investigação mais acurada foi detectado que essa coleta ocorre somente nessa comunidade e apenas em ocasiões esporádicas como festas e outros eventos.

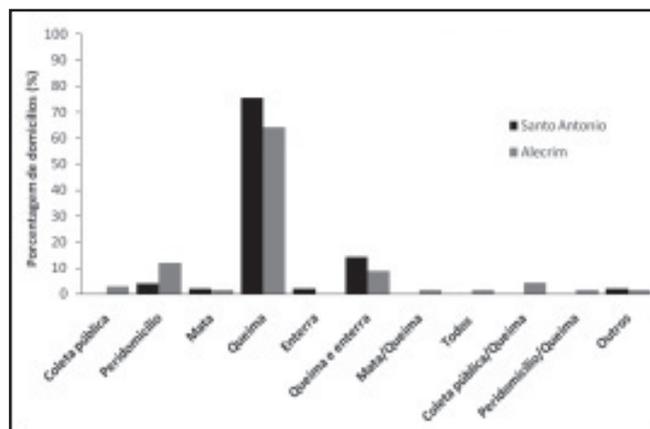


Figura 7 – Distribuição em porcentagem de domicílios do Alecrim e Santo Antônio de acordo com a destinação dos resíduos sólidos.

Atualmente sabe-se que a queima incompleta de matéria orgânica gera produtos tais com bifenilas policloradas e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (MEYER *et al.*, 1999, 2006) de alta persistência no meio ambiente, são conhecidos agentes carcinogênicos e disruptores endócrinos (MAZQUIARÁN e PINEDO, 2007). Esses agentes podem intoxicar os indivíduos expostos por inalação no ato da queima. Além disso, podem também intoxicar outras pessoas expostas por contato por ingestão, uma vez que após serem depositados no solo esses agentes podem ser lixiviados pela água de

chuva e atingir aquíferos, contaminando o ambiente, constituindo um fator de risco para humanos e outros organismos (LEBLANC, 2004).

De um modo geral verifica-se que, em ambas as comunidades, latas e vidros são queimados conjuntamente com os outros resíduos domésticos. Percebe-se que as garrafas vazias são um resíduo que além de ser um material sem destinação específica, geralmente entulhado nos fundos dos bares, representam perigo quando estas se quebram e os cacos ficam expostos, podendo causar cortes nos pés das pessoas. Além disso, garrafas que ficam depositadas em local aberto podem juntar larvas de mosquitos favorecendo as condições de criatórios para insetos que veiculam doenças.

Deve-se ressaltar que quantidade pequena de resíduos sólidos é dispensada pela coleta pública, fato que não ocorre no Santo Antônio, evidenciando que essa comunidade encontra-se mais afastada da via de transporte mais movimentada. Entretanto, foi relatado que a coleta pública ocorre somente após festas populares, quando a Prefeitura Municipal envia um caminhão, caracterizando a eventualidade do processo.

Quanto à disposição de dejetos, pode-se observar na figura 8, que a fossa rudimentar<sup>5</sup> é a mais utilizada nos domicílios, 92,5% no Alecrim e 85,7% no Santo Antônio, embora ainda existissem moradores que utilizavam o mato ao redor dos domicílios, como local de deposição das excretas humanas, 6,0% e 12,2% respectivamente. Adicionalmente, a destinação de resíduos domésticos frequentemente se faz lançando diretamente no peridomicílio a céu aberto.

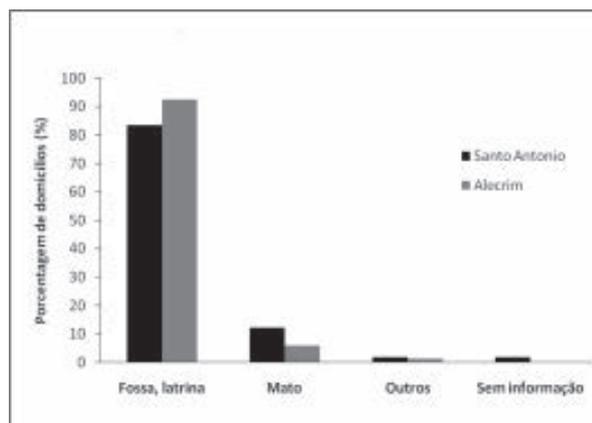


Figura 8 – Distribuição em porcentagem de domicílios das comunidades Alecrim e Santo Antônio de acordo com a destinação dos dejetos

<sup>5</sup> Fossa rudimentar é aquela que consiste em uma simples escavação feita no solo, sem qualquer revestimento interno.

Levando-se em consideração que se propõe a análise de processos de transformações temporais, buscou-se, nesse estudo, a caracterização da situação atual dos peridomicílios. Para continuidade das ações nessas comunidades será importante utilizar estas informações preliminares, para efeito de qualificação e quantificação das mudanças peridomiciliares.

#### 4.4 Utilização da técnica de videoautoscopia

O objetivo geral do estudo previu a adequação das técnicas de videogravação e autoconfrontação, voltadas para a educação em saúde em relação ao saneamento ambiental, com atuação das ACS. O equipamento utilizado (filmadora portátil digital) foi empregado no treinamento da equipe e também das próprias ACS, que o utilizaram para as filmagens necessárias. Dessa forma, filmagens foram realizadas nas comunidades registrando as visitas, as entrevistas e os encontros, além de algumas características das comunidades quanto à captação e distribuição de água, assim como destinação dos resíduos sólidos e do esgoto.

Nessa fase, também foi discutido com as ACS, quais seriam os prováveis moradores que poderiam participar da pesquisa, se dispendo a ser entrevistados e filmados. Foi também acertado dia e local para proceder às entrevistas. Concomitante ao treinamento das ACS foi realizada com elas as entrevistas centralizadas, onde o foco foi o relato dado por elas da situação dos resíduos sólidos, da água e do esgoto, em suas respectivas comunidades. Essas gravações foram realizadas em espaços por elas escolhidos, o que acreditamos ter contribuído positivamente para dinâmica da videogravação. Observou-se, mesmo assim, certo constrangimento das ACS ao serem ao mesmo tempo filmadas e terem ainda seus relatos gravados em fitas cassete e vídeo. Esse fato pode ser observado pela postura física que apresentavam (olhar rebaixado e quase nunca direcionado à câmera, constantes movimentos com as mãos como esfregar uma na outra, manipular pequenos objetos, etc.), sorrisos sorrateiros e fugidios, fala entrecortada por engasgos e constantes repetições de fonemas.

Essas entrevistas foram transcritas, impressas e devolvidas para as ACS para que as lessem e validassem ou não suas falas anteriores. Importante frisar que esse tipo de procedimento é denominado “Entrevista Recorrente” e também é considerado como técnica fundamental na promoção da tomada de consciência das ideias ali expressas. De fato, ao lerem suas entrevistas, ambas as ACS pareceram surpresas com os vários aspectos ali encontrados: grande número de informações relatadas, erros de linguagem, “informações delicadas” que poderiam comprometer suas relações tanto na comunidade quanto com o ambiente de trabalho, etc. Solicitaram, então, a retirada de alguns trechos o que, como acordado anteriormente, foi respeitado.

Vale salientar, que ao serem questionadas sobre a veracidade das informações, essa foi reiterada. Entretanto afirmaram que a forma que haviam falado estava muito direta e que isso certamente as prejudicaria, apontaram que deveriam falar com “mais vagar”<sup>6</sup>. Esse fato nos faz levantar a hipótese de que a técnica deve de fato ser introduzida e utilizada em comunidades, resguardando a manutenção da harmonia das relações estabelecidas. Isso não significa omitir as questões de conflitos. Há, pelo contrário, necessidade de melhor treinamento dos ACS, para que ao perceberem em suas entrevistas os pontos que podem gerar conflitos, utilizarem as informações de forma sensata.

Dessa forma, apontamos que as ACS utilizam em sua atividade uma técnica pontual, mas sem ter a consciência desse fato. Mais uma vez destacamos a necessidade de cursos de qualificação e/ou aperfeiçoamento, que as façam realmente se apropriarem de forma consciente das técnicas, recursos e instrumentos que viabilizam e/ou mediam suas atividades. A utilização consciente pode possibilitar não só a apropriação da técnica, mas, sobretudo, sua transformação e adequação das mesmas de acordo com a realidade vivenciada no momento.

## 4.5 Autoconfrontações simples e cruzada

A autoconfrontação simples constitui uma técnica onde o sujeito é confrontado consigo mesmo e com as informações providas. A autoconfrontação cruzada ocorre quando é solicitado que um outro sujeito assista, juntamente com o entrevistado, ao vídeo e emita comentários e impressões sobre as informações contidas no vídeo. Para proceder às autoconfrontações, em um primeiro momento, convidamos as duas ACS para assistirem às entrevistas uma da outra.

Durante a realização solicitou-se que emitissem opiniões sobre as informações referentes à situação dos resíduos sólidos, da água e do esgoto providas por elas. A princípio, os comentários versaram acerca da imagem de si na tela e comentários tais como: *“Nossa!!! Como estou gorda!”*, *“Vichi Maria, tô feia demais”*, *“cês num vão passar isso não, né?”*, *“Essa nem parece eu”*; assim como risos e justificativas do tipo: *“a gente ficou morrendo de vergonha, uai!!”, “num tenho costume de ficar falando e o outro filmando, não!”* foram largamente emitidas.

---

<sup>6</sup> Expressão utilizada por uma das ACS, que equivale a “falar com mais cuidado, utilizando de maior sutileza”.

As ACS, após o reconhecimento de si na tela, passaram a emitir comentários sobre os subtemas. Não houve entre elas nenhum desacordo e/ou questões que suscitassem conflitos de opiniões. Em relação à água foram apontados problemas na conservação das nascentes, da canalização, do tratamento, do reservatório e do desperdício. Em relação aos resíduos sólidos foram apontadas questões como a grande produção diária, o destino em buracos nos quintais e sua queima, o escoamento de detritos proveniente deles em direção ao curso do rio, que são utilizados por grande parte da comunidade. Em relação ao esgoto foi denunciada a não existência de rede de esgoto e sim de fossas secas, o escoamento da água do banho e das pias (banheiro e cozinha) para os quintais e que essas acabam desaguando no rio.

Como solução para os problemas da água foi apontada a preservação das nascentes a partir da sensibilização e mobilização social, campanhas educativas para evitar desperdício e estimular o uso de hipoclorito de sódio e de filtro para a água potável. Como solução para os resíduos sólidos, também foram sugeridas campanhas e mobilização social para a reciclagem, assim como foi solicitada coleta regular pela prefeitura para destinação em local apropriado. Interessante apontar que referente às soluções, ambas as ACS se questionavam sobre as dificuldades que teriam para alcançar tais soluções. Nenhuma delas acredita que o poder público local teria também solução para tais problemas. Por outro lado, creem também que só a mobilização poderia fazer com que o gestor municipal olhasse e cuidasse dos problemas das comunidades: *“imagina se o prefeito vai cuidar de nós aqui, se nem lá da cidade ele tá dando conta!”*. Apresentam também consciência de que muitos problemas teriam que ser solucionados por eles mesmos.

Essa ideia foi a primeira em que houve, no início, desacordo entre ambas, pois uma delas responsabilizou o poder público pelas soluções e a outra concebia que a comunidade não pode ficar esperando. Após essas colocações, a outra ACS passou também a defender a mesma ideia. Outra questão apontada se refere à postura de alguns moradores que, segundo elas, não se importam com essas questões e, pelo contrário, fazem tudo para piorar ainda mais a situação. Vale salientar que esse também foi um dos pontos que pediram para ser retirado das entrevistas que forneceram.

Foram realizadas pelas duas ACS as autoconfrontações. Da mesma forma que as ACS se comportaram ao verem suas imagens, ou seja, encabuladas consigo mesmas, assim também foi a reação dos entrevistados e só após algum tempo é que o foco foi direcionado para as questões referentes aos resíduos sólidos, à água e ao esgoto. De forma geral, os entrevistados reiteraram suas falas anteriores. Também se mostraram surpresos com algumas informações dadas. Dois entrevistados fizeram ressalvas quanto ao conteúdo de suas falas pedindo para suprimir pequenos trechos, onde nomeavam vizinhos e suas ações que consideravam inapropriadas para a qualidade da água ou das condições dos resíduos sólidos, ou seja, nocivas para a qualidade de vida na

comunidade. Ao serem questionados se essas questões não deveriam ser tratadas de forma direta e objetiva, disseram saber da necessidade, mas preferiam não se indispor com os vizinhos.

Mais uma vez, esse fato aponta para o cuidado no treinamento para a utilização da técnica de videogravação com entrevista em autoconfrontação, a fim de que ela seja realmente um instrumento que possibilite a tomada de consciência e a busca de soluções e não um instrumento gerador de desarmonia e conflitos na comunidade.

Para a reflexão sobre a própria atividade e para a sua tomada de consciência considerou-se, a partir das entrevistas, que a técnica de videogravação com as autoconfrontações pode favorecer a relação sujeito-ambiente, na medida em que o próprio comportamento mostrado no vídeo deve ser analisado. Em alguns momentos percebeu-se que o sujeito, ao assistir sua entrevista e após sofrer intervenção da entrevistadora, percebeu a própria contradição e ele mesmo apontou solução para a mesma. Após as autoconfrontações foi solicitado que as pessoas emitissem opiniões sobre a técnica e se acreditavam que se ela fosse utilizada para investigar outras questões, poderia ajudar a própria comunidade a tomar consciência dos problemas e a buscar soluções. Todos os entrevistados responderam afirmativamente, embora também afirmassem que a utilização da câmera digital e da fita cassete os constrangeria. Por outro lado, reafirmaram que se sempre fosse utilizado acabariam por se acostumar.

## 4.6 Encontros com as comunidades

Ocorreram dois eventos com os moradores das comunidades de Santo Antônio e de Alecrim, na Igreja do Santo Antônio e na escola do Alecrim. Nestes encontros foram apresentados os videoclipes produzidos com imagens das duas comunidades e entrevistas com os moradores abordando os temas: água, resíduos sólidos e esgoto. Os moradores ficaram sentados em um semicírculo de frente para o telão. As pessoas da comunidade foram convidadas a refletir e a emitir opiniões sobre questões que a ACS colocava aos participantes do encontro. Entre um e outro filme, a ACS, previamente instruída, moderou a conversa sobre os temas entre os participantes. Verificou-se que os instrumentos propostos funcionaram como gerador de discussões sobre o assunto, pois após a apresentação dos filmes, a ACS incentivava os participantes a comentarem sobre o tema e estes expunham suas opiniões e sugestões: “a questão que preocupa é o lixo mesmo... Então assim né, todo mundo unir pra melhorar...” (jovem moradora).

Observou-se ainda, que a metodologia foi útil para tomada de consciência por parte de muitos moradores quanto às realidades, belezas e problemas locais visualizados no vídeo. Evidenciou-se ainda, que a ACS, que vem acompanhando os trabalhos do

grupo de pesquisa na área de educação em saúde ambiental, sendo treinada na técnica de videogravação, filmagens e interação com as comunidades saiu-se muito bem nesta tarefa. Durante os encontros, ela estava tranquila e segura, direcionando muito bem as discussões. Sobre o problema dos resíduos sólidos nas comunidades, as falas a seguir apresentam a posição de moradores, após assistirem a filmagem sobre esse tema na comunidade do Santo Antônio. Sobre o esgotamento sanitário, ficou constatado nas filmagens e entrevistas que quase todos os domicílios utilizam fossa para destinação dos dejetos do banheiro (do vaso sanitário e da água de banho). No entanto a maioria dos domicílios não destina a água servida da cozinha e tanque para a fossa. Existe preocupação que as fossas encham logo, caso se destine para elas a água servida das pias e tanques. Consideram que seria mais fácil aumentar uma fossa que contivesse água da cozinha, sem dejetos sanitários do banheiro.

Sobre a mobilização da comunidade para dividir tarefas, como furar os buracos da fossa e solicitar a prefeitura material, podemos observar, nas falas abaixo, que existe dificuldade entre os moradores para se mobilizarem por meio da associação, embora tenha sido sugerido por eles o mutirão em pequenos grupos. Diante das questões durante os encontros, os presentes discutiam, debatiam e apresentavam possíveis soluções viáveis para os mesmos. Ao serem questionados sobre a utilização da técnica como possível ferramenta de trabalho na comunidade, as opiniões foram unânimes quanto a sua eficácia.

Segundo Góes (2000), muitos pesquisadores têm efetuado investigações focalizando os aspectos intersubjetivos e dialógicos, recortando o material documentado na videogravação, em poucos ou vários episódios que sejam significativos para o propósito do estudo. Trata-se, pois, de uma forma de construção e coleta de indicadores, que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos. O recorte é orientado para as relações intersubjetivas, para os detalhes das ações que o sujeito julgar mais significativos para o cumprimento do objetivo.

As observações realizadas permitiram inferir que a técnica de videogravação e autoscopia pode tornar-se instrumento de educação em saúde para utilização pelos componentes da equipe saúde da família, para discussão e reflexão coletiva dos problemas vividos pela comunidade e conseqüente tomada de consciência e levantamento de possíveis soluções.

Durante o evento comunitário no Alecrim surgiu a ideia de utilizar a filmagem de entrevistas e da localidade como ferramenta de exigibilidade junto ao poder público.

## 5 Conclusões

Levando-se em consideração que na pesquisa-ação propõe-se analisar principalmente processos de transformações e buscando-se compreender os constituintes dos fatos, das ações e das relações, esta pesquisa evidenciou que a adaptação da videogravação e das entrevistas em autoconfrontações simples e cruzada, pode vir a se constituir como técnica de apoio e, porque não dizer fundamental, que possibilitará reflexões sobre as próprias ações e, conseqüentemente, suas transformações, constituindo-se em última instância no processo que Paulo Freire (2005, 2003, 1996) denomina “Ação-Reflexão-Ação”.

Ressalta-se que muito se tem falado da “inclusão digital” e da telemática como condição *sine qua non* no mundo de hoje, assim como de suas vantagens e benefícios. Entretanto, ao se tratar de comunidades rurais, como as aqui pesquisadas, dos recursos e serviços prestados a elas, notou-se o quão distante a “inclusão digital” se encontra do cotidiano dessas populações. Acredita-se, portanto, que ao estimular e propiciar às ACS, e às comunidades onde elas vivem e trabalham, o contato com tais instrumentos (câmera de vídeo, computador e multimídia), bem como instrumentalizá-las com técnicas para o uso na atividade profissional, abre-se a possibilidade de que a própria coletividade valorize tais instrumentos e técnicas, buscando formas e recursos para introduzi-los como instrumento de trabalho no seu cotidiano de vigilância ambiental.

O perfil das ACS revelou que elas são totalmente integradas ao cotidiano comunitário e reconhecidas pelo relevante papel desempenhado nas comunidades. O seu treinamento permite a continuidade dos trabalhos em vigilância ambiental, assim como a aplicação da técnica em outros setores correlatos na educação, saúde, ambiente e desenvolvimento comunitário.

Foi possível refletir juntamente com as ACS e algumas lideranças locais sobre os projetos articulados em educação e saúde ambiental. As necessidades são produzidas sócio-históricamente (LEONTIEV, 1978 a,b) e que o reconhecimento da existência e da função de tais recursos pode, de fato, levar a coletividade a mobilizar forças para sua aquisição e apropriação dos seus benefícios. O mesmo se refere a como foi o processo de demanda da instalação de rede elétrica, da rede de esgoto (fossa seca), posto de saúde, telefonia, etc.

Para o efetivo desenvolvimento de estratégia de adesão participativa é necessário ainda ressaltar que algumas novas adaptações serão indispensáveis. Por exemplo, a utilização da câmera pela coletividade para que esse instrumento realmente passe a fazer parte do dia a dia e ações como as entrevistas aqui realizadas, para que possam transcorrer de forma mais natural possível. Sugere-se, para esse processo, que a filma-

dora passe a ser utilizada em eventos da comunidade, como festas, encontros, etc. e, que as pessoas tenham oportunidade de se verem no vídeo para se familiarizarem.

Percebeu-se a partir da socialização das autoconfrontações realizadas, que essa poderosa técnica (CLOT, 2001 a,b,c,d) possibilita que a própria coletividade possa, ao confrontar-se consigo mesma, buscar soluções viáveis e pontuais para as questões de conflitos e/ou problemas locais. Dessa forma poderá apropriar-se e responsabilizar-se pelas mudanças necessárias, que garantam melhor qualidade de vida da própria coletividade/comunidade.

Vale ainda ressaltar que essa pesquisa não teve o objetivo de promover modificações na comunidade acerca do seu comportamento, em relação às questões relativas à água, esgoto e resíduos sólidos, mas sim de verificar a viabilidade da utilização dos recursos da telemática e, aqui especificamente, da câmera digital de vídeo, do computador, do multimídia, e das técnicas de videogravação e autoconfrontações simples e cruzada como instrumentos que possibilitassem processos de reflexão e autocrítica da comunidade. Durante o processo de trabalho pode-se de fato, constatar o processo de reflexão da própria comunidade referente a esses problemas surgindo, entre a população, a preocupação quanto à mudança ou não do comportamento. Sabe-se que modificações em hábitos e atitudes em comunidades requerem um trabalho reeducativo sistemático e de longa duração, principalmente quando esse trabalho prevê o respeito aos saberes e costumes da comunidade.

## 6 Recomendações

- A) Estabelecimento de um canal de comunicação entre os ACS e os gestores locais e regionais. Utilização da videogravação para retratar a situação local e o desejo de melhoria das condições de vida nas comunidades do Alecrim e Santo Antônio. Com as filmagens e entrevistas realizadas pelos ACS, utilizando equipamentos disponíveis no laboratório de Imagem & Som do grupo Jequi na UFVJM, será possível iniciar um canal de informação mais eficiente entre os níveis políticos (municipal, estadual e federal), com agências de fomento e instituições de ensino, pesquisa e extensão. Para isso, seria necessário insumo para aquisição de alguns equipamentos (como computadores, filmadoras, projetor multimeios e mesa de edição), material de consumo (informática, escritório), bolsas de iniciação júnior (para alunos do 2º grau do município/comunidade) e de iniciação científica (para alunos de graduação), outros serviços de terceiros, além de diárias e deslocamento para os membros do grupo Jequi.

- B) Organização de locais/residências nas comunidades do Alecrim e Santo Antônio, onde atividades de reciclagem pudessem ser realizadas. Por exemplo, no terreno de um morador x interessado, tentar construir um pequeno paiol (ou outro compartimento) para armazenamento de grãos e outros produtos rurais, utilizando garrafas de vidro oriundas do consumo dos moradores e de comerciantes das comunidades do Alecrim e Santo Antônio. Este espaço funcionaria como local de ‘experimentação’ para utilização de materiais como vidro (garrafas) e metal (latas), em processos de construção com cimento/argamassa. Para isso, seria necessário insumo para aquisição de alguns equipamentos de pequeno porte (trituradores e prensas), material de consumo (cimento, argamassa, arame, revestimentos, etc.), bolsas de iniciação júnior (para alunos do 2º grau do município/comunidade) e de iniciação científica (para alunos de graduação), outros serviços de terceiros, além de diárias e deslocamento para os membros do grupo Jequi.
- C) Instalação de uma sala de multimeios nas duas escolas municipais das comunidades. Esse espaço proporcionará aos moradores, ACS, gestores e membros do grupo Jequi, oportunidade para capacitações, divulgação dos trabalhos educativos locais e difusão de tecnologias alternativas. Temas em saúde, educação, meio ambiente e desenvolvimento comunitário poderão ser tratados utilizando multimeios. Para isso, seria necessário insumo para aquisição de alguns equipamentos (televisão, vídeo/DVD, projetor multimeios, computador), material de consumo (fitas, DVDs, papelaria), bolsas de iniciação júnior (para alunos do 2º grau do município/comunidade) e de iniciação científica (para alunos de graduação), outros serviços de terceiros, além de diárias e deslocamento para os membros do grupo Jequi.
- D) Estimulação dos moradores locais para que surjam e sejam detectadas entre eles ideias para desenvolvimento de processos locais. O fortalecimento da via de comunicação poderá ser foco de atenção de uma intervenção psicoeducativa nas comunidades. Para isso seria interessante adotar uma conduta voltada para a educação cidadã, com utilização dos círculos de cultura utilizando recursos digitais e multimeios. Dessa forma, seria possível utilizar a sala de multimeios proposta no item anterior, além de bolsas de iniciação científica (alunos de graduação), diárias e deslocamentos para os pesquisadores interessados na temática do desenvolvimento local sustentável.

Vale ressaltar que mudanças nas recomendações técnicas em nível federal, assim como uso de terminologias mais adequadas, como é o caso do termo lixo que vem sendo substituído por resíduos sólidos, não devem ser impostas às comunidades tradicionais, que possuem cultura e denominações próprias à sua realidade. Recomenda-se, então, cautela na imposição de técnicas e termos que não surtem efeito em nível local,

se não estiverem associadas a um efetivo processo de educação voltado para práticas cotidianas mais saudáveis.

O desenvolvimento socioeconômico e a melhoria da qualidade de vida são mudanças que deveriam ocorrer para o sucesso da conservação da biodiversidade, na qual se encontra o próprio ser humano. As ações junto à população devem desenvolver a racionalização do uso dos recursos naturais e as comunidades devem estar empoderadas para o convívio em bases com a natureza, justificando o empenho no desenvolvimento da educação em saúde ambiental.

## Referências bibliográficas

- AGUIAR, W. M. J.; OZELLA, S. Núcleos de significação como instrumento para a apreensão da constituição dos sentidos. **Revista de Psicologia: Ciência e Profissão**, Brasília, n. 2, p. 222-245, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6023: informação e documentação: referências - elaboração**. Rio de Janeiro, 2002.
- AUGUSTO, L. G. S. *et al.* Risco ambiental e contextos vulneráveis: implicações para a vigilância em saúde. **Informe Epidemiológico do SUS**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 155-158, 2002.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Diretrizes internas para apresentação de relatório técnico-científico**. Brasília, 2006.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. **Cadernos de Atenção Básica: Programa Saúde da Família: a implantação da Unidade de Saúde da Família**. Brasília, 2000. 44 p.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. **Programa Agentes Comunitários de Saúde (PACS)**. Brasília, 2001. 41 p.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Atenção Básica (SIAB)**. Versão 3.5. Brasília, 2003.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Fundo Nacional do Meio Ambiente. **Utilização sustentável de recursos da biodiversidade nas áreas de entorno do Parque Estadual do Rio Preto (MG) de proteção integral localizado em ecossistema aberto: relatório de atividades chamada I**. Brasília, 2002. 75 p.
- CLOT, Y. Editorial. **Éducation Permanente**, Paris, n. 146, p. 7-16, 2001a.
- \_\_\_\_\_. Entretiens en autoconfrontation croisée: une méthode en clinique de l'activité. **Éducation Permanente**, Paris, n. 146, p. 17-25, 2001b.
- \_\_\_\_\_. Psychopathologie du travail et clinique de l'activité. **Éducation Permanente**, Paris, n. 146, p. 35-49, 2001c.

- CLOT, Y. et al. Entretien en autoconfrontation croisée: une méthode en clinique de l'activité. **Éducation Permanente**, Paris, n. 146, p. 17-25, 2001.
- CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE PROMOÇÃO DA SAÚDE, 1., 1986, Ottawa. Carta de Ottawa. In: BRASIL. Ministério da Saúde. **Promoção da Saúde**. Brasília, 1996. p. 19-24.
- DIEGUES, A. C.; ARRUDA, R. S. V. **Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; São Paulo: USP, 2001. 176p.
- DINIZ, T. T. et al. Associação entre risco ambiental e ocorrência de alguns agravos à saúde no Município de São Gonçalo do Rio Preto/MG. In: **JORNADA ACADÊMICA CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA DAS FAFEID, 5., 2003**, Diamantina. **Anais...** Diamantina: FAFEID, 2003.
- FABRI, C. A.; WAIDMAN, M. A. P. Visita domiciliar: a atividade do agente comunitário de saúde no programa saúde da família. **Revista Família, Saúde e Desenvolvimento**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 106-118, 2002.
- FRANCO, M. A. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, set./dez. 2005.
- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 27. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003. p. 110-150.
- \_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura).
- \_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. 41. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. p. 100-139.
- FREITAS, M. T. A. **Vygotsky e Bakhtin, Psicologia e Educação: um hipertexto**. 4. ed. São Paulo: Ática, 2002.
- GATTI, B. A. **A construção da pesquisa em educação no Brasil**. Brasília: Plano Editora, 2002.
- GÓES, M. C. R. A. Abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos CEDES**, São Paulo, v. 20, n. 50, p. 9-25, 2000.
- HOPF, J. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. São Paulo: Atlas, 1989.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). **Áreas protegidas**. [200-?]. Disponível em: <[http://www.ief.mg.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=196&Itemid=146](http://www.ief.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=196&Itemid=146)>. Acesso em: 15 ago. 2007.
- \_\_\_\_\_. **Parques de Minas: patrimônio natural de Minas Gerais**. São Paulo: Empresa das Artes, 2006. 144 p.
- \_\_\_\_\_. **Parque Estadual Rio Preto**. Belo Horizonte: Coordenadoria de Controle e Monitoramento, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades. Rio de Janeiro, 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 20 set. 2008.

- LEBLANC G. A. Basics of environmental toxicology. In: Hodgson E. (Org.) **A text-book of modern toxicology**. 3 ed. Hoboken: Wiley Interscience, 2004, 462-475.
- LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Editora Moraes, 1978a.
- \_\_\_\_\_. **Actividad, consciencia y personalidad**. Buenos Aires: Ciencia Del Hombre, 1978b.
- MAZQUIARÁN M.A.B.; PINEDO L. C. O. Organic composition of atmospheric urban aerosol: Variations and sources of aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons. **Atmospheric Research**, [S.l.], v. 85, p. 288-299, 2007.
- MAZZOTTI, A. J. A.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Thomson, 2002.
- MEYER, D. E. E. *et al.* "Você aprende. A gente ensina?": interrogando relações entre educação e saúde desde a perspectiva da vulnerabilidade. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, p. 1335-1342, jun. 2006.
- MEYER, S.; CARTELLIERI S, HANS S. Simultaneous determination of PAHs, Hetero-PAHs (N, S, O), and their degradation products in creosote-contaminated soils: method development, validation, and application to hazardous waste sites. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 71, n. 18, p. 4023-4029, 1999.
- MINAYO, M. C. S. **O Desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 4. ed. São Paulo: HUCITEC-ABRASCO, 1996. 270 p.
- MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 15. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.
- MURTA, A. M. G. **Contribuições da psicologia sócio-histórica para a educação inclusiva: os sentidos produzidos por professores da educação infantil de uma cidade do Vale do Jequitinhonha acerca da inclusão escolar**. Dissertação (Mestrado em Psicologia da Educação)--Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.
- MURTA, A. M. G. **Da atividade prescrita ao real da atividade: análise da atividade docente em uma escola regular, sob a perspectiva da psicologia sócio-histórica e da clínica da atividade**. Tese (Doutorado em Psicologia da Educação)--Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.
- OZELLA, S. Pesquisar ou construir conhecimento: o ensino da pesquisa na abordagem sócio-histórica. In: BOCK, Ana M. B. (Org.). **A perspectiva sócio-histórica na formação em psicologia**. Petrópolis: Vozes, 2003. p. 113-114.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas de Desenvolvimento Humano para o Brasil**. [Brasília], 2000. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas>>. Acesso em: 20 set. 2008.
- REY, F. G. **Pesquisa qualitativa e subjetividade: os processos de construção da informação**. São Paulo: Thomson, 2005.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa qualitativa em psicologia: caminhos e desafios**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

- RIBEIRO, E. M.; GALIZONI, F. M. Água, população rural e políticas de gestão: o caso do vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 129-146, 2003.
- SOUZA, J. V. A. Luzes e sombras sobre a história e a cultura do Vale do Jequitinhonha: trabalho, cultura e sociedade no norte/nordeste de Minas: considerações a partir das ciências sociais. **Best Comunicação e Marketing**, Montes Claros, p. 99-144, 1997.
- UCHOA, E. *et al.* Entre a fragmentação e a integração: Saúde e qualidade de vida de grupos populacionais específicos. **Informe Epidemiológico do SUS**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 115-128, 2002.
- VIEIRA, M. A. A. *et al.* Fixação de enfermeiros no Vale do Jequitinhonha/MG considerando a satisfação profissional. **Revista Mineira de Enfermagem**, Belo Horizonte, v. 8, n. 4, p. 470-474, 2004.
- VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

## **Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento**

### **Comitê Científico**

#### **Ruy Gomide Barreira**

Coordenador Geral do Comitê  
Diretor do Densp/**Funasa**/MS

#### **Patrícia Valeria Vaz Areal (suplente)**

Coordenadora Geral  
Cgcot/Densp/**Funasa**/MS

#### **Filomena Kotaka**

Secretaria Executiva  
Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**

#### **Selma Irene Antonio (suplente)**

Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS

#### **Mara Lúcia Carneiro Oliveira**

Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)

#### **Carlos Florêncio Corvalan (suplente)**

Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)

#### **Odir Clécio da Cruz Roque**

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)/MS

#### **Simone Cynamon Cohen (suplente)**

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)/MS

#### **Anna Virgínia Muniz Machado**

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)

#### **Marco Antônio de Souza (suplente)**

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)

#### **Paulo Sérgio Scalize**

Associação dos Serviços Municipais de Saneamento (Assemae)

**Clóvis do Nascimento Filho (suplente)**

Associação dos Serviços Municipais de Saneamento (Assemae)

**Ana Maria Barbosa Silva**

Financiadora de Estudos e Projetos – Finep/MCT

**Célia Maria Poppe de Figueiredo (suplente)**

Financiadora de Estudos e Projetos - Finep/MCT

**Cícero Onofre de Andrade Neto**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

**Paula Dias Bevilacqua**

Universidade Federal de Viçosa (UFV)

**Luiz Antônio Daniel**

Escola de Engenharia de São Carlos/USP

**Alexandre Araújo Godeiro Carlos (suplente)**

Ministério das Cidades

**Álvaro Bittencourt Henrique Silva**

Cgesa/Densp/Funasa/MS

**José Antônio da Motta Ribeiro (suplente)**

Suest-SP/Funasa/MS

**Vilma Ramos Feitosa**

Desam/Funasa/MS

**Everaldo Resende Silva (suplente)**

Cgesa/Densp/Funasa/MS

**Francisco de Assis Quintieri**

Suest-RJ/Funasa/MS

**Rainier Pedraça Azevedo (suplente)**

Suest-AM/Funasa/MS

**Marcelo Libânio Coutinho**

Suest-MG/Funasa/MS

## **Colaboradores (ex-membros do Comitê Científico e instituições que representavam)**

**Aldo Pacheco Ferreira** - Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz/MS  
**Ana Maria Nogueira** - Financiadora de Estudos e Projetos – Finep/MCT  
**Andréa Gonçalves Fujichima** - Decit/Ministério da Saúde  
**Angélica Rogério de Miranda Pontes** - Decit/ Ministério da Saúde  
**Antônio da Costa Miranda** - Associação dos Serviços Municipais de Saneamento - Assemae  
**Cristiana Maria Toscano** - Decit/ Ministério da Saúde  
**Cristina Célia Silveira Brandão** - Universidade de Brasília - UnB  
**Daniela Buosi** - Decit/ Ministério da Saúde  
**Elizabeth Pinto Guedes** - Financiadora de Estudos e Projetos – Finep/MCT  
**Iván Estribí Fonseca** - Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS  
**Jacira Azevedo Câncio** - Organização Pan-Americana da Saúde - OPAS  
**Jazielli de Carvalho Sá** - Associação dos Serviços Municipais de Saneamento – Assemae  
**José Raimundo Machado** - Diretor do Densp/**Funasa**/MS  
**Kátia Regina Ern** - Diretora do Densp/**Funasa**/MS  
**Luiz Roberto Santos Moraes** - Universidade Federal da Bahia (UFBA)  
**Maria Lúcia Prest Martelli** - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**  
**Norma Lúcia de Carvalho** - Ministério das Cidades  
**Ana Paula Neiva (suplente)** - Ministério das Cidades  
**Regina Célia Borges de Lucena** - Decit/ Ministério da Saúde  
**Rosane Radunz Coimbra** - Associação dos Serviços Municipais de Saneamento - Assemae  
**Sadi Coutinho Filho** - Diretor do Densp/**Funasa**/MS  
**Sérgio Antônio Gonçalves** - Associação dos Serviços Municipais de Saneamento - Assemae  
**Teófilo Carlos Nascimento Monteiro** - Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz/MS  
**Vanessa Guimarães Machado** - Decit/ Ministério da Saúde

## **Coordenação do Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento**

**Patrícia Valéria Vaz Areal** - Coordenadora Geral – Cgcot/Densp/**Funasa**/MS  
**Filomena Kotaka** - Coordenadora - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS  
**Selma Irene Antonio** - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS  
**Rosa Maria Vahia Terzella** - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS  
**Ana Lúcia Magalhães Mariani** - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS  
**Alexandra Lima da Costa** - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS  
**Maria das Graças Dias** - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS

## **Consultores Ad Hoc**

**Antonio Duarte Nascimento** (Fiocruz)

**André Monteiro Costa** (Fiocruz)  
**Arthur Mattos** (UFRN)  
**Luiz Antônio Daniel** (USP)  
**Valéria de Oliveira Fernandes** (UFES)

### Supervisores

**Armando Macedo Chaves** - Suest-MG/**Funasa**/MS  
**Everaldo Resende** - Cosan/Cgesa/Desnsp/**Funasa**/MS  
**Marcelo Libanio Coutinho** - Suest-MG/**Funasa**/MS  
**Mariza de Menezes Lyra Loredó** - Suest-SC/**Funasa**/MS  
**Nilce Bazzoli** - Suest-MG/**Funasa**/MS  
**Osman de Oliveira Lira** - Suest-PE/**Funasa**/MS  
**Onivaldo Coutinho** – Coesa/Desam/**Funasa**/MS

### Elaboração

**Filomena Kotaka** - Coordenadora - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS  
**Cristina Yuriko Iamamoto** - Ministério da Ciência e Tecnologia  
**Jaqueline Francischetti Zago** - Ministério da Saúde  
**Luciana Miyoko Massukado** - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília  
**Mariana Gutierrez Arteiro** - Aluna de doutorado em Ciência Ambiental da USP  
**Monique Toledo Salgado** – Ministério das Cidades  
**Rosa Maria Vahia Terzella** - Codet/Cgcot/Densp/**Funasa**/MS  
**Sérgio Brasil Abreu** - Ministério das Cidades

### Autores

**Ariane Kuhnen** – coordenadora  
Professora Doutora do Departamento de Psicologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
**Carla Costa Teixeira** - coordenadora  
Professora adjunta da Universidade de Brasília (UnB)  
**Marta Maria Menezes Bezerra Duarte** - coordenadora  
Pesquisadora da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
**Rosana Passos Cambraia** – coordenadora  
Professora da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)  
**Valter Lúcio de Pádua** – coordenador  
Professor Doutor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)



