



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE – PRODEMA

**Aline Santamaria Ruiz Beter**

**IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO SODIS (SOLAR WATER  
DISINFECTION) EM DUAS COMUNIDADES DO SEMI-ÁRIDO  
PARAIBANO: ACEITABILIDADE E ASPECTOS SÓCIO-  
ECONÔMICOS**

2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Aline Santamaria Ruiz Beter**

**IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO SODIS (SOLAR WATER  
DISINFECTION) EM DUAS COMUNIDADES DO SEMI-ÁRIDO  
PARAIBANO: ACEITABILIDADE E ASPECTOS SÓCIO-  
ECONÔMICOS**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento às exigências para obtenção de grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos

João Pessoa – PB  
2006

**Aline Santamaria Ruiz Beter**

**IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO SODIS (SOLAR WATER  
DISINFECTION) EM DUAS COMUNIDADES DO SEMI-ÁRIDO  
PARAIBANO: ACEITABILIDADE E ASPECTOS SÓCIO-  
ECONÔMICOS**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento às exigências para obtenção de grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos - UFPB  
Orientadora

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maristela Oliveira de Andrade - UFPB  
Examinadora

---

Prof. Dr. Francisco Suetônio Bastos Mota - UFC  
Examinador

À minha família e aos meus queridos  
amigos na Suíça que,  
mesmo tão distantes,  
sempre estiveram comigo.

## AGRADECIMENTOS

Tantas são as pessoas que ajudaram a realizar este trabalho, que quase não sei por onde começar com os agradecimentos. Em primeiro lugar à Beatriz, minha orientadora e “mamona”, que teve tanta paciência comigo, ensinando-me microbiologia, ajudando diretamente no projeto e contribuindo de forma indispensável no desenvolvimento do meu português científico. Beatriz em toda hora estava à disposição para me encontrar, discutir, trabalhar e também brincar e comer! Adorei trabalhar com você, Beatriz, muito muito obrigada!

Obrigada Malva, que me ajudou muito com as análises e que me mostrou a fascinação da estatística. Foi ótimo trabalhar com você.

Maristela, muito obrigada pelas dicas da parte social e antropológica. Nossas conversas despertaram em mim uma grande curiosidade para esta área de estudo.

Obrigada Daniel pelas explicações sobre o funcionamento do sistema de saúde no Brasil, principalmente do financiamento e pelas dicas e correções.

Rodrigo, obrigada pela revisão do questionário de diagnóstico e pelas dicas de epidemiologia.

Célia, muito obrigada em primeiro lugar por disponibilizar as melhores meninas voluntárias que eu poderia imaginar, mas também por ter ajudado contribuindo com o carro e recursos financeiros para as visitas de campo.

Rafaella e Thaysa, meus anjos, sem vocês o projeto não teria me dado tanto prazer. Cada visita de campo foi como um encontro de grandes amigas. Obrigadíssima! Também às voluntárias que entraram mais tarde ao projeto mas com o mesmo entusiasmo: Tassiana e Larissa.

Muito obrigada especialmente a Nino, por suas revisões críticas e construtivas e a toda minha família de João Pessoa: Fernanda, Iuri e Wilma.

Soahd, obrigada pela ajuda na fase inicial do projeto e na escolha das comunidades.

Jerônimo, Madalena, Magnólia, Marina e Cassiana, obrigada pela sua ajuda nas visitas de campo.

Obrigada aos meus amigos na Suíça e especialmente a Andreas, pelos donativos que ajudaram a financiar o projeto.

Aos multiplicadores e líderes das comunidades de São José do Sabugi: Elizabete, Suely, Luzia, Erivaldo, Adilson e Chico e ao Seu Abel de Paus Brancos, muito obrigada pelos

seus sacrifícios infatigáveis, sem os quais não teríamos tido este sucesso na implementação de SODIS.

Muito obrigada a Dona Anair pelas ótimas comidas e hospedagem simpática. Sempre nos sentimos em casa.

Márcio, muito obrigada pelo material de SODIS, todas as informações, conversas, trocas de experiências e sua ajuda preciosa na visita de campo.

Charlotte, Martin, René e todos os amigos de SODIS, obrigada pelas informações e pela incansável ajuda em melhorar o mundo.

Obrigada a Regina, Amorim e Alexandre, minha família brasileira, e à minha grande amiga Kika, sem os quais eu nunca teria vindo ao Brasil.

Minha turma e, especialmente, Lidyane, muito obrigada pela sua amizade.

Obrigada a todos os professores do PRODEMA pela compreensão e paciência.

Obrigada ao meu amigo Júnior, que me deu muita paz e ao meu amigo e professor de tênis Alexandre, que me ajudou a me distrair do trabalho.

À luz e à natureza e aos meus amigos de Tatajuba, obrigada pela inspiração.

E no final, obrigada a todos aqueles que, direta ou indiretamente, participaram da construção e do desenvolvimento deste trabalho.

“Es ist nicht wichtig wie alt wir werden.  
Wichtig sind die Erfahrungen und  
Empfindungen der durchlebten Jahre.  
Denn die machen uns größer, stärker und Weiser.”

*von Kerstin Jordan*

Tradução:

“Não importa a idade que alcançamos.  
Importante são as experiências  
e os sentimentos dos anos vividos.  
Pois são eles que nos fazem crescer,  
que nos fortalecem e nos tornam mais sábios.”

*de Kerstin Jordan*

## RESUMO

O trabalho apresentado procura mostrar os efeitos das ações de um projeto de implementação de SODIS – desinfecção de água com luz solar (Solar Water Disinfection) em duas comunidades do interior do Nordeste do Brasil. Duas etapas principais marcaram este estudo. A primeira foi a comparação de diferentes variações de SODIS, inclusive SOPAS – pasteurização de água com luz solar (Solar Water Pasteurization), para, dentre elas, escolher a melhor e mais viável para a comunidade. A segunda etapa da pesquisa foi a implementação do método SODIS nas comunidades, incluindo o acompanhamento dos mesmos e a análise de efeitos e aceitabilidade. Comparando as variações de SODIS e SOPAS, foi visto que a SOPAS é mais eficiente na desinfecção das águas do local de estudo, ou seja, o processo da eliminação dos microorganismos acontece mais rápido com o uso de um concentrador solar que aumenta a eficiência da radiação solar. Mesmo assim, decidiu-se ensinar em primeiro lugar o método SODIS convencional, usando garrafas PET (Poly-Ethylene Terephthalate) transparentes, incolor, por causa do baixo custo e da simplicidade na aplicação. A aceitabilidade da nova tecnologia foi maior na comunidade com maior nível sócio-econômico e com melhor acesso a informação. Além disso, esboçou-se que um acompanhamento intensivo da comunidade é indispensável para o sucesso do projeto.

Palavras-chave: Desinfecção de Água, Saneamento, Saúde Pública, SODIS.

## **ABSTRACT**

The presented work demonstrates the effects of the implementation of a SODIS-project (Solar Water Disinfection) in two rural communities of the interior of northeastern Brazil. Two main parts mark this study. The first is the comparison between different methods of disinfection (SODIS and SOPAS – Solar Water Pasteurization), and choosing among them the best or most viable one for the communities. The second part of the research involves the implementation of the SODIS method in two communities of Paraíba state, with regular coaching and analysis of its effects and acceptance by its inhabitants. Comparing the different methods of SODIS and SOPAS, the results show that SOPAS is more efficient when disinfecting waters in the studied area. At the same time, the process of elimination of microorganisms occurs faster with the use of a solar concentrator, which in turn increases the efficiency of solar radiation. Nevertheless, the inhabitants of the communities were taught the conventional SODIS-method, using transparent, colorless PET (Poly-Ethylene Terephthalate) bottles, because of the low cost and the simplicity of its application. The acceptance of this new technology was more successful in the community with better access to information and higher socio-economical level than in the other community involved in the study. Moreover, it was observed that intensive coaching of the community is indispensable for the success of the project.

Key words: Water Disinfection, Sanitation, Public Health, SODIS.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Organização do sistema de saúde no Brasil – fluxo financeiro. ....	36
Figura 2 – Espectro de radiação solar, mostrando as diferentes faixas de radiação e os comprimentos de onda.....	46
Figura 3 – Garrafas ao sol; Prainha do Canto Verde, CE; 13.07.2005.....	54
Figura 4 – Mapa do Estado da Paraíba com destaque para a Bacia do Riacho da Serra no Município de São José do Sabugi. ....	65
Figura 5 – Paisagem – poço com catavento para tirar água; Sitio Latadinha, São José do Sabugi, PB; 03.09.2005. ....	65
Figura 6 – Panorama do Sitio Riacho da Serra; São José do Sabugi, PB; 03.01.2006.....	65
Figura 7 – Mapa climatológico do Estado da Paraíba / climatologia anual da precipitação (mm) e mapa da Bacia do Rio Bodocongó com detalhe para o Riacho São Pedro, PB.....	67
Figura 8 – Paisagem da área do Rio São Pedro, época de chuva; Paus Brancos, Campina Grande, PB; 02.09.2005. ....	67
Figura 9 – Paisagem no início do verão; Paus Brancos, Campina Grande, PB; 08.12.2005. ....	67
Figura 10 – Posto de saúde do Riacho da Serra, onde foi montado o laboratório de campo; São José do Sabugi, PB; 03.01.2006. ....	70
Figura 11 – Laboratório de campo no posto de saúde do Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 03.01.2006. ....	70
Figura 12 – Pintando a metade das garrafas PET de cor preta; São José do Sabugi, PB; 03.01.2006..	71
Figura 13 – Garrafas dentro do concentrador solar (SOPAS). Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 05.01.2006. ....	71
Figura 14 – Poço amazonas. Fonte da água para os experimentos SODIS e SOPAS; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005. ....	73
Figura 15 – Tubo de saída de água da coleta de água do poço amazonas; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005. ....	73
Figura 16 – Homogeneizando a água com bastões de vidro estéreis antes de encher as garrafas; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005. ....	73
Figura 17 – Inoculo de esgoto e mistura para homogeneizar a amostra de água; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005. ....	73
Figura 18 – Garrafas cheias com água para testes, prontas para serem expostas ao sol; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005. ....	73
Figura 19 – Garrafas expostas ao sol. Controle (envoltas de papel alumínio), transparentes e sobre fundo preto; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005.....	73
Figura 20 – Laboratório de campo montado no posto de saúde; Sitio Riacho da Serra; São José do Sabugi, PB; 05.01.2006. ....	75
Figura 21 – Placas de Petri com os resultados microbiológicos após 24 h de incubação; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 05.01.2006. ....	75
Figura 22 – Material de divulgação, distribuído nas comunidades. Paus Brancos, PB; 08.04.2006. ....	79
Figura 23 – Pôster de SODIS na casa de uma moradora. Sitio Riacho da Serra. São José do Sabugi, PB; 19.08.2006. ....	79
Figura 24 – Palestra sobre higiene e SODIS. Paus Brancos, PB; 08.04.2006.....	82
Figura 25 – Distribuição de comida depois da palestra de SODIS. Paus Brancos, PB; 08.04.2006. ....	82
Figura 26 – Histograma da distribuição de rendimento da família por localidade.....	86
Figura 27 – Distribuição do rendimento da família e <i>per capita</i> por tamanho de família. ....	87
Figura 28 – Distribuição de rendimento da família por tipo de instrução/escolaridade do chefe da família. ....	87
Figura 29 – Fontes de abastecimento na comunidade de São José do Sabugi. ....	89
Figura 30 – Fontes de água usada para consumo humano na comunidade de São José do Sabugi. ....	89

Figura 31 – Tipo de tratamento de água para consumo humano na comunidade de São José do Sabugi.	89
Figura 32 – Olho d’água; São José do Sabugi, PB; 03.09.2005.	90
Figura 33 – Moradores lavando roupa; São José do Sabugi, PB; 03.09.2005.	90
Figura 34 – Histograma da distribuição de rendimento da família no assentamento de Paus Brancos.	93
Figura 35 – Distribuição de rendimento familiar e <i>per capita</i> por tamanho de família	94
Figura 36 – Fonte de abastecimento predominante nas casas do assentamento de Paus Brancos.	96
Figura 37 – Água usada para consumo humano nas casas do assentamento de Paus Brancos.	96
Figura 38 – Tipo de tratamento de água para consumo humano nas casas do assentamento de Paus Brancos.	96
Figura 39 – Meninas buscando água no chafariz; Paus Brancos, PB; 02.09.2005.	97
Figura 40 – Meninos buscando água numa carroça; Paus Brancos, PB; 08.12.2005.	97
Figura 41 – Mulher buscando água; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.	97
Figura 42 – Moradores coletando água em barris de fibra de vidro; Paus Brancos, PB; 02.09.2005.	97
Figura 43 – Grau de higiene nas casas do assentamento de Paus Brancos e dos moradores.	98
Figura 44 – Periodicidade da limpeza / manutenção das cozinhas dos moradores de Paus Brancos.	98
Figura 45 – Sala de uma família típica; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.	99
Figura 46 – Outro aspecto de uma residência; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.	99
Figura 47 – Cozinha típica; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.	99
Figura 48 – Crianças na cozinha, observa-se falta de pia; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.	99
Figura 49 – Moradora numa cozinha; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.	99
Figura 50 – Vista geral de um quintal; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.	99
Figura 51 – Diagrama de caixa (Box-Plot) comparando o rendimento familiar nas duas comunidades.	101
Figura 52 – Diagrama de caixa (Box-Plot) de comparação da falta de água relacionada ao rendimento familiar em Paus Brancos e São José do Sabugi.	103
Figura 53 – Decaimento de bactérias coliformes termotolerantes e <i>E. coli</i> em função da temperatura da água; Experimento do 16.12.2005, água A (água bruta da fonte).	106
Figura 54 – Decaimento de bactérias coliformes termotolerantes e <i>E. coli</i> em função da temperatura da água; Experimento do 16.12.2005, água B (contaminada com esgoto diluído).	107
Figura 55 – Decaimento de bactérias coliformes termotolerantes e <i>E. coli</i> em função da temperatura da água; Experimento do 05.01.2006, SOPAS.	110
Figura 56 – Inativação de bactérias coliformes termotolerantes e <i>E. coli</i> em função da radiação solar. Experimento SOPAS do 05.01.2006.	111
Figura 57 – Resultados dos questionários aplicados em São José do Sabugi sobre tratamentos de água usados pelos moradores.	115
Figura 58 – Crianças brincando ao lado da cisterna; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.	117
Figura 59 – Crianças mostrando as garrafas de SODIS sobre a cisterna; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.	117
Figura 60 – Morador fazendo SODIS; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.	117
Figura 61 – Garrafas de SODIS encima de uma cisterna; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.	117
Figura 62 – Multiplicadores e voluntárias apresentando um teatrinho de bonecas sobre SODIS; São José do Sabugi, PB; 19.08.2006.	118
Figura 63 – A equipe do projeto tomando água tratada com SODIS; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.	118
Figura 64 – Resultados dos questionários aplicados em Paus Brancos sobre tratamentos de água usados pelos moradores.	120
Figura 65 – Desenvolvimento de SODIS, comparando as duas comunidades.	123

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Principais doenças associadas à água.....	27
Tabela 2 – Fatores que influenciam na emergência e reemergência de algumas doenças infecciosas.....	32
Tabela 3 – Competências do gestor para cada nível de gestão do SUS.....	35
Tabela 4 – Classificação das águas doces do território nacional.....	43
Tabela 5 – Resumo dos VMP* para a qualidade da água de cada uma das classes de água doce do território nacional segundo a Resolução CONAMA N°. 357/2005, Art. 14 – 17.....	44
Tabela 6 – Resumo dos padrões microbiológicos e de turbidez para potabilidade segundo a Portaria N°. 518/2004 do Ministério da Saúde, Capítulo IV, Art. 11 e 12.....	45
Tabela 7 – Parâmetros analisados e metodologia.....	76
Tabela 8 – Faixa etária dos moradores da comunidade de São José do Sabugi.....	85
Tabela 9 – Grau de instrução dos moradores da comunidade de São José do Sabugi.....	88
Tabela 10 – Frequência trata/não trata a água, em relação ao grau de instrução do chefe de família dos moradores da comunidade de São José do Sabugi.....	90
Tabela 11 – Faixa etária dos moradores do assentamento de Paus Brancos.....	92
Tabela 12 – Grau de Instrução dos moradores do assentamento de Paus Brancos.....	94
Tabela 13 – Estudo comparativo de falta de água em São José do Sabugi e Paus Brancos.....	103
Tabela 14 – Densidade de coliformes termotolerantes e <i>E. coli</i> em 100 ml de água por métodos testados com água A (água bruta da fonte).....	106
Tabela 15 – Densidade de coliformes termotolerantes e <i>E. coli</i> em 100 ml de água por métodos testados com água B (contaminada com esgoto diluído).....	107
Tabela 16 – Valores de condutividade elétrica em uS/cm.....	108
Tabela 17 – Valores de diferentes parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de água antes de submetê-las à luz solar.....	108
Tabela 18 – Temperatura do ambiente e radiação solar.....	109
Tabela 19 – Densidade de coliformes termotolerantes e <i>E. coli</i> em 100 ml de água por métodos testados no experimento SOPAS.....	110
Tabela 20 – Valores de Condutividade elétrica em uS/cm.....	111
Tabela 21 – Custos dos tratamentos SODIS e SOPAS para desinfecção de água (em R\$).....	112
Tabela 22 – Resultados das alternativas SODIS ou SOPAS.....	113
Tabela 23 – Resultados dos questionários aplicados em São José do Sabugi sobre tratamentos de água usados pelos moradores.....	115
Tabela 24 – Resultados dos questionários aplicados em Paus Brancos sobre tratamentos de água usados pelos moradores.....	119

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AbrES – Associação Brasileira de Economia da Saúde
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- DALY – Anos de Vida Ajustados pelo Fator de Desabilidade (*Disability-Adjusted Life Year*)
- DNA – Ácido Desoxirribonucléico (*Desoxyribonucleic Acid*)
- EAWAG – Instituto Suíço Federal de Ciência Aquática e Tecnologia (*Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz*)
- ETA – Estação de Tratamento de Água
- ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
- GBD – Peso Global de Doenças (*Global Burden of Disease*)
- HIV – Vírus da Imunodeficiência Humana (*Human immunodeficiency virus*)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INTERPA – Instituto de Terras da Paraíba
- LMRS – Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto
- MS – Ministério de Saúde
- MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra
- NTU – Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT)
- OD – Oxigênio Dissolvido
- OMS – Organização Mundial de Saúde (*WHO – World Health Organization*)
- ONG – Organização Não-Governamental
- PIMC – Programa Um Milhão de Cisternas
- PET – Poly-Ethylene Terephthalate
- PHAST – Transformação Participativa de Higiene e Saneamento (*Participatory Hygiene and Sanitation Transformation*)
- PIB – Produto Interno Bruto
- PNAD – Programa Nacional de Amostragem por Domicílios
- POA – Processo Oxidativo Avançado
- PSF – Programa Saúde da Família
- PVC – Policloreto de Vinila
- SANDEC – Departamento de Higiene de Povoamento em Países Subdesenvolvidos (*Department of Water and Sanitation in Developing Countries*)

SARAR – Auto-estima, Forças associativas, Desenvoltura, Ação planejada e Responsabilidade (Self-esteem, Associative strenths, Resourcefulness, Action-planning and Responsibility)

SES – Sistema Estadual de Saúde

SODIS – Desinfecção Solar de Água (*Solar Water Disinfection*)

SOPAS – Pasteurização Solar de Água (*Solar Water Pasteurization*)

SMS – Sistema Municipal de Saúde

SPC-DIS – Desinfecção Solar Fotocatalítica (*Solar Photocatalytic Disinfection*)

SUS – Sistema Único de Saúde

UN – Nações Unidas (*United Nations*)

UV – Ultravioleta

UNICEF – Fundação pelas Crianças das Nações Unidas (*United Nations Children's Fund*)

VMP – Valores Máximos Permitidos

# SUMÁRIO

SUMÁRIO .....	15
1 INTRODUÇÃO .....	18
2 OBJETIVOS .....	20
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2 Objetivos Específicos.....	20
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
3.1 Situação da Água no Brasil e no Semi-Árido Paraibano.....	21
3.2 Abastecimento de Água no Brasil e no Nordeste.....	23
3.3 Água e Saúde.....	24
3.3.1 Dados, Fatos e as Metas das Nações Unidas pelo Desenvolvimento do Milênio .....	24
3.3.2 Doenças Associadas à Água.....	26
3.3.3 Causas e Transmissões .....	28
3.3.4 Padrões Bacteriológicos de Qualidade de Água.....	28
3.3.5 Associação entre Água e Higiene.....	30
3.3.6 Saúde e Política .....	31
3.3.6.1 Fatores Políticos que Influenciam a Saúde Pública .....	31
3.3.6.2 Promoção da Saúde.....	33
3.3.6.3 Importância/Peso das Doenças sobre as Atividades Produtivas .....	34
3.3.6.4 Financiamento do Sistema de Saúde .....	34
3.4 Água e Economia .....	37
3.4.1 A Água como um Bem Econômico.....	37
3.4.2 O Valor Econômico da Água .....	39
3.4.2.1 Determinação de Preço .....	39
3.4.2.2 Elasticidade da Demanda.....	40
3.4.3 Gerenciamento de Recursos Hídricos para Consumo Humano.....	41
3.5 Água e Legislação .....	42
3.6 SODIS – Desinfecção Solar de Água ( <i>Solar Water Disinfection</i> ) .....	45
3.6.1 História de SODIS.....	48
3.6.2 As vantagens de SODIS .....	48
3.6.3 Os limites de SODIS .....	49
3.6.3.1 Avaliação dos Riscos Químicos de SODIS .....	50
3.6.4 Experiências com SODIS a Nível Mundial.....	51
3.6.5 Experiências com SODIS no Brasil .....	53
3.6.6 Estudos Epidemiológicos com SODIS .....	54
3.6.7 SODIS e os Fatores Sociais.....	56
3.6.8 Importância de SODIS no Nordeste Brasileiro e na Paraíba.....	58
3.7 Análises Sociais .....	58
3.7.1 Pesquisa-Ação .....	58
3.7.2 Técnica Antropológica de Coleta e Análises de Dados.....	60
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	63
4.1 Etapas de Trabalho.....	63
4.2 Características dos Locais de Estudo .....	64

4.2.1	São José do Sabugi .....	64
4.2.1.1	Localização .....	64
4.2.1.2	Características Climatológicas.....	66
4.2.2	Paus Brancos .....	66
4.2.2.1	Localização .....	66
4.2.2.2	Características Climatológicas.....	67
4.3	Procedimentos Metodológicos de Diagnóstico para Avaliação da Situação Sócio-Econômica, de Saneamento e de Saúde .....	68
4.3.1	Tamanho de Amostra .....	68
4.3.2	Coleta de Dados.....	69
4.3.3	Análise dos Dados das Entrevistas.....	69
4.4	Procedimentos Metodológicos da Parte Experimental do SODIS e SOPAS .....	70
4.4.1	Materiais Utilizados.....	71
4.4.2	Condução dos Experimentos .....	72
4.4.2.1	Primeiro Experimento SODIS do Dia 16.12.2005.....	72
4.4.2.2	Segundo Experimento SOPAS do Dia 05.01.2006.....	74
4.4.3	Quantificação de Coliformes Termotolerantes e <i>E. coli</i> .....	75
4.4.4	Análises Físico-Químicas das Águas .....	76
4.4.5	Análise de Custo-Efetividade.....	76
4.5	Procedimentos Metodológicos das Atividades de Divulgação e Implantação do Método SODIS nas Comunidades.....	77
4.5.1	São José do Sabugi .....	77
4.5.1.1	Primeiro Contato com a Comunidade.....	77
4.5.1.2	Implementação do Método SODIS.....	78
4.5.1.3	Atividades de Divulgação.....	78
4.5.1.4	Acompanhamento da Comunidade.....	79
4.5.2	Paus Brancos .....	80
4.5.2.1	Primeiro Contato com a Comunidade.....	81
4.5.2.2	Implementação do Método SODIS.....	81
4.5.2.3	Atividades de Divulgação.....	82
4.5.2.4	Acompanhamento da Comunidade.....	82
4.6	Procedimentos Metodológicos de Medida dos Efeitos da Implantação de SODIS.....	83
4.6.1	Análises Estatísticas .....	83
4.6.2	Análises Sociais.....	83
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	84
5.1	Diagnóstico .....	84
5.1.1	São José do Sabugi .....	84
5.1.1.1	Caracterização Sócio-Econômica dos Moradores .....	84
5.1.1.2	Abastecimento de Água.....	88
5.1.1.3	Saúde Pública.....	90
5.1.2	Paus Brancos .....	92
5.1.2.1	Caracterização Sócio-Econômica dos Moradores .....	92
5.1.2.2	Abastecimento de Água.....	95
5.1.2.3	Saúde Pública.....	97
5.1.3	Análises Comparativas de São José do Sabugi / Paus Brancos.....	100
5.1.3.1	Caracterização Sócio-Econômica dos Moradores .....	100
5.1.3.2	Abastecimento de Água.....	102
5.1.3.3	Saúde Pública.....	104
5.2	Experimentos SODIS e SOPAS.....	105
5.2.1	Experimento SODIS do dia 16.12.2005 .....	105
5.2.1.1	Variação da Concentração das Bactérias Coliformes em Função da Temperatura.....	105
5.2.1.2	Condutividade Elétrica .....	107
5.2.1.3	Análises Físico-Química das Águas .....	108

5.2.2	Experimento SOPAS do dia 05.01.2006 .....	109
5.2.2.1	Dados Meteorológicos .....	109
5.2.2.2	Varição da Concentração das Bactérias Coliformes em Função da Temperatura	109
5.2.2.3	Varição da Concentração das Bactérias Coliformes em Função da Intensidade da Radiação Solar.....	110
5.2.2.4	Condutividade Elétrica .....	111
5.2.3	Análise de Custo-Efetividade SODIS / SOPAS .....	112
5.2.3.1	Cálculo de Custos .....	112
5.2.3.2	Cálculo de Efetividade.....	113
5.3	Efetividade da Divulgação e Implantação de SODIS .....	114
5.3.1	São José do Sabugi .....	114
5.3.1.1	Desenvolvimento e Aceitabilidade de SODIS.....	114
5.3.1.2	Observações Sociais .....	117
5.3.2	Paus Brancos .....	118
5.3.2.1	Desenvolvimento e Aceitabilidade de SODIS.....	118
5.3.2.2	Observações Sociais .....	120
5.3.3	Análises Comparativas dos Resultados de Desenvolvimento e Aceitabilidade de SODIS em São José do Sabugi e em Paus Brancos.....	123
5.4	Ambigüidades e Inconsistências dos Questionários.....	126
6	CONCLUSÕES.....	128
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
	Anexo .....	138
	1 Cartaz usado no ensino de como aplicar o método SODIS nas pequenas comunidades.....	138
	2 Questionário de Diagnóstico .....	139
	3 Ficha de Reconhecimento .....	146
	4 Ficha SODIS 1a.....	147
	5 Ficha SODIS 1b .....	149
	6 Ficha SODIS 2 .....	151
	7 Ficha de Aceitabilidade.....	152
	8 Conteúdo CD.....	153

# 1 INTRODUÇÃO

Água em quantidade suficiente e de boa qualidade é essencial para a vida. Grande parte da população mundial (1,1 bilhões de indivíduos, segundo dados da OMS, 2006) não tem acesso ao abastecimento de água de qualidade segura e o número de pessoas atingidas no Nordeste brasileiro é significativo (17,32% da população para o ano 2000, segundo o IBGE, 2006). A falta de acesso à água potável é um grave risco para a saúde pública, devido à transmissão de doenças de veiculação hídrica nas águas contaminadas, que se manifestam como diarreias e parasitos diversos que levam a estados mórbidos duradouros e até a quadros de desidratação e morte se não forem repostos os sais e líquidos perdidos. No Nordeste brasileiro, as diarreias ainda representam a causa principal de mortes em crianças menores de cinco anos e provocam altas taxas de morbidade na população em geral (IBGE, 2006).

Além do fato das altas taxas de doenças serem trágicas por si só, do ponto de vista econômico, significam grande perda de produtividade. Dados do IBGE (2006), referentes a uma pesquisa intitulada “População residente, por restrição de atividades nas duas últimas semanas e número médio de dias de restrição de atividades, segundo os grupos de idade, o sexo e as classes de rendimento mensal familiar – Brasil”, aponta que cerca de 6% da população pesquisada em 2003 tinha restrição de atividades por ordem médica em uma média de cinco dias por duas semanas. O número médio de dias era maior com o aumento da faixa etária e a porcentagem de pessoas com restrições de trabalho diminuía quanto maior era o rendimento mensal familiar. Esses resultados de baixa produtividade não foram associados com as perdas econômicas para o país, o estado ou o município e não é possível estimar seu valor em dinheiro ou PIB perdido.

Sabe-se que países com boas condições de saneamento básico (redes de água potável e esgotos e seu tratamento) geram condições para o avanço social e econômico. Entretanto, investimentos desse tipo não são fáceis em todos os países da América Latina e do Caribe, sendo necessário buscar soluções alternativas. Dentre elas se destacam as ações de ONGs, associadas ou não a planos governamentais. Dentre as tecnologias mais novas e inovadoras para desinfecção de águas para pequenas comunidades, destaca-se o uso da luz solar. SODIS (Solar Water Disinfection – Desinfecção de água com luz solar) é um método alternativo de tratamento de água, que é extremamente simples e destrói os microorganismos patogênicos (vírus, bactérias, protozoários e fungos) presentes na água, pelo efeito sinérgico da luz solar e

da elevada temperatura. O método atinge sua maior eficiência tratando pequenas quantidades de água (em média 1,5 a 2 litros) com baixa turbidez (inferior ou igual a 30 NTU), que se destinam ao uso doméstico. A eficiência de SODIS é maior em locais com alta radiação solar e poucas nuvens, como a região do semi-árido paraibano (SODIS, 2005).

O método SODIS já foi testado e implantado em diversas regiões ao redor do mundo com carência de água de boa qualidade para beber. Recentemente alcançou um milhão de usuários regulares, número que está aumentando diariamente, segundo informações da SODIS (2005).

O fornecimento de água bacteriologicamente segura se traduz em benefícios para a saúde (diminuição das doenças infecciosas de veiculação hídrica), sociais (melhores condições de vida ao melhorar o estado de saúde), e econômicos (maior produção dos indivíduos ao diminuir as taxas de morbidade). Um trabalho recente mostrou que SODIS também poderia produzir a inativação de oocistos de *Cryptosporidium parvum* (MÉNDEZ-HERMIDA *et al.*, 2005); parasito muito estudado na atualidade devido à elevada resistência de seus oocistos às condições de desinfecção com cloro gasoso, como a usada nas ETAs (Estações de Tratamento de Água). Um outro trabalho (LONNEN *et al.*, 2005) evidencia a inativação de trofozoítos de amebas patogênicas de vida livre (*Acanthamoeba polyphaga*). Ou seja, sua ação desinfetante se estende além das enterobactérias.

Além das essenciais componentes técnicas, SODIS também inclui importantes aspectos educacionais, sócio-culturais, de comportamento e motivação, como, por exemplo, a educação sanitária e ambiental, a instrução do método propriamente dito, a mudança de comportamento e o treinamento motivacional.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi o estudo da aceitabilidade e dos aspectos sócio-econômicos da implementação de SODIS em duas comunidades carentes de água potável, nos Municípios de São José do Sabugi e de Campina Grande – PB.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

- Avaliar a aceitabilidade e facilidade de instalação e de operação, por parte de comunidades de baixa renda, de um método de desinfecção de água para consumo humano usando radiação solar (SODIS tradicional e variações) analisando as consequências sociais, de saúde e econômicas de tais práticas.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Aplicar o método SODIS para desinfecção de águas para consumo humano nas comunidades de Paus Brancos e São José do Sabugi – PB, utilizando águas consumidas atualmente pela própria comunidade sem tratamento prévio;
- Definir, dentre as diversas variantes tecnológicas a serem utilizadas, aquela mais eficiente e que melhor seja aceita pela comunidade de Paus Brancos. Para isso foram comparadas três variantes de tratamentos SODIS, usando: (1) garrafas PET transparentes; (2) garrafas PET transparentes, pintadas metade de preto; (3) garrafas PET transparentes, pintadas metade de preto, colocadas dentro de um concentrador solar (SOPAS – Solar Pasteurization, ou seja, pasteurização por luz solar);
- Estudar a viabilidade, a aceitação e a reação da população das comunidades de Paus Brancos e de São José do Sabugi quanto ao uso desses métodos alternativos de tratamento de água;
- Avaliar as vantagens sociais, de saúde e econômicas da implantação de SODIS e suas variações nas comunidades de Paus Brancos e de São José do Sabugi, em um certo período de tempo;
- Realizar trabalhos de divulgação (educação sanitária e ambiental), junto a grupos comunitários e à comunidade em geral, sobre a importância da qualidade da água na saúde e no desenvolvimento sócio-econômico da comunidade e sobre as consequências do uso indevido de águas poluídas, para a saúde.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Situação da Água no Brasil e no Semi-Árido Paraibano

Todas as formas de vida dependem da água. Ela cobre 77% da superfície da Terra, mas apenas 2,5% de toda a água do planeta é doce. Do total de água doce, apenas 1,2% encontra-se em rios, lagos e em outros reservatórios, com possibilidade de ser potável. Conseqüentemente, há pouca água disponível e muitas regiões do mundo já sentem sua falta (REBOUÇAS, 2002). A situação de escassez de água em quantidade e em qualidade aumenta a cada dia com o crescimento da população e as intervenções humanas no meio ambiente. Embora se considere que a quantidade de água que circula na Terra é preservada pelo ciclo hidrológico, as reservas existentes estão sendo modificadas com a exploração excessiva dos aquíferos, a construção de barragens e o desmatamento. A qualidade é alterada constantemente pelas fontes poluidoras pontuais ou difusas, que limitam a capacidade de autodepuração (TUNDISI, 2003).

Dentre as principais causas da poluição das águas, as mais citadas são: esgotos domésticos e industriais, fosfatos e nitratos da agricultura adubada ou fertirrigada; metais pesados de origem industrial; lodos de estações de tratamento de águas residuárias e infiltração de chorume de depósitos de lixo (VOLLENWEIDER, 1981; SALATI *et al.*, 2002; VON SPERLING, 2005).

O Brasil é um país rico em água doce e conseqüentemente um dos maiores na produção hídrica, representando 53% da produção de água doce do continente Sulamericano e 12% do total mundial. A maior parte da água se concentra na região amazônica, com 72% do total do Brasil, enquanto a Paraíba tem 1,8% (REBOUÇAS, 2002).

VIEIRA (2002) aponta que os principais problemas relacionados à qualidade da água no Nordeste brasileiro são a salinização dos corpos hídricos pelas formações cristalinas normalmente salinas, que lixiviam sais para o solo e para as águas; elevados níveis de turbidez e assoreamento, a poluição com esgotos domésticos e industriais, efluentes de matadouros, fertilizantes químicos e agrotóxicos das áreas agrícolas e pastoris e acúmulo de lixo.

A situação das águas no interior do estado da Paraíba (Brasil), região que é considerada uma das mais pobres do país, é bastante precária. Os rios e açudes em geral

recebem esgotos domésticos e industriais devido à escassez de redes coletoras e de estações de tratamento de esgotos (ETEs), assim como resíduos líquidos das áreas agrícolas que escoam pelas bacias de drenagem associados às práticas agrícolas primitivas (CEBALLOS *et al.*, 2003). Todavia, uma parte significativa da população rural utiliza estas águas para consumo humano sem tratamento prévio, devido à falta de água encanada e tratada.

A procura por fontes de água bruta para uso humano, para irrigação e para dessedentação animal no Semi-Árido nordestino é uma constante, devido aos longos períodos de estiagem, associados às irregularidades na precipitação pluviométrica, sua concentração em poucos meses do ano e à evaporação excessiva. Por exemplo, na serra da Borborema, a precipitação média é de 800 mm/ano concentrados nos meses de março a agosto e a evaporação calculada aproxima-se dos 1.800 mm/ano (LMRS, 2006). Por outro lado, deve-se destacar que o estado possui 223 municípios e há apenas 14 estações de tratamento de esgotos, três delas em João Pessoa, cujos efluentes atingem o Rio Cuiá (ETE de Mangabeira) e o estuário do Rio Paraíba (Complexo do Roger). No caso de Campina Grande, a ETE lança seus efluentes no Riacho Bodocongó, afluente do Rio Paraíba, elevando a contaminação desse riacho com bactérias patogênicas e parasitas (CEBALLOS *et al.*, 2003). A falta de conservação ambiental e o uso intensivo dessas águas aceleram sua poluição e contaminação, e dificultam a preservação da qualidade daquelas destinadas ao consumo humano, em particular as que são usadas por pequenas comunidades não beneficiadas com água tratada. A contaminação microbiológica das águas é decorrente dessa situação e as doenças infecciosas de veiculação hídrica são endêmicas nestas localidades com falta de saneamento básico (GUEDES & CEBALLOS, 1998; CEBALLOS *et al.*, 2003). De forma geral, se pode dizer que quanto mais pobre a população, maior o número de doenças infecciosas vinculadas às condições deficientes de saneamento. Essa situação é um reflexo da desigualdade social e econômica (BARACUHY, 2001).

Um trabalho recente realizado na comunidade de Paus Brancos, assentamento sob tutela do Instituto de Terras da Paraíba – INTERPA, próximo da cidade de Campina Grande, localizada na bacia do Riacho Angico (afluente do Riacho São Pedro por sua vez afluente do Rio Paraíba), mostrou que as 17 fontes de água usadas para consumo humano, em particular, para beber, pelas mais de 72 famílias (poços, açudes, cacimbas, cacimbões), apresentaram algum nível de contaminação microbiológica, não sendo adequadas para uso humano sem tratamento prévio (OLIVEIRA, 2005).

### **3.2 Abastecimento de Água no Brasil e no Nordeste**

O censo do ano 2000 (IBGE, 2006) constatou que dos 9.848 distritos brasileiros, 1.192 (12,1%) não tinham rede geral de abastecimento de água. Dos 3.084 distritos do Nordeste, 534 (17,3%) eram carentes desse serviço. A mesma fonte indica que na Paraíba, somente 31 (11%) dos 283 distritos usam soluções alternativas, tais como chafariz, bica ou mina (8 distritos), poço particular (8 distritos), caminhão pipa (12 distritos) e outros (3 distritos). Os dados oficiais aparentemente não representam a situação verdadeira e são difíceis de serem interpretados. Deve-se destacar que esses dados referem-se ao número de distritos e não ao número de pessoas sem água potável. Dados do Programa Nacional de Amostragem por Domicílios (PNAD/98, 2001) mostraram que, no país, dos 7,8 milhões de domicílios considerados rurais, apenas 22,4% estavam ligados à rede de abastecimento de água. A mesma pesquisa indica que, no Nordeste brasileiro, cerca de 60% da população rural não têm acesso à rede de abastecimento de água, sendo que a média brasileira sem água tratada é de 33%.

As porcentagens mencionadas mostram falta geral de rede de abastecimento de água em diversos municípios e distritos, sendo acentuada essa carência na zona rural. Por outro lado, a escassez de corpos hídricos com capacidade de regularização plurianual determina a irregularidade dos serviços de água encanada. Quando chega a estiagem e esta se prolonga, as cisternas para captação de água de chuva secam e os carros pipas são os principais fornecedores de água e as coletas em barreiros, cacimbas, poços, açudes pequenos, etc. tornam-se prioritárias.

Uma pesquisa feita pela Cáritas Brasileira Nordeste II, com famílias do semi-árido dos estados de Ceará, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Bahia, Sergipe, Piauí e Minas Gerais, relacionada ao “Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC”, iniciado pelo governo federal (Ministério do Meio Ambiente), associações, instituições e ONGs, em 2001, mostrou que a captação e armazenamento de água de chuva para abastecimento e consumo humano foi compreendida e assumida como prioritária por 82% das famílias entrevistadas (CÁRITAS BRASILEIRA, 2002).

É freqüente que a água conservada em cisternas comunitárias, embora esteja bem armazenada preservando sua qualidade para consumo humano, seja contaminada no momento da coleta devido ao uso de recipientes mal lavados, ou porque os mesmos não têm tampa e se contaminam no trajeto até as residências. Outras vezes, a água das cisternas não é de boa qualidade para consumo humano por haver contaminações provenientes da coleta ou do

fornecimento (escoamento desde os tetos das residências ou dos caminhões pipas) durante seu armazenamento até seu consumo, por falta de limpeza da própria cisterna.

GELDREICH & CRAUN (1996, p.5) observaram em Lima (Peru), a presença de larvas de insetos nos depósitos de água e descreveram a seguinte situação:

Ainda quando a qualidade da água fornecida a uma comunidade através de cisternas públicas seja de qualidade satisfatória, é freqüente que a água contamine-se nos baldes e recipientes que se empregam para levar a água até as casas. No lar, a água deve ser guardada em vasilhames limpos de boca estreita e que se possam manejar com pouco risco de contaminação.

SOARES (2004, p.9) cita que Agentes Comunitários de Saúde (ACS) visitam e ensinam aos proprietários de cisternas como fazer o tratamento da água antes de seu consumo: *“A gente orienta que devem ser adicionadas duas gotas de hipoclorito de sódio para cada litro de água. Ensina que é preciso retirar a calha durante o período de seca e que deve ser utilizada uma única vasilha, muito limpa, para pegar a água da cisterna”*. O artigo não diz se o cloro é distribuído gratuitamente e se as pessoas o usam. Averiguações posteriores indicaram que o fornecimento de cloro não é constante por parte dos postos de saúde e que muitos moradores não fazem a cloração regularmente (comunicação pessoal de moradores com cisterna).

Um estudo sobre a qualidade das águas de 21 fontes temporárias usadas para consumo humano (pequenos açudes, cacimbas, cacimbões e olhos de água) no Município de Campina Grande, verificou altos níveis de contaminação fecal e valores elevados de compostos nitrogenados e fosforados (DINIZ, 1994). A autora considerou todos os corpos de água estudados com riscos à saúde dos consumidores e destaca a importância de que os investimentos públicos na construção de reservatórios de água para consumo humano sejam acompanhados de programas de educação sanitária.

### **3.3 Água e Saúde**

#### **3.3.1 Dados, Fatos e as Metas das Nações Unidas pelo Desenvolvimento do Milênio**

No início desta década, a diarreia foi estimada como o principal sintoma ou doença responsável pela morte infantil em crianças de menos de cinco anos em todo o mundo e em

especial nos países sub-desenvolvidos, com destaque para países da América Latina, o Caribe e África. A diarreia ainda continua sendo a causa principal dessas mortes em todo o mundo (OMS, 2006). A estatística de saúde mundial (OMS, 2006), mostra uma taxa de mortalidade infantil de 32 por mil crianças nascidas vivas no Brasil em 2004, enquanto esta taxa na região das Américas – incluindo todos os países do continente – está em 21 por mil. Das causas de morte infantil em crianças com menos de cinco anos de idade, as doenças diarreicas – segundo a mesma estatística – equivalem 12 % no Brasil no ano 2000 e 10,1 % na região das Américas.

Dados das Nações Unidas (UN MILLENNIUM DEVELOPMENT GOALS, 2006) mostram altas taxas de doenças e mortes infantis por causa da má qualidade da água em todo o mundo e em particular nos países em vias de desenvolvimento da América Latina e do Caribe. Uma das metas das Nações Unidas, através do Programa UN MILLENNIUM DEVELOPMENT GOALS (2006), baseado e reafirmado na Resolução N.º. 55/2, United Nations Millennium Declaration, de 8 de setembro de 2000, é um desenvolvimento melhor através do combate à pobreza, ignorância, morbidade, injustiça, violência, crime e degradação social, prevendo reduzir em 50% o número de pessoas que não têm acesso à água potável e diminuir em aproximadamente 2/3 a taxa atual de mortalidade infantil em crianças de menos de cinco anos, no período de 1990 a 2015. Este programa, criado em 2000 pela Assembleia Geral das Nações Unidas, tem como antecessoras as Conferências Globais de 1990 que definiram metas que ajudaram a construir um quadro normativo-compreensivo, pela primeira vez, através de um mapeamento de grande amplitude das prioridades de desenvolvimento que foram compartilhadas pelos países participantes. Estas metas delinearam a base de trabalho para uma série de alvos a serem atingidos com prazo definido (desde a diminuição da pobreza extrema mundial pela metade, até colocar todas as crianças em escolas primárias).

Uma estimativa de 1996 (IBGE, 2006), que se refere ao período de 1993/94, mostrou, para menores de cinco anos no Brasil, uma taxa de mortalidade de 65,5 ‰ (masculino) e 56,0 ‰ (feminino), sendo a maior taxa do país no Nordeste, com 105,7 ‰ (masculino) e 86,1 ‰ (feminino). Dados mais recentes, do Ministério da Saúde para o Programa Saúde da Família – PSF mostram uma redução significativa, em todo o Brasil, dos casos de diarreia para a população beneficiada com esse programa. As mortes de crianças com até um ano de vida por diarreia caíram 36,36% entre o final de 2002 e dezembro de 2004. Na Paraíba, dentre a população atendida pelo programa, dados da Secretaria da Saúde do estado mostram que houve uma diminuição de 20,12% considerando que entre 2002 e 2004 as mortes de crianças nessa mesma faixa etária diminuíram de 32,3 óbitos por mil para 25,8.

Essas melhorias são consideradas pela própria Secretaria da Saúde como consequência direta da implantação do Programa de Saúde da Família, ampliado nos últimos dois anos (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, SECRETARIA DE SAÚDE, 2005).

No início do Programa “UN MILLENNIUM DEVELOPMENT GOALS”, em 1990, os levantamentos iniciais evidenciaram que as taxas de mortalidade infantil da América Latina eram de 13 a 150 a cada 1000 crianças nascidas vivas, segundo a estimativa da UNICEF (2005), sendo, no Brasil, de 60/1000. Este número corresponde ao sétimo lugar entre os países com mortes de crianças menores de cinco anos na América Latina. Na frente da lista ficou o Haiti, com 150 mortos por 1000 nascidos. Em 2003, um levantamento semelhante indicou uma diminuição de 21 – 38%, com uma faixa de 8 a 118 mortos por cada 1000 crianças com menos de 5 anos nascidas vivas. Nesse trabalho, o Brasil teve uma taxa de 35 mortes para cada 1000, ou seja, de 3,5% e o Haiti, ainda na frente, mostrou 11,8%.

Uma das últimas publicações, chamada “Global Monitoring Report 2006”, das Nações Unidas, com os resultados intermediários dos objetivos do projeto do milênio (UN MILLENNIUM DEVELOPMENT GOALS, 2006), considera um objetivo muito ambicioso, no que diz respeito à mortalidade infantil, que se traduz na meta de diminuir esta taxa por 2/3 entre 1990 e 2015 – o que seria 4,3 % por ano –. A maioria dos países de baixa ou média renda não estão obtendo progresso satisfatório para poder alcançar a meta do documento. As Nações Unidas destacam que o monitoramento do progresso no alcance dos objetivos é difícil, pois existe uma imprecisão na interpretação dos dados. No levantamento do número de casas ou comunidades ligadas ao abastecimento de água não há referência sobre a qualidade da água propriamente dita. Assim sendo, continua a luta para um melhoramento da situação da água no mundo e no Brasil e conseqüentemente um melhoramento da saúde pública.

### **3.3.2 Doenças Associadas à Água**

Dados recentes do Water Supply and Sanitation Collaborative Council (UNICEF, 2006; OMS, 2006), apontam que as doenças mais comuns relacionados à má qualidade da água e falta de saneamento básico são: salmoneloses (disenterias e febre tifóide), shigeloses (disenteria bacilar), cólera, leptospirose, hepatite, diarreias por rotavírus, esquistossomose, amebíase, giardíase, ascaridíase, estrogiloidíase, entre outras.

A maioria das diarreias tem sua origem nas infecções intestinais por alimentos ou água contaminados com vírus, bactérias, protozoários ou helmintos patogênicos que alteram os processos metabólicos celulares e o balanço de água e sais das células, causando

desidratação e morte se os líquidos e os sais não forem repostos rapidamente (BATISTA *et al.*, 2001). Contribuem para a sua disseminação, os utensílios domésticos, mãos e insetos (vetores mecânicos) contaminados que diversificam as vias de transmissão, embora a água seja o veículo mais eficiente.

VON SPERLING (2005) resume as principais doenças associadas à água (Tabela 1).

**Tabela 1 – Principais doenças associadas à água.**

<b>Doença</b>	<b>Agente Causal</b>	<b>Sintomas</b>
<b>Ingestão de Água Contaminada</b>		
Disenteria bacilar	Bactéria ( <i>Shigella dysenteriae</i> )	Forte diarreia
Cólera	Bactéria ( <i>Vibrio cholerae</i> )	Diarreia extremamente forte, desidratação e alta taxa de mortalidade
Leptospirose	Bactéria ( <i>Leptospira</i> )	Icterícia e febre
Salmonelose	Bactéria ( <i>Salmonella</i> )	Febre, náusea e diarreia
Febre tifóide	Bactéria ( <i>Salmonella typhi</i> )	Febre elevada, diarreia e ulceração do intestino delgado
Disenteria amebiana	Protozoário ( <i>Entamoeba histolytica</i> )	Diarreia prolongada com sangramento e abscessos no fígado e intestino delgado
Giardíase	Protozoário ( <i>Giardia lamblia</i> )	Diarreia leve a forte, náusea, indigestão e flatulência
Hepatite infecciosa	Vírus (vírus da hepatite A)	Icterícia e febre
Gastroenterite	Vírus (enterovírus, parvovírus, rotavírus)	Diarreia leve a forte
Paralisia infantil	Vírus ( <i>Poliomielites virus</i> )	Paralisia
<b>Contato com Água Contaminada</b>		
Escabiose	Sarna ( <i>Sarcoptes scabiei</i> )	Úlceras na pele
Tracoma	Clamídea ( <i>Chlamydia tracomatis</i> )	Inflamação dos olhos, cegueira completa ou parcial
<b>Verminoses, tendo na Água um Estágio do Ciclo de vida</b>		
Esquistossomose	Helminto ( <i>Schistosoma</i> )	Diarreia, aumento do baço e do fígado e hemorragias
<b>Transmissão através de Insetos, tendo a Água como Meio de Procriação</b>		
Malária	Protozoário ( <i>Plasmodium</i> )	Febre, suor e calafrios de gravidade variável de acordo com o tipo de <i>Plasmodium</i>
Febre amarela	Vírus ( <i>flavivírus</i> )	Febre, dor de cabeça, prostração, náusea e vômitos
Dengue	Vírus ( <i>flavivírus</i> )	Febre, forte dor de cabeça, dores nas juntas e músculos e erupções
Filariose	Helminto ( <i>Wuchereria bancrofti</i> )	Obstrução de vasos e deformação de tecidos

Fonte: VON SPERLING (2005).

### 3.3.3 Causas e Transmissões

CEBALLOS (2000) aborda diferentes formas de transmissão de doenças associadas com a água: a forma direta de contaminação com os patógenos através das fezes e pela via mão-boca; a forma indireta através de alimentos, utensílios domésticos e água contaminada. Existem outras formas de transmissão como, por exemplo, através do sistema respiratório – no caso de vírus – ou por escoriação da pele, em contato com águas contaminadas (Leptospirose, Esquistossomose). CEBALLOS (2000) divide as doenças em quatro classes:

1. Doenças de origem hídrica (*waterborne diseases*), ou seja, doenças que se transmitem no contato físico, na ingestão da água ou de gelo ou através de alimentos lavados com água contaminada com material fecal.
2. Doenças com base na água (*water based diseases*) são as doenças transmitidas por microorganismos parasitas de outros seres vivos com ciclos de vida na água. Estes organismos servem como hóspedes intermediários dos microorganismos. Um exemplo de uma doença desta classe, transmitida pelo contato com a água contaminada, é a Esquistossomose. Um exemplo de uma transmitida pela ingestão é a Dracontíase (lombriz de guinea).
3. Doenças associadas com água (*water related diseases*) são transmitidas através de insetos, principalmente mosquitos, que se reproduzem perto das águas ou que põem seus ovos nas águas.
4. O último grupo são as doenças infecciosas por causa da falta de água e higiene pessoal. Os responsáveis por elas são as bactérias transmitidas facilmente através de mãos sujas ou de moscas.

A bactéria reconhecida como o indicador universal de contaminação fecal de animais homeotérmicos, é a *Escherichia coli*. Ela faz parte do grupo das bactérias coliformes, e em particular dos coliformes termotolerantes, considerados durante muitos anos como indicadores desse tipo de contaminação. Os coliformes são bacilos gram negativos e *E. coli* é exclusiva de fezes de animais homeotérmicos (APHA, 1998).

### 3.3.4 Padrões Bacteriológicos de Qualidade de Água

EVISON (1979) e DUDKA (1979) aprofundaram a discussão sobre indicadores de contaminação fecal, em particular para seu uso como indicadores da qualidade sanitária de águas destinadas para usos diferentes, na busca de uma melhor definição dos valores a serem

atribuídos aos denominados padrões bacteriológicos de qualidade de água para seus usos diversos, com destaque para o consumo humano.

O primeiro dos autores citados, analisou a necessidade do estabelecimento de padrões microbiológicos de qualidade da água para consumo humano, ponderando os riscos de infecção humana por parte dos microrganismos enteropatogênicos de veiculação hídrica. O pesquisador considera que a definição acurada de valores padrões ou de valores máximos permissíveis (VMP) num volume conhecido resolve grande parte dos problemas de contaminação através da água de beber. O problema inicial para estabelecer esses VMP consiste na determinação do nível base da cota de doenças aceitáveis em uma determinada localidade e a decisão de qual poderia ser um aumento aceitável destas doenças associado a um uso particular da água.

Classificando a água em tipos conforme o uso, DUTKA (1979) mostrou que os principais parâmetros microbiológicos e suas concentrações aceitáveis para águas, por exemplo, para recreação, são diferentes daqueles a serem utilizados para água de consumo humano ou daquela que será utilizada na agricultura. A água para recreação deve ser examinada à procura de microrganismos que causam principalmente doenças nos olhos, ouvidos, nariz, garganta, pele e trato gastrointestinal. Conseqüentemente, os melhores indicadores seriam *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, junto com os coliformes termotolerantes, chamados na época de seu trabalho de coliformes fecais. Os dois primeiros são patógenos oportunistas, que causam infecções de pele, nariz, garganta e ouvidos, freqüentes em nadadores. Já para água potável, seriam indicadores exclusivos os coliformes fecais ou coliformes termotolerantes.

EVISON (1979) analisou a existência de correlação positiva entre salmonelas e vírus com coliformes termotolerantes ou fecais, apontando a problemática de sua eliminação através dos sistemas convencionais de tratamento da água e de desinfecção, em especial para vírus, que são organismos pequenos e mais resistentes à cloração que às bactérias, destacando, então, uma limitação do uso dos coliformes termotolerantes e da *E. coli* como indicadores de todo tipo de microrganismo patogênico. DUTKA (1979), destacou a importância de se escolher *E. coli* como indicador padrão de contaminação fecal em águas de consumo humano, já que os até então denominados coliformes fecais não são exclusivamente dessa única origem, pelo contrario, foi reconhecida sua existência no ambiente, em especial nas regiões mais quentes, como as tropicais e subtropicais.

O autor considera, ao nível técnico, a importância de temperatura de incubação, visto que abaixo de 45,5°C, os coliformes enumerados não seriam coliformes fecais (ou

termotolerantes) e sim os denominados coliformes totais. Portanto, a temperatura de incubação das amostras de água, durante o processo de quantificação de coliformes, poderia ser um forte fator de erro em relação ao tipo de coliformes que se está quantificando e, portanto, de sua aceitação para um determinado uso. Já *E. coli*, além de mostrar-se, até o momento, como bactéria exclusiva de fezes de homeotérmicos, elimina essa incerteza, por crescer muito bem entre 35°C e 45,5°C. Valores de temperatura acima de 45,5 - 46°C passam a ser limitantes para os coliformes em geral. Dependendo da temperatura e do tempo de exposição às mesmas, as populações de *E. coli*, de coliformes totais e de coliformes termotolerantes conseguem ou não recuperar-se e se reproduzir.

### **3.3.5 Associação entre Água e Higiene**

Dos muitos estudos que foram realizados para mostrar a relação entre a qualidade de água e doenças, especialmente doenças diarréicas, merece destaque o trabalho realizado por ESREY *et al.* (1991). Os autores analisaram 144 estudos para poder confirmar quais intervenções em saneamento e, principalmente, em eliminação de excretos e aumento de quantidade de água – o que está diretamente associado com melhorias na higiene pessoal – são mais eficientes do que apenas melhorias na qualidade de água. Eles observaram uma redução de 55% na taxa de mortalidade infantil devida a melhorias no saneamento e quantidade da água. Consequentemente os autores apontam que a educação sanitária sempre tem que fazer parte das intervenções.

Em um outro trabalho com dados coletados de oito países, ESREY (1996) observou, também, em zonas urbanas, a associação de água e higiene com diarréias. O grupo com a maior taxa de diarréia foi o das pessoas sem saneamento básico, enquanto a menor taxa de diarréias encontra-se nos lugares com ótimas condições sanitárias. Como no trabalho mencionado anteriormente, o autor repete aqui que a diferença da prevalência de diarréias é maior ao mudar as condições de saneamento do que ao mudar o nível quantitativo de água. O autor menciona que o saneamento não tem efeitos em diarréias nas zonas rurais. Este fato permite concluir que o fator espaço é fundamental. Mesmo não tendo instalações sanitárias, a contaminação fecal não é maior, pois as fezes, e com elas as bactérias patogênicas, ficam longe da casa ou da água usada em casa.

Um estudo caso-controle de HELLER *et al.* (2003) mostra não só a associação das diarréias com o nível de saneamento, mas também com o estado socioeconômico. Os autores provaram estatisticamente a relação da diarréia com o estado socioeconômico ou a estrutura

familiar. Conseqüentemente, a diarreia pode refletir um baixo estado socioeconômico ou uma situação familiar desestruturada.

Em um trabalho de SMITH *et al.* (2001) foram analisados, em quatro comunidades rurais em Honduras, os fatores sócio-culturais e sócio-demográficos que podem influenciar no risco de infecção com *Ascaris lumbricoides* e *Trichuris trichiura*. O grupo pesquisado era composto principalmente de pessoas com baixas condições sócio-econômicas, a maioria deles agricultores com acesso limitado à educação superior, presente apenas nas cidades maiores. Os resultados apontam que o nível de educação está relacionado com uma possível infecção. Por exemplo, foram encontradas infecções mais freqüentes com *A. lumbricoides* em crianças de mães com menor educação escolar.

### **3.3.6 Saúde e Política**

#### **3.3.6.1 Fatores Políticos que Influenciam a Saúde Pública**

Em um trabalho sobre doenças emergentes e reemergentes, saúde e ambiente, NAVARRO *et al.* (2002) explicam o que são doenças emergentes e reemergentes. Enquanto se fala de doenças emergentes como aquelas causadas pela introdução de novos ou previamente não-detectados microorganismos (p.ex. HIV), as doenças reemergentes são aquelas decorrentes do ressurgimento de conhecidas doenças após o declínio ou controle de sua incidência (p.ex. dengue, leptospirose, tuberculose, dentre outras). Conseqüentemente, em relação à política de saúde NAVARRO *et al.* apontam:

“[...] que a emergência e a reemergência de doenças no mundo atual estão fortemente potencializadas pela interação dos fenômenos da degradação socioecológica, dos interesses econômicos, da deterioração dos programas de saúde pública, da globalização e da transformação rápida de padrões de comportamentos sociais [...]”.

Além disso, NAVARRO *et al.* (2002, p.38) mencionam que:

“A degradação socioecológica, resultante de processos de transformação social orientados por modelos de desenvolvimento predatórios, revelou-se como responsável pela disseminação de novos agentes etiológicos e também como determinante de mudanças no padrão epidemiológico de doenças como dengue, febre amarela e doenças respiratórias, essas últimas tendo como etiologia a qualidade do ar das regiões urbanas.”

Assim sendo, NAVARRO *et al.* concluem que as fronteiras político-econômicas continuam sendo um fator decisivo para a “explosão” de doenças em territórios onde as políticas de saúde não são um ponto prioritário dos investimentos e preocupações nacionais. No hemisfério norte, fala-se do “declive norte-sul”, o fenômeno das diferenças de poder econômico e de desenvolvimento entre diferentes regiões geográficas no sul e no norte dos

países, que normalmente estão relacionados ao clima regional. No Brasil parece ocorrer o mesmo fenômeno, porém invertido (declive sul-norte), pois os autores destacam que, nesse país, se verifica uma realidade que traduz uma expressiva industrialização da região Sudeste, mantendo, nas regiões mais pobres, níveis de subdesenvolvimento que determinam e agravam as precárias estruturas de saúde pública. Citando NAVARRO *et al.* (2002, p.40), eles ainda apontam que:

“[...] ao induzir um intenso e desordenado processo de urbanização, esse modelo cria ambientes físicos e sociais extremamente insalubres e propiciadores de redes caóticas de infecções de caráter epidêmico e de expansão de doenças outrora circunscritas a nichos endêmicos”.

Na Tabela 2, NAVARRO *et al.* (2002, p.45) resumem os fatores que influenciam na emergência e reemergência das doenças infecciosas.

**Tabela 2 – Fatores que influenciam na emergência e reemergência de algumas doenças infecciosas.**

<b>Fator</b>	<b>Exemplos de fatores específicos</b>	<b>Exemplos de doenças</b>
Mudanças ecológicas (incluindo aquelas relacionadas ao desenvolvimento econômico e uso da terra)	Agricultura; represas; mudanças nos ecossistemas hídricos; desflorestamento/reflorestamento; enchentes/secas; fome e mudanças climáticas.	Febre de Rift Valley; Hantaan (febre hemorrágica coreana); expansão da leishmaniose visceral; disseminação de arbovírus como o Sabia (febre hemorrágica), Rocio (encefalite) e Mayaro e Oropouche (síndromes febris).
Demografia e comportamentos humanos	Eventos sociais; crescimento populacional e migrações; guerras e conflitos civis; deterioração dos centros urbanos e adensamento populacional.	Disseminação da dengue; ressurgência da tuberculose.
Comércio e viagens internacionais	Movimento internacional de bens e pessoas e viagens aéreas.	Malária de “aeroporto”; disseminação de mosquitos vetores; introdução da cólera e do dengue nas Américas.
Indústria e tecnologia	Globalização do suprimento de alimentos; mudanças no processamento e empacotamento de alimentos; drogas causadoras de imunossupressão; uso irracional de antibiótico.	Encefalopatia espongiforme bovina; infecções oportunistas em pacientes imunodeprimidos.
Adaptação e mudanças dos agentes	Evolução dos microorganismos. pressão seletiva e desenvolvimento de resistência.	Variações naturais/mutações em vírus; bactérias; resistência a antibióticos, antivirais, antimaláricos e pesticidas.
Colapso nas medidas de saúde pública	Saneamento e controle de vetores inadequados e cortes nos programas de prevenção.	Disseminação da cólera no Brasil; reintrodução do vírus da dengue nas Américas.

Fonte: NAVARRO *et al.* (2002, p.45).

### 3.3.6.2 Promoção da Saúde

Um conceito importante de saúde e política é o da “Promoção da Saúde”, que vem entendido universalmente como o de *proporcionar aos povos os meios para melhorar a saúde e exercer maior controle sobre ela*. Eventos fundamentais para o Brasil foram, segundo MINAYO (2002), a Conferência Mundial de Saúde realizada em 1986 em Ottawa, no Canadá, e a VIII Conferência Nacional de Saúde, que ocorreu no mesmo ano no Brasil. A conferência de Ottawa teve o objetivo de propor estratégias que incluíssem cuidados ambientais, busca de qualidade dos sistemas de suporte concretizados nos serviços de saúde, incentivo a iniciativas de responsabilidade pessoal na prevenção de agravos e promoção de comportamentos, atitudes e práticas saudáveis. As cinco prioridades estabelecidas foram: aumento da responsabilidade social, aumento das investigações, da infra-estrutura, expansão e consolidação das alianças para a saúde e aumento da capacidade da comunidade da aquisição de conhecimento dos indivíduos. O evento brasileiro (VIII Conferência Nacional de Saúde) foi considerado o marco fundador de uma nova concepção para a qualidade de vida no país, pois proclamou a saúde como sendo um direito do cidadão. A conferência teve três objetivos principais, que foram:

1. Transferir a responsabilidade da prestação da assistência à saúde do governo da União para os governos locais;
2. Consolidar o financiamento e a provisão de serviços públicos de saúde, orientando-os para a equidade, a universalidade e a integralidade da atenção;
3. Facilitar a participação efetiva da comunidade no planejamento e controle do sistema de saúde.

ROZEMBERG (2002) aponta ainda os fatores participativos da promoção da saúde, explicando os termos de participação popular e comunitária e cita os possíveis níveis de participação. Um primeiro nível seria somente a presença da população em reuniões; um segundo consiste em oferecer espaços comunitários para as ações do programa; um terceiro é o envolvimento direto, ou seja, quando a comunidade tem um papel executor de tarefas; um quarto ocorre quando a comunidade participa na implementação e avaliação de estratégias; e, finalmente, o quinto nível, onde a comunidade mesmo delibera sobre o destino do programa. O autor questiona o termo “participação comunitária”, pois neste nível estariam excluídos os gestores públicos, políticos, empresários e outros atores individuais e coletivos que têm

relação, direta ou indireta, com o problema. Por isso, o mais adequado seria a “participação social”. Vários estudos analisados pelo autor mostraram que a comunidade participante normalmente participa através de representantes comunitários que sempre são pessoas que preenchem alguns requisitos específicos, por exemplo, são pessoas mais conhecidas, líderes, de estratos sociais mais privilegiados, com melhores níveis educacionais e/ou ocupacionais.

### **3.3.6.3 Importância/Peso das Doenças sobre as Atividades Produtivas**

SMITH & EZZATI (2005) analisaram os dados de importância ou peso global de doenças (Global Burden of Disease – GBD). Estes dados foram integrados por um projeto da Organização Mundial de Saúde e mostram os anos de vida ajustados pelo fator de desabilidade, ou seja, o custo das doenças (Disability-adjusted life years – DALY). O cálculo é a simples soma dos anos perdidos por mortalidade prematura e dos anos vividos com desabilidade. A base de dados do GBD contém dados sobre o tempo perdido em atividades produtivas por causa de doenças. Estes dados, do ano 2002, apresentam-se em forma de transição/distribuição combinados com os dados da faixa de renda e do tipo de doença. As análises feitas pelos autores mostram que mesmo doenças tradicionalmente associadas com a modernização têm maior risco específico de idade em países em desenvolvimento. Em outras palavras, as pessoas que sobrevivem à infância com doenças infecciosas nos países em desenvolvimento, ainda estão na desvantagem, no tocante às doenças crônicas, se comparadas com as pessoas de países ricos.

### **3.3.6.4 Financiamento do Sistema de Saúde**

Em 1988 a constituição brasileira criou – segundo ANDRADE (2002) – o conceito da seguridade social, composto pelas três partes: saúde, previdência e assistência social. Na parte da saúde se institucionalizou o Sistema Único de Saúde (SUS). Assim criou-se uma base legal para garantir a saúde como direito da população. Este foi um dos maiores progressos da política social do Brasil e da sua história mais recente. Com o surgimento do SUS, as atividades existentes de saúde coletiva e individual foram unificadas sob o Ministério da Saúde. Pelo financiamento do sistema criou-se um fundo de saúde que – principalmente no início – operou como fonte centralizada e distribuiu as verbas segundo a prestação de serviços, o que resultou numa desigualdade e gerou principalmente um prejuízo nas regiões do Norte e Nordeste. Este sistema passou, nos últimos anos, uma fase de transformação e inovação e SANTOS (2006) destaca que houve uma forte ênfase na descentralização dos recursos por meio da ampliação dos mecanismos de repasse de verbas do governo federal para

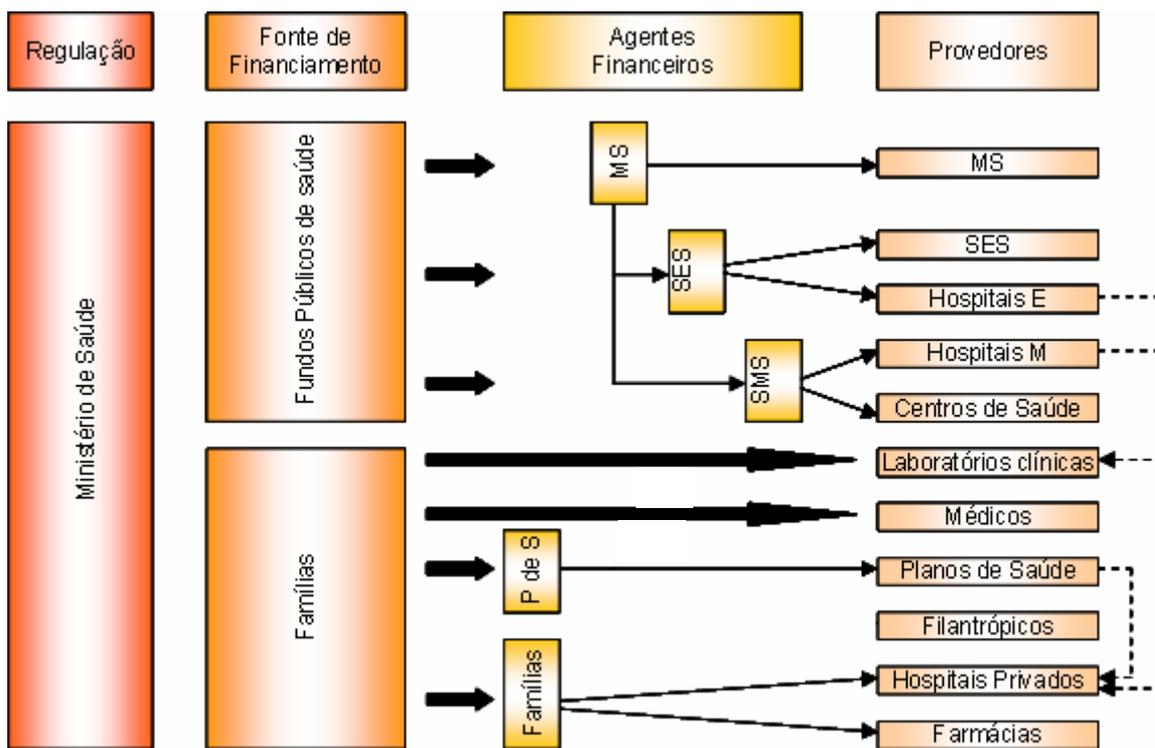
estados e municípios. Assim diminuíram-se as disparidades regionais. O foco principal foi de estimular a expansão da atenção básica de saúde, com a implantação e o desenvolvimento de equipes de saúde da família. Esse programa foi considerado estratégico, pois teve em vista uma racionalização dos gastos e uma redução dos custos do sistema. Não apenas as verbas foram repassadas para estados e municípios, senão também e principalmente as responsabilidades. A Tabela 3 especifica as competências do gestor para cada nível de gestão do SUS.

**Tabela 3 – Competências do gestor para cada nível de gestão do SUS.**

<b>Esfera de Governo</b>	<b>Gestor</b>	<b>Competências políticas e financeiras</b>
Esfera Federal	Ministério da Saúde	Formulação de políticas nacionais de saúde, planejamento, normalização, avaliação e controle do SUS em nível nacional. Financiamento das ações e serviços de saúde por meio da aplicação/distribuição de recursos públicos arrecadados.
Esfera Estadual	Secretaria Estadual de Saúde	Formulação da política estadual de saúde, coordenação e planejamento do SUS em nível Estadual. Financiamento das ações e serviços de saúde por meio da aplicação/distribuição de recursos públicos arrecadados.
Esfera Municipal	Secretaria Municipal de Saúde	Formulação da política municipal de saúde e a provisão das ações e serviços de saúde, financiados com recursos próprios ou transferidos pelo gestor federal e/ou estadual do SUS.

**Fonte: TEIXEIRA et. al. (2005, p.13).**

O financiamento do sistema de saúde nacional não consiste só nos fluxos de dinheiro fiscal, mas também de outras fontes, pois se trata de um sistema misto público/privado. A Figura 1 mostra a organização do sistema de saúde com o fluxo financeiro. O dinheiro dos fundos públicos de saúde é distribuído através do Ministério da Saúde (MS) via Sistema Estadual de Saúde (SES) e Sistema Municipal de Saúde (SMS). Os gastos de saúde totais formaram 7.8% do Produto Interno Bruto (PIB) ou 137.882,00 milhões de reais em 2004. Usando um cambio de 2.93 e uma população de 183.913.000,00, isto significa um gasto de apenas US\$ 256 per capita. 48% destes gastos totais são do governo, o resto é o gasto privado, ou seja, das próprias famílias (direto ou através de planos de saúde) (OMS, 2006).



**Figura 1 – Organização do sistema de saúde no Brasil – fluxo financeiro.**

Fonte: TEIXEIRA *et. al.* (2005, p.15), adaptado.

Em comparação com outros países, os gastos de saúde no Brasil, inclusive os investimentos governamentais, são muito baixos (SANTOS, 2006). Este fato deixa suspeitar que uma grande parte dos gastos reais não é registrada. Isto não apenas nos gastos das famílias, por exemplo, em remédios e tratamentos alternativos, mas também nos gastos públicos como, por exemplo, salvamentos pelos bombeiros, custos que vêm levantados em outra contabilidade. A falta de dinheiro no setor causa uma carência de serviços que às vezes chega ao nível precário, prazos de até meses para iniciar tratamentos ou ofertas de serviços ou exames especiais nos hospitais públicos. Não poucos são os pacientes que desistem do tratamento por causa das filas. É de conhecimento comum também que parte do dinheiro destinado ao setor de saúde não chega ao destino final, pois é desviado ilegalmente pelos funcionários ou políticos.

Várias críticas podem ser feitas ao sistema atual. As principais são a falta de eficiência e a inequidade. Isto como conseqüência de problemas na gestão e coordenação do sistema desde a esfera federal até a municipal, passando pela estadual (SANTOS, 2006). Como em vários setores públicos, a falta de interesse – pois os salários dos funcionários normalmente são baixos – atrapalha o desenvolvimento. Também observa-se a falta de “pensamento de serviço”. Em vez de ver o paciente como cliente, ele é visto como o “pobre

carente que quer alguma coisa do sistema”. Esta visão gera uma desigualdade, uma hierarquia entre o provedor e o beneficiário e, conseqüentemente, uma falha do mercado. Apenas nos sistemas particulares (através de planos de saúde, por exemplo), o paciente é visto como cliente, pois é ele quem paga o serviço de forma direta.

GOTTRET & SCHIEBER(2006) descrevem o problema explicando que a falta de cobertura universal e financiamento das despesas de saúde gera um sintoma de ineficiência e de falsos incentivos políticos dos instrumentos financeiros. Segundo eles, muitos governos de países de rendas médias não são capazes de taxar corretamente as elites ricas da sua sociedade. Aquilo conduz a um desequilíbrio fiscal elevado e, conseqüentemente, à injustiça fiscal. Os autores constatam que os estados da América Latina mostram as taxas de cobranças fiscais bem menores do que os estados europeus. Reconhecem a necessidade de uma estruturação e incentivo do sistema fiscal assim como a definição de regras e diretrizes claras e transparentes.

Segundo ANDRADE *et al.* (2004) a economia de saúde, um campo de produção científica e ação governamental bastante desenvolvido na Europa, Canadá, Estados Unidos e Austrália, no Brasil possui um desenvolvimento relativamente recente. Só em 1989 foi criada a Associação Brasileira de Economia da Saúde – ABRES, como alicerce fundamental da instituição e consolidação do campo no Brasil.

Finalmente SANTOS (2006) aponta que para enfrentar essas questões, o setor público brasileiro praticamente teria de dobrar os recursos atualmente destinados ao setor, portanto ele vê nas restrições orçamentais e financeiras o grande desafio político dos próximos anos que exigiria superar os atuais constrangimentos macroeconômicos do país.

### **3.4 Água e Economia**

#### **3.4.1 A Água como um Bem Econômico**

Na economia, os bens estão divididos em dois grupos: os bens livres, oferecidos abundantemente pela natureza e, portanto, sem valor econômico; e os bens econômicos, os quais se subdividem em três grupos: os bens privados, os públicos ou coletivos e os semi-públicos (o que é uma mistura dos dois anteriores, ou seja, têm características das duas modalidades de bens). Os bens públicos podem causar falhas de mercado, pois são bens que todos podem usar, não têm rivalidade no consumo e nem a possibilidade de excluir alguém de seu consumo (EISENHUT, 2004). Enquanto que bens privados sempre têm um mercado

onde podem ser transacionados por um preço positivo, os bens públicos têm a absoluta falta de um mercado de transação.

Até há alguns anos, a água, por ser um recurso natural, era considerado como bem livre. Felizmente, há pouco tempo atrás, com a preocupação crescente da escassez da água e do futuro dos recursos hídricos, os economistas e a sociedade acharam um consenso no sentido de considerar a água como um bem econômico, ou seja, com valor econômico.

A água era até recentemente um bem econômico público inquestionável. Hoje a situação mudou, dependendo da localização do manancial e do destino da água, ela pode ser um bem privado ou público. Muitas empresas particulares ou estaduais fazem dela um bem econômico, mesmo se as Nações Unidas insistem na necessidade de manter a água como bem público, social e cultural, pois uma vida digna só é garantida para quem tiver acesso à água. A privatização crescente deste bem impede a concretização deste princípio.

Como já mencionado, o problema dos bens públicos não são suscetíveis ao direito de propriedade. Conseqüentemente, ninguém se sente responsável por eles e ninguém cuida dos mesmos. No caso da água, isto resulta em custos ou efeitos externos, o que significa a contaminação da água por um sujeito, que depois prejudica a todos consumidores. A água contaminada resulta não somente em custos para seu tratamento, mas também em custos político-econômicos, pois causa doenças, o que diminui a produtividade. Por exemplo, no mundo inteiro, a perda de produtividade por horas de trabalho ou estudo perdidas por causa de insuficiências de água, custa – segundo a UNICEF AUSTRIA (2006) – em torno de 63 bilhões de dólares por dia. Uma solução contra estes efeitos ou custos externos é a internalização deles, ou seja, o princípio poluidor-pagador como um instrumento para racionalizar o uso e melhorar a alocação desse recurso entre os seus múltiplos usuários. Segundo EISENHUT (2004), existem cinco métodos de internalização de custos externos, os quais são:

1. A definição de direitos de propriedade, utilização e denúncia (*Coase-Theorem*): nesta opção tem que haver negociações entre os atingidos, sem intervenção direta do estado;
2. Impostos: esta segunda opção tem a desvantagem da injustiça social (*excess burden*);
3. Contribuições conduzidas: este instrumento é usado, por exemplo, no caso do imposto de tabaco e álcool. Ele tem o objetivo de conduzir os

consumidores ao consumo de recursos renováveis e é devolvido aos sujeitos econômicos;

4. Certificados negociáveis: são certificados emitidos pelo Estado, que criam direitos de utilização e, inclusive, de poluição do meio ambiente, por exemplo, da água ou do ar. Estes direitos podem ser comprados, pois os certificados são operados nas bolsas de meio ambiente. A idéia deste método se baseia na motivação individual, pois aquele para quem custe menos, começa a fazer economias;
5. “Joint implementation”: este último instrumento motiva os sujeitos a fazer as ações de proteção do meio ambiente ali, onde o custo-efeito é o mais eficiente. Significa que com o mesmo capital investido num outro lugar ou num outro país, o efeito pode ser mais eficiente. Por exemplo, se a exigência seria uma redução da emissão de CO<sub>2</sub> por 20% em cada país, fazendo a ação em Moçambique, na África, com certeza com o mesmo capital se faz bem mais do que no Brasil, ou seja, o custo-efeito é muito mais alto.

Hoje, na maioria dos países, inclusive no Brasil, a solução ótima para internalizar os custos externos da água ainda não foi encontrada. O que se paga é simplesmente o tratamento da água e do esgoto.

### **3.4.2 O Valor Econômico da Água**

#### **3.4.2.1 Determinação de Preço**

No campo da economia, existem diferentes metodologias de cobrança que poderiam ser usadas para definir ou quantificar o preço da água. A doutrina clássica defende a idéia de que o valor real de um bem depende da quantidade de trabalho utilizado para produzi-lo, mas que, para efeito de troca, o seu preço deve refletir a relação que existe entre a oferta e a demanda desse bem. Então as metodologias mais conhecidas ou usadas baseiam-se na teoria da demanda, (preço pela disposição a pagar), na teoria da oferta (preço pelo custo marginal), na teoria do equilíbrio de mercado (preço de mercado) ou na teoria dos custos médios (preço pelo custo médio). No Brasil, várias metodologias estão sendo aplicadas para a definição do preço da água, dependendo do Estado. Por fim, pode-se dizer que quanto mais escassa for a água e quanto maior for a valorização subjetiva para os vários usuários, maior será o seu preço e vice-versa. Embora a cobrança pela utilização dos recursos hídricos já estivesse

prevista na legislação brasileira desde os anos trinta, segundo CARRERA-FERNANDEZ (2002), a sua efetiva implementação ainda não ocorre. Atualmente – exceto no Ceará – os Estados faturam exclusivamente os custos do tratamento de água ou do esgoto e não a utilização. O que todos os modelos de cobrança atualmente usados têm em comum é o fato de não considerarem os fatores não-monetários (éticos, sociais etc.), as externalidades e os custos de oportunidade no cálculo do preço.

Em relação ao presente projeto de pesquisa, os preços relevantes são aqueles de tratamentos ou desinfecções de água a nível doméstico em comunidades sem serviços de abastecimento de água potável. REIFF (1996) compara a fervura ao cloro. A fervura é uma das opções mais caras, pois para ferver um litro de água durante dois minutos, precisa-se de aproximadamente um quilo de madeira. Isto significa que para ferver 40 litros de água (a quantidade mínima de água desinfetada que uma família de cinco membros precisa por dia) o gasto em combustível seria alto. O autor cita mais de US\$ 150 (dólares americanos) por ano, um preço que poucas famílias poderiam pagar. Para tratar a mesma quantidade de água com hipoclorito de cálcio, que custa US\$ 10 (dólares americanos) por quilo, com uma dosagem de 2 mg de cloro por litro, a mesma família gastaria menos de US\$ 0.30 (dólares americanos) por ano. Agora, levando em consideração outros efeitos, não-monetários, como por exemplo, os subprodutos cancerígenos e o sabor desagradável do cloro, se chega à conclusão que SODIS é a melhor alternativa. As garrafas PET utilizadas para fazer o tratamento SODIS são de custo zero, pois são reutilizadas após o consumo de refrigerante.

#### **3.4.2.2 Elasticidade da Demanda**

O valor de uso da água e, conseqüentemente, a curva e a elasticidade da demanda, segundo CARRERA-FERNANDEZ (2002), é variável, pois depende fundamentalmente da utilidade ou satisfação que os diversos usuários lhe atribuem, pela múltipla capacidade desta em satisfazer suas necessidades. A curva de demanda de mercado para um determinado uso da água é o resultado da agregação das curvas de demanda individuais dos vários usuários. Se os usos forem concorrentes, como é o caso da água para abastecimento público ou irrigação (bens privados), essa agregação se dá na horizontal. Por outro lado, se os usos são não-concorrentes, como é o caso da água para lazer e recreação (bens públicos), a agregação é feita na vertical. Em conseqüência da inexistência do mercado por água bruta e da inexistência de preços sinalizadores do seu valor em cada uso, segundo CARRERA-FERNANDEZ, não se dispõem de dados estatísticos que possibilitem estimar o valor que os

seus usuários estariam dispostos a pagar por cada metro cúbico de água em cada modalidade de uso.

Somente em um exemplo prático do Alto Subaé (BA), mencionado na obra de CARRERA-FERNANDEZ, encontram-se cálculos de elasticidade. Este exemplo mostra que todas as demandas por água estimadas foram inelásticas. Isso indica que qualquer aumento na tarifa de água potável causaria uma redução menos que proporcional no consumo de água. A inspeção mais profunda dos dados revela que os consumidores com nível de renda mais baixo, ou seja, aqueles que demandam menores quantidades de água são os que apresentam as maiores elasticidades preço e renda da demanda, cujos valores foram -0,58 e 0,10, respectivamente. Por outro lado, os consumidores com nível de renda mais alto são exatamente os que possuem as menores elasticidades preço de renda da demanda (-0,10 e 0,03, respectivamente). Estes resultados correspondem aos valores normais ensinados nos livros de economia. A elasticidade se calcula como a alteração de uma variável em % dividida pela alteração de uma outra variável, independente, em %. No caso da demanda da água seria: alteração da demanda por água em % dividido pela alteração do preço em %. Um valor menor de “1” significa uma demanda inelástica. Este resultado é normal para bens inferiores como, por exemplo, alimentos básicos (arroz, feijão etc.). Um valor de “0” significaria uma demanda absolutamente inelástica, ou seja, a demanda não teria nenhuma alteração no aumento ou na redução do preço. Poder-se-ia imaginar uma curva de demanda paralela ao eixo do preço. Este resultado também seria imaginável no caso da água. Agora, quanto maior o valor de elasticidade, mais dispensável o bem; isto é uma elasticidade  $> 1$ . A elasticidade de um bem – segundo EISENHUT (2004) – normalmente está relacionada à possibilidade de substituir o bem, com a importância dele, com a parte que ele consome do total do orçamento familiar e com a variante tempo.

### **3.4.3 Gerenciamento de Recursos Hídricos para Consumo Humano**

A cobrança pelo uso da água é um dos instrumentos de gestão mais apropriados e eficazes de induzir o uso racional dos recursos hídricos e combater o uso perdulário da água. Ela é, também, justificada como forma de corrigir as externalidades negativas que os usuários dos recursos hídricos impõem aos demais usuários do sistema. Assim, a cobrança pelo uso da água, é um mecanismo de correção das distorções entre o custo social e o custo privado, significando que funciona como instrumento para a internalização dos efeitos externos que cada usuário de um sistema hídrico impõe aos demais na sua decisão particular de utilizar a

água. A cobrança também funciona como um elemento educativo que combate eficazmente o desperdício e garante um padrão aceitável de preservação desse recurso natural, ao fim, um mecanismo eficiente de gerenciar a demanda, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização dos recursos hídricos.

CARRERA-FERNANDEZ recomenda uma implementação de cobrança pelo uso da água para abastecimento humano de forma indireta. Em outras palavras, a cobrança pelo uso da água no abastecimento humano deve ser feita às próprias empresas e municipalidades encarregadas do fornecimento de água potável, através de aplicação de um preço uniforme por metro cúbico de água captada do manancial para essa finalidade. O autor também aponta que poderiam ser aplicados diferentes pesos distributivos para diferentes municípios, em base, por exemplo, de critérios sócio-econômicos, tais como nível de renda, consumo, preservação ambiental, entre outros, como forma de tornar a cobrança pelo uso da água socialmente mais justa.

### **3.5 Água e Legislação**

Segundo a Portaria N<sup>o</sup>. 518/2004 do MINISTÉRIO DA SAÚDE (2005), água potável é aquela que se presta para o consumo humano e “cujos parâmetros biológicos, microbiológicos, físicos, químicos e radioativos, atendem ao padrão de potabilidade e não oferecem riscos à saúde”.

As águas doces no Brasil são classificadas em cinco classes de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução N<sup>o</sup>. 357, de 17 de Março de 2005, Art.4<sup>o</sup> (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005), sendo que se pode usar para consumo humano apenas quatro delas, e todas com algum tipo de tratamento. A Tabela 4 mostra uma síntese da Classificação CONAMA 357/2005. Comparando com a CONAMA anterior, Resolução 20/1986, onde a classe especial não precisava de nenhum tratamento, observa-se que, na CONAMA 357/2005, essa classe deve ser minimamente tratada, indicando que, nesses 19 anos, as águas de classe especial receberam também alguma contaminação.

**Tabela 4 – Classificação das águas doces do território nacional.**

<b>Classe</b>	<b>Destino</b>
I - classe especial	a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
II - classe 1	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA N°. 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
III - classe 2	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA N°. 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) à aquicultura e à atividade de pesca.
IV - classe 3	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e) à dessedentação de animais.
V - classe 4	a) à navegação; b) à harmonia paisagística.

**Fonte: CONAMA, Resolução N°. 357/2005, Art.4 (adaptado).**

A Tabela 5 mostra os parâmetros e seus valores máximos permissíveis para cada uma das 4 classes de águas doces definidas na Resolução CONAMA 357/2005. Observa-se que em relação à contaminação microbiológica, medida como contaminação fecal através das concentrações de coliformes termotolerantes em 100 ml de água, o menor valor das classes aceitas para consumo humano após tratamento varia de menos de 200 (classe 1) a menos de 4.000 coliformes termotolerantes (classe 3) em 100 ml, inclusive este último valor é o limite para águas destinadas à dessedentação de animais.

**Tabela 5 – Resumo dos VMP\* para a qualidade da água de cada uma das classes de água doce do território nacional segundo a Resolução CONAMA N°. 357/2005, Art. 14 – 17.**

Parâmetros	Classes de Água Doce – VMP*			
	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes
Óleos e graxas	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Toleram-se iridicências
Gosto e odor	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Não objetáveis
Corantes provenientes de fontes antrópicas (artificiais)	Virtualmente ausentes	Só os que forem removíveis por processos de coagulação, sedimentação e filtração convencionais.	Só os que forem removíveis por processos de coagulação, sedimentação e filtração convencionais.	-
Resíduos sólidos objetáveis	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes	-
DBO5 a 20°C	3 mg/L	5 mg/L	10 mg/L	-
OD	Não inferior a 6 mg/L	Não inferior a 5 mg/L	Não inferior a 4 mg/L	Superior a 2, 0 mg/L
Turbidez	40 UNT	100 UNT	100 UNT	-
Cor verdadeira	Nível de cor natural do corpo d'água em mgPt/L	≤ 75 mgPt/L	≤ 75 mgPt/L	-
pH	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9
Demais usos	≤ 200CF CTermo	≤ 1000CF CTermo	≤ 4000CF CTermo	-
/ 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A <i>E. coli</i> poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com os limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.				

Fonte: CONAMA, Resolução N°. 357/2005, Art.17 – 17 (adaptado).

\* Valores Máximos Permitidos.

A Tabela 6 apresenta os padrões microbiológicos para a água potável, de acordo com a legislação atual, mostrando que a água para consumo humano não pode conter nenhum coliforme fecal termotolerante em 100 ml de água.

**Tabela 6 – Resumo dos padrões microbiológicos e de turbidez para potabilidade segundo a Portaria N<sup>o</sup>. 518/2004 do Ministério da Saúde, Capítulo IV, Art. 11 e 12.**

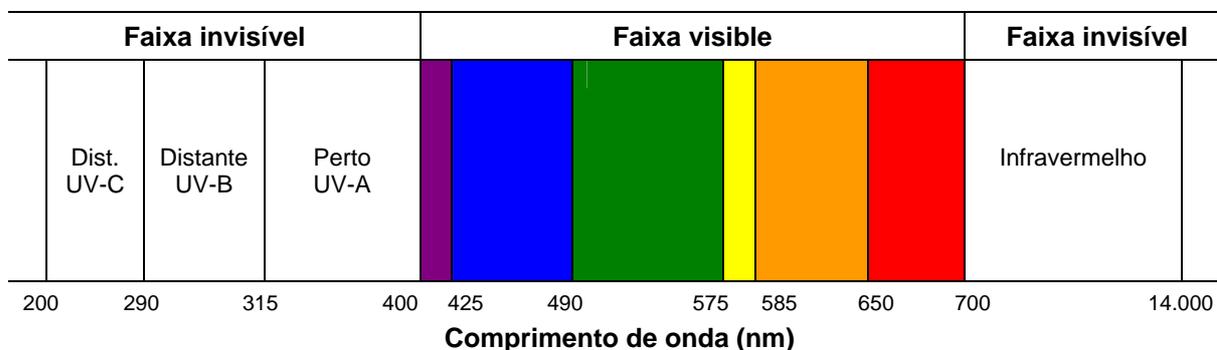
<b>Parâmetro</b>	<b>Valor Máximo Permitido</b>
<b>Água para consumo humano</b>	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml
<b>Água na saída do tratamento</b>	
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
<b>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</b>	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100 ml em 95 % das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml.
Turbidez	Desinfecção (água subterrânea): 1,0 UT em 95 % das amostras; Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta): 1,0 UT; Filtração lenta: 2,0 UT em 95 % das amostras.

Fonte: Portaria N<sup>o</sup>. 518/2004 do Ministério da Saúde, Capítulo IV, Art. 11 e 12 (adaptado).

### **3.6 SODIS – Desinfecção Solar de Água (*Solar Water Disinfection*)**

SODIS é um método simples para melhorar a qualidade da água a ser consumida pela população. Destroi os microorganismos patogênicos na água com ajuda da luz solar, ocorrendo um efeito sinérgico da ação dos raios ultravioleta e da temperatura, que se eleva até valores bactericidas. Os comprimentos de onda do espectro eletromagnético que atingem os microorganismos e causam sua destruição correspondem à faixa da luz ultravioleta e, dessa faixa, a que chega mais facilmente à Terra é a denominada UV-A, com comprimentos de onda aproximados de 320 a 400 nm. Esta luz (UV-A) tem um efeito letal sobre microorganismos patogênicos presentes na água, incluindo as bactérias indicadoras de contaminação fecal (SODIS, 2005). Experimentos confirmaram que a luz solar visível também é capaz de desativar bactérias e vírus, entretanto o maior efeito se obtém na faixa entre 300 e 370 nm. A taxa de inativação de microorganismos aumenta com a diminuição do comprimento de onda sendo: luz visível < UV-A < UV-B < UV-C. Esse máximo de inativação em UV-C, com comprimentos de onda ( $\lambda$ ) entre 200 a 290 nm e no geral valores de  $\lambda$  de 260 nm, correspondem ao máximo da absorção do DNA (WEGELIN *et al.*, 1994), molécula que é alterada pelo efeito da UV (formação de dímeros de timina que impedem a reprodução celular

apropriada) (BLACK, 1996). A Figura 2 mostra o Espectro de Radiação Solar (ou espectro eletromagnético) com os diferentes comprimentos de onda.



**Figura 2 – Espectro de radiação solar, mostrando as diferentes faixas de radiação e os comprimentos de onda.**

Fonte: ACRA *et al.* (1984) (adaptado).

O segundo efeito responsável pela desinfecção é o aumento de temperatura da água, causado pela radiação infravermelha, de onda larga, superior a 700 nm. Os microorganismos são sensíveis ao calor quando este atinge uma faixa superior à temperatura máxima de crescimento microbiano que no caso dos enteropatogênicos humanos e dos coliformes é, em geral, levemente superior a aproximadamente 45°C. Assim, a técnica permite uma exposição a 50 – 60°C e até 70°C, dependendo da temperatura ambiente, da radiação e do uso de concentradores solares. Segundo experiências do SODIS, a exposição solar a 50 e 60°C durante uma hora inativa e mata os microorganismos enteropatogênicos (SODIS, 2005). Com ajuda de um concentrador solar, pode-se atingir temperaturas de até 70°C, ou superior, ocorrendo então a pasteurização da água (PATERNIANI & DA SILVA, 2004).

O método SODIS é simples e trata pequenas quantidades de água. A seguir, apresenta-se, de forma resumida, a metodologia, tal como ela é indicada pelos seus autores; e no anexo A, apresenta-se o cartaz usado no ensino de como aplicar o método SODIS nas pequenas comunidades. Utilizam-se volumes de 1 a 3 litros de água de preferência clara ou transparente, sendo os melhores recipientes as garrafas PET (Poly-Ethylene Terephthalate) incolor. A metodologia é a seguinte:

- Lavar bem a garrafa de plástico (melhor se for PET), antes de usá-la pela primeira vez;
- Colocar a água bruta (contaminada), na garrafa, sem enchê-la completamente;
- Fechar a garrafa e agitar bem durante uns 20 segundos, para oxigenar a água (SODIS é mais eficiente em água com um alto teor de oxigênio);

- Terminar de encher a garrafa, tampar e colocar ao sol. Melhor, por exemplo, no telhado da casa;
- Depois de seis horas, deixar esfriar e a água já estará pronta para tomar;
- Se o céu estiver nublado (aproximadamente 50% encoberto por nuvens), as garrafas devem ficar expostas ao sol durante dois dias;
- Na época de chuvas contínuas, o SODIS não funciona satisfatoriamente;
- Uma água com turbidez superior a 30 UNT, deve ser pré-tratada, por exemplo, decantada ou filtrada;
- Recomenda-se a garrafa PET de 10 cm de diâmetro e de menos de três litros, com exposição horizontal ao sol;
- Depois de um certo tempo de uso, é preciso trocar a garrafa. Seu envelhecimento leva a uma redução da transmissão da radiação UV, o que produz menor eficiência na inativação dos microorganismos;
- A metodologia é ideal para pequenas quantidades de água que se destinam ao uso doméstico, principalmente recomendado pela SODIS para regiões de semi-árido, entre as latitudes entre 15° a 35°N e 15° a 35°S, por causa da alta incidência solar e das poucas nuvens.

As comunidades que usam SODIS são aquelas onde não há investimentos governamentais em distribuição de água potável encanada. Por outro lado, elas não têm recursos financeiros para tratamentos caros, para investimentos em novas tecnologias ou para melhorar de outra forma sua situação. Os custos do SODIS são baixíssimos, pois o investimento consiste só nas garrafas PET e, dependendo do método, na pintura para escurecer a metade da garrafa e obter maior efeito ao concentrar a luz. Um outro investimento que se pode fazer para a otimização do método é o uso de papel alumínio e madeira para a construção de um concentrador solar. O concentrador permite concentrar melhor os raios solares e, portanto, otimizar o aproveitamento da radiação incidente, provocando também um aquecimento mais rápido e mais elevado da temperatura da água dentro das garrafas. Neste caso, fala-se do método de pasteurização por luz solar (SOPAS – Solar Pasteurization), embora também ocorra SODIS.

### 3.6.1 História de SODIS

A prática de usar a radiação solar para desinfecção é antiga, sem que as pessoas que usaram tivessem entendido o processo. SOBSEY (2002) menciona que na antiga Índia, mais de 2000 a.C. já foi praticado o tratamento de água com radiação solar. Só uns vinte anos atrás alguns grupos científicos começaram a investigar o assunto. Em 1984, a UNICEF publicou um livro chamado “Solar Disinfection of Drinking Water and Oral Rehydration Solutions” (ACRA *et al.*, 1984) que se refere às primeiras experiências científicas com desinfecção solar de água, feitas num estudo de campo na Universidade de Beirut, no Líbano. Este estudo pesquisou principalmente a redução de *Escherichia coli*, referente à influência e ao efeito dos raios ultravioletas. A metodologia foi analisada por muitos outros grupos científicos e o método SODIS, como se conhece hoje, foi exaustivamente investigado e desenvolvido em laboratório e no campo desde 1991 pela EAWAG (Instituto Suíço Federal de Ciência Aquática e Tecnologia) e pela SANDEC (Departamento de Higiene de Povoamento em Países Subdesenvolvidos) pertencente à mesma EAWAG e situados em Dübendorf, na Suíça. Nos últimos anos foram realizados vários projetos em países carentes em infra-estrutura de saneamento, como Colômbia, Bolívia, Burkina Faso, Togo, Indonésia, Tailândia e China e o número de usuários ao redor do mundo hoje já ultrapassou dois milhões de indivíduos distribuídos em mais de 20 países (SODIS, 2006).

### 3.6.2 As vantagens de SODIS

Além de sua simplicidade de utilização, o SODIS usa recursos locais, tem custo mínimo de investimento e a água desinfetada tem gosto adequado. Além disso, não são conhecidos efeitos colaterais, como é o caso da desinfecção com cloro, tais como a formação de subprodutos cancerígenos, como é citado em diversos trabalhos (OTTERSTETTER & ZEPEDA, 1996; GALAL-GORCHEV, 1996; CASTRO & REIFF, 1996 e CRAUN, 1996).

As pesquisas mostraram que SODIS inativa os seguintes microorganismos:

- Bactérias: *Escherichia coli* (*E. coli*), *Vibrio cholerae*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhi*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella paratyphi* (WEGELIN, 1994);
- Vírus: bacteriófago f2, rotavírus, vírus da encefalomiocardite (WEGELIN, 1994);

- Fungos: *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Candida sp.*, *Geotrichum sp.* (MÁRQUEZ-BRAVO, 1998);
- Oocistos de *Cryptosporidium sp.* (MÉNDEZ-HERMIDA, 2005).

### 3.6.3 Os limites de SODIS

- SODIS não produz água esterilizada, só inativa microorganismos, em especial aqueles que causam diarreias;
- Foi observado que, após a exposição à luz solar, pode ocorrer recrescimento de coliformes depois de um tempo (ACRA et al., 1984; WEGELIN et al., 1994 e DONAIRE & JARDIM, 2001). Isto não acontece se a água alcança a temperatura de 70°C e é, conseqüentemente, pasteurizada (método SOPAS);
- Geralmente não se elimina a contaminação química da água. Há trabalhos que mostram que a redução de Arsênio - RAOS (Redução de Arsênio por Oxidação Solar) (GARCIA et al., 2003 e MANSILLA et al., 2003), e fotocátalise podem destruir compostos orgânicos e outros (método SPC-DIS) (XAVIER et al., 2005);
- Não é uma solução contra a escassez de água;
- Não foi desenvolvido para ser aplicado em grandes quantidades de água;
- Maiores eficiências são obtidas para águas de baixa turbidez. As partículas suspensas na água reduzem a penetração da radiação solar e impedem que os microorganismos sejam irradiados. Por isto, a eficiência de água com turbidez alta é reduzida e a EAWAG/ SANDEC (SODIS, 2005) como também a Fundação SODIS (uma instituição privada sem fim de lucros, com sede principal na Bolívia e filiais em 7 países da América Latina) (FUNDACIÓN SODIS, 2006) recomenda trabalhar somente com água relativamente clara (turbidez < 30 NTU). Entre outros, em um trabalho de SOMMER et al. (1997), a perda de eficiência foi testada, comparando amostras de água de turbidez de < 30 NTU e de > 30 NTU. Quanto menor a turbidez, menos radiação e menor tempo são precisos para alcançar resultados apropriados, ou seja, os mesmos resultados são obtidos com uma temperatura menor (SOLARTE, 1997);
- Precisa-se de abundante luz solar. Um céu parcialmente nublado pode influenciar e até impossibilitar o funcionamento de SODIS, pois quanto maior o encobrimento por nuvens, menor a radiação e, conseqüentemente, menor a

eficiência do tratamento. SOMMER *et al.* (1997) provaram que a disponibilidade de energia solar pode ser até três vezes menor quando o céu estiver nublado e assim, nos dias de condições de céu completamente nublado, a disponibilidade de energia solar não é suficiente para atingir a temperatura necessária e de forma constante.

### **3.6.3.1 Avaliação dos Riscos Químicos de SODIS**

É de conhecimento comum que a luz solar não só é capaz de inativar microorganismos, mas também de transformar materiais de plástico. Isto poderia causar, além da diminuição da eficiência de SODIS, danos à saúde dos consumidores. Neste sentido, vários testes de materiais com diferentes tipos de garrafas PET foram executados, para comprovar que o plástico PET não oferece risco para os consumidores de água tratada com o método de SODIS.

O risco químico não existe com garrafas de vidro, pois o vidro não se transforma em fotoprodutos. Garrafas de vidro com uma boa transmissão da luz UV-A, conseqüentemente, seriam ideais para SODIS. Não obstante a isso, WEGELIN *et al.* (2000) recomendam usar garrafas de PET, pois vidro é mais fácil de quebrar, mais pesado e mais caro. Além disso, PET tem menos aditivos (foto-estabilizadores e plastificantes) do que PVC (Policloreto de Vinila).

Em 2000 WEGELIN *et al.* (2000) realizaram testes de material, expondo garrafas PET (cheias e vazias), por vários meses, à luz solar. Estes experimentos foram realizados na Suíça e na Malásia. Analisaram-se a absorção de luz UV de diferentes tipos de garrafas PET, as superfícies das garrafas (dentro e fora) e a água após exposição. Encontraram-se transformações em forma de foto-produtos nas paredes de fora das garrafas. Nas garrafas nas quais detectaram-se substâncias dentro da água, estas foram encontradas em concentrações muito inferiores ao limite permitido para água de segura potabilidade.

Testes executados por KOHLER & WOLFENSBERGER (2003) com águas tratadas em garrafas PET de origens variadas (vários países), expostas à luz solar por 17 horas na temperatura de 60°C, mostraram unicamente substâncias originárias da bebida original da garrafa, ou seja, o refrigerante. As outras substâncias estiveram abaixo do limite de detecção de 1 µg/l na água. Os autores não observaram diferenças significativas entre garrafas usadas e novas. As garrafas usadas em Honduras mostraram valores maiores do que as garrafas dos outros países. KOHLER & WOLFENSBERGER (2003) ressaltam que substâncias liberadas pelo material PET após exposição solar podem ser cancerígenas. Entretanto, os níveis dessas

substâncias na água foram analisados e mesmo os níveis mais altos encontrados estão abaixo do nível de risco de provocar câncer e, assim, dentro dos valores permitidos segundo a “*WHO guideline value for drinking water*” (KOHLENER & WOLFENSBERGER, 2003).

### **3.6.4 Experiências com SODIS a Nível Mundial**

São interessantes os resultados de MÉNDEZ-HERMIDA *et al.* (2005), os quais, em um trabalho recente, mostraram que o SODIS pode ser usado para a desinfecção de água contaminada com oocistos de *Cryptosporidium parvum*. As suspensões de oocistos foram expostas à luz gerada por um simulador solar por diferentes intervalos de tempo, a uma temperatura constante de 40°C. Foram feitos testes de infectividade em camundongos com os oocistos após 10 horas de exposição à luz (doses totais de radiação > 30kJ). Os resultados negativos indicaram que os oocistos tinham perdido sua infectividade. Observou-se que a temperatura por si só não influenciou na inativação dos mesmos, concluindo que períodos de exposição à radiações adequadas podem inativar formas resistentes de protozoários.

Mais recentemente, ampliou-se a efetividade do método SODIS com o uso de catalisadores, tais como o TiO<sub>2</sub>. O processo é chamado de desinfecção solar fotocatalítica (Solar Photocatalytic Disinfection – SPC-DIS). O catalisador é um pó muito fino que precisa de um suporte, sendo usados para isso, pequenas bolinhas ou micro-cilindros de vidro, de acrílico, ou de outros materiais inertes. O importante é a superfície de contato do catalisador com o líquido a ser desinfetado, que deve ser a maior possível. Um destes suportes, recentemente testado e com muito bons resultados, usa folhas de plástico (as usadas para transparências), cobertas com cilindros de 1 mm de silicone cobertos com TiO<sub>2</sub> em pó. As transparências são enroladas para poder colocá-las dentro das garrafas, onde elas se abrem, posteriormente, ou se expandem naturalmente ao longo do eixo central da garrafa. O catalisador fica, então, exposto sobre os cilindros e em toda a superfície da folha de transparência apresentando grande área de exposição e de contato com a água dentro da garrafa e acelera o processo de captação e transformação da energia luminosa (XAVIER *et al.*, 2005; LONNEN *et al.*, 2005).

A fotocatalise tem sido proposta para a descontaminação de matrizes ambientais, entre elas a água e para o tratamento de resíduos industriais em laboratório. Este processo, também denominado Processo Fotocatalítico Avançado (POA) baseia-se na formação de radicais hidroxilas ( $\bullet\text{OH}$ ) altamente oxidantes ( $E = 2,8 \text{ V}$ ), capazes de reagir com praticamente todas as classes de compostos orgânicos e inorgânicos, podendo levar à

formação de compostos intermediários mais biodegradáveis e por vezes, à mineralização total dos poluentes. O dióxido de titânio é um semicondutor muito utilizado nestes processos. Esta substância possui a capacidade de absorver fótons com energia suficiente para gerar potenciais muito positivos que variam de 2,0 a 3,5 V, valores suficientes para produzir radicais  $\bullet\text{OH}$  a partir de moléculas de água adsorvidas à sua superfície. Os  $\bullet\text{OH}$  produzidos poderão reagir com qualquer material presente no sistema como, por exemplo, substâncias orgânicas (como as constituintes das células microbianas) causando sua transformação, degradação e morte no caso das células.

Mais um experimento de fotocatalise foi executado, no Peru, por RODRIGUEZ (2006), inclusive para testar o método na degradação de hispamina, um colorante industrial. A fotocatalise mostrou-se altamente eficiente na remoção desta substância.

LONNEN *et al.* (2005) observaram que o tempo necessário para atingir o nível de inativação final de trofozoítos de *Acanthamoeba* sp., de bactérias como *Escherichia coli* DH5 $\alpha$ ; de leveduras como *Candida albicans* e do fungo filamentoso *Fusarium solani*, foi entre 33 e 66% menor utilizando o catalisador  $\text{TiO}_2$ , no processo de SPC-DIS, do que o tempo necessário no método SODIS convencional. Isto pode ser relevante em situações onde oito horas de radiação solar não são disponíveis devido a condições climáticas específicas, como tempo nublado.

Um trabalho publicado recentemente, de autoria de MARTÍN-DOMÍNGUEZ *et al.* (2006), mostra os resultados de uma pesquisa de campo, realizada em 23 comunidades do México central. Os autores usaram dois diferentes tipos de concentradores solares (o convencional, chamado de concentrador largo e um alternativo, redondo, chamado de concentrador duplo parabólico) e garrafas transparentes, pintadas metade de preto ou pintadas completamente de preto. A idéia da pesquisa foi testar o método SODIS nas condições de radiação solar no México central. Os resultados obtidos mostraram que em condições ótimas, não é preciso o uso de um concentrador solar, pois já nas garrafas transparentes aconteceu a eliminação total de bactérias, dentro de 6 horas de exposição ao sol. Agora, com céu parcialmente nublado, o método já não se mostrou bastante eficiente e, nas garrafas transparentes, às vezes, nem depois de deixá-las dois dias ao sol, alcançaram-se os resultados requeridos. Nestes casos, o concentrador ou as garrafas pintadas metade de preto mostraram-se úteis. Com estes métodos, a água alcançou uma temperatura de até 65°C, 15°C a mais comparado com aquela nas garrafas transparentes, de 50°C. Conseqüentemente, dentro de 2 horas, a desinfecção já foi completada e se pode dizer que os métodos com concentradores mostram uma eficiência bem mais elevada. Comparando os dois concentradores, o

convencional (largo) indicou melhores resultados. Nas garrafas pintadas completamente de preto, não aconteceu a eliminação total das bactérias. Isto confirma que só a temperatura sem a radiação solar não é o bastante para efetuar a desinfecção. MARTÍN-DOMÍNGUEZ *et al.* também mencionam a importância de uma certa condição cultural que garanta a aceitabilidade sendo indispensável a ação de promotores sociais dentro das comunidades.

### **3.6.5 Experiências com SODIS no Brasil**

Há varias experiências com SODIS no Brasil, a nível experimental e de aplicação prática em comunidades sem água potável.

MONTEIRO *et al.* (2005), em Brasília, estudaram SODIS avaliando diferentes graus de turbidez das águas a serem desinfetadas, colocando a água em sacos de plástico de baixa densidade, obtendo resultados que mostraram que as águas de menor turbidez eram melhores para a obtenção de uma desinfecção mais rápida e mais eficiente.

Na Paraíba, (Universidade Federal de Campina Grande), foi estudada a eficiência da eliminação de bactérias coliformes usando quartinha de barro, filtro de cerâmica e luz solar usando garrafas de vidro cheias com água de diferentes graus de turbidez, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido (OD). Os resultados evidenciaram que a desinfecção por luz solar era mais eficiente que pela quartinha; as maiores inativações dos coliformes fecais ocorreram nas águas de menor turbidez, com maior tempo de exposição ao sol, mais alto pH e mais elevadas concentrações de OD (CEBALLOS *et al.*, 1993).

Um outro trabalho desenvolvido em Campina Grande utilizou água de um açude destinado a usos diversos. Foi analisado o efeito da luz solar, utilizando-se garrafas de plástico transparente (PET) de paredes lisas com exposição ao sol junto com a exposição de garrafas envoltas com papel alumínio como controles (sem luz), todas colocadas sobre uma lona preta. Os resultados mostraram que as maiores reduções de coliformes totais, fecais e *E. coli* ocorreram depois de quatro horas de exposição solar nas garrafas PET transparentes. Nenhuma redução aconteceu nas garrafas com papel alumínio, nas quais a temperatura atingiu valores máximos de 36°C. Nestes experimentos, observou-se recrescimento bacteriano depois de um certo tempo que as garrafas ficaram na escuridão (DONAIRE & JARDIM, 2001).

Em Campinas, São Paulo, PATERNIANI & DA SILVA (2005) usaram o método das garrafas pintadas de um lado de preto e um concentrador solar preparado com papel alumínio, conseguindo atingir uma temperatura de 70°C após seis horas de exposição ao sol, com o qual ocorria a pasteurização da água, modificando o SODIS para o SOPAS, ou seja, pasteurização

por luz solar (SOPAS – Solar Pasteurization). Neste caso, ocorria efetivamente a morte de bactérias do grupo coliformes totais e de *E. coli*.

Recentemente foi desenvolvido um projeto de SODIS no Ceará, com participação da área de Saneamento Ambiental do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da UFC (Universidade Federal do Ceará), que começou a implementar este método em quatro comunidades distribuídas entre o litoral e o sertão. Os resultados evidenciaram que a comunidade aceitou a técnica e rapidamente aprendeu a tratar a água utilizando luz solar (BOTTO, 2006). Dentre os inconvenientes encontrados, destacam-se: o recrescimento de coliformes em caso de uso errado do método, ou seja, se as garrafas não ficam o tempo todo no sol (constatou-se que na sombra as bactérias estão numa temperatura ideal para se reproduzir); e o desenvolvimento de algas e/ou cianobactérias nas paredes das garrafas PET após um certo tempo de uso. Isto segundo informações informais dos moradores, um fato que não foi analisado pelos pesquisadores.

A Figura 3 mostra garrafas expostas ao sol, encima de um telhado, em Prainha do Canto Verde, Ceará.



**Figura 3 – Garrafas ao sol; Prainha do Canto Verde, CE; 13.07.2005.**

### **3.6.6 Estudos Epidemiológicos com SODIS**

Até hoje, o método SODIS não foi testado extensivamente e acompanhado de estudos epidemiológicos de intervenção na redução de doenças de veiculação hídrica. Não obstante isso, estudos feitos no Quênia e na Índia mostram reduções visíveis de casos de doenças diarréicas, entre elas cólera, nas crianças que tomaram água tratada com luz solar

comparado com as crianças que tomaram água não tratada. Em Maasai (Quênia) CONROY *et al.* (1999), em um estudo de prevalência de doenças diarréicas (de periodicidades de duas semanas), realizado com 349 crianças com menos de seis anos durante um ano, encontraram prevalência de 48.8% para crianças que tomavam água tratada com SODIS desenvolvendo doenças diarréicas, comparado com o grupo controle com água sem tratamento, que teve prevalência de 58.1%. O risco de diarréia variou significativamente dependendo da fonte de água, assim que a prevalência com as melhores águas encontra-se em torno dos 42% enquanto aquela associada com água de pior qualidade foi de 60%.

Em 2001, foi publicado um estudo realizado no mesmo ambiente. Dessa vez, CONROY *et al.* (2001) analisaram o efeito de SODIS ao risco de cólera. Os pesquisadores tiveram a oportunidade de aproveitar e acompanhar um surto de cólera endêmica logo depois do tempo da pesquisa sobre doenças diarréicas, mencionado acima. De 155 crianças usando água tratada com SODIS, ocorreram somente três casos de cólera, enquanto que, das 144 crianças controle, 20 adoeceram com esta doença.

A pesquisa de ROSE *et al.* (2006), realizada na Índia, mostra resultados parecidos aos obtidos no Quênia. Um grupo de 100 crianças usando água tratada com SODIS foi comparado a um grupo controle de 100 crianças utilizando para beber água sem tratamento. Isto aconteceu com periodicidade semanal durante seis meses. A incidência de diarréia no grupo da intervenção foi de 1.7 por criança/ano e, no grupo controle, de 2.7 por criança/ano, com uma cota de incidência de 0.64 (95% CI -0.48 a 0.86). O risco de diarréia foi reduzido em 40% usando SODIS.

Mesmo mostrando claramente que as intervenções com SODIS ajudam na redução de doenças diarréicas e cólera, segundo SOBSEY (2002), precisam ser feitos mais estudos epidemiológicos, pois ainda não se conhecem as variações em outras locações geográficas com outras qualidades de água a diferentes populações de risco. Além disso, seria interessante incluir os resultados de análises laboratoriais e de campo sobre a inativação dos microorganismos causadores das doenças nos estudos epidemiológicos.

Um estudo mais recente de MOSER *et al.* (2006) mostra correlação altamente significativa de  $p = 0.043$  entre a diminuição da incidência de doenças diarréicas e o uso de SODIS. Neste estudo, efetuado na Bolívia, onde participaram 644 famílias de várias comunidades, trabalhou-se com dois grupos de caso-controle, os usuários e não-usuários de SODIS. No entanto, é necessário notar que o grupo dos usuários de SODIS também teve um outro nível de percepção de higiene no sentido de, por exemplo, lavar as mãos, manuseio de

alimentos e uso de sabonete. Conseqüentemente, o resultado não é unicamente reconduzido ao uso de água tratada com SODIS senão também aos fatores de higiene.

### **3.6.7 SODIS e os Fatores Sociais**

Para que a implementação de SODIS – como de qualquer nova tecnologia ou idéia – tenha sucesso em uma comunidade, é preciso haver uma mudança dos hábitos, ou seja, uma mudança de cultura. SALATI *et al.* (2002) apontam que, na situação atual, a água está ficando sempre mais cara, pois está cada vez mais escassa, e, por isso, uma grande parte da demanda futura deverá ser atendida pela redução dos desperdícios e pela maior eficiência dos usos atuais. Isto só será conseguido através de uma completa reforma nas políticas atuais de uso da água. A grande dificuldade para adotar estas reformas está nas práticas centenárias e convicções culturais e religiosas que tratam a água como um bem livre da natureza e nos interesses enraizados que se beneficiam dos sistemas de subsídios existentes e da sua distribuição, sem levar em consideração o aproveitamento integrado e isento dos recursos hídricos existentes. Por isto, a PHAST (Participatory Hygiene and Sanitation Transformation, ou seja, Transformação Participativa de Higiene e Sanitária), que é um método usado em projetos de higiene e sanitários, adaptado do SARAR (Self-esteem, Associative strengths, Resourcefulness, Action-planning and Responsibility, ou seja, Cadeias associadas de auto-estima, aquisição de recursos, planejamento de ação e responsabilidade), um método de aprendizagem participativa, desenvolvido por um conjunto de várias organizações atuando na África, promove um princípio diferente, inovador, para melhorar as condições sanitárias e o gerenciamento de água e saneamento básico em comunidades rurais (OMS, 1996), isto é, com técnicas participativas. O método é fundamentado na percepção de que uma mudança do comportamento das pessoas só pode acontecer, se estas entenderem e compreenderem a problemática de forma integrada. Neste sentido, e com este objetivo, a PHAST desenvolveu métodos participativos para que as pessoas das comunidades aprendam a descobrir a relação entre as contaminações fecais e as rotas das doenças. Assim, a comunidade analisa seu próprio comportamento de higiene – em pleno conhecimento agora – e procura um caminho para bloquear esta rota de contaminação. As pessoas precisam acreditar naquilo que fazem. Esta crença ou fé é a base para uma mudança de comportamento sustentável. Sem esta fé, elas voltarão logo aos antigos costumes. Neste sentido, a PHAST não é somente educação sanitária e de higiene, mas sim um instrumento de auto-ajuda para o desenvolvimento de auto-gerenciamento. A participação de todos os moradores é importante. Independentemente da

idade, sexo, nível escolar, estado social etc. eles aprendem a analisar sua situação, reconhecer os problemas e encontrar soluções viáveis e, finalmente, implementá-las. Este tipo de educação, que focaliza uma mudança de costume sustentável, é melhor executada em grupos, pois a aceitabilidade individual é maior se o grupo, ou seja a sociedade, aceita o método. No final, a PHAST afirmou que os princípios básicos são: um mínimo de estrutura, um máximo de participação, lealdade no grupo e uma plataforma, onde as pessoas da comunidade têm a possibilidade de se expressar. Até as comunidades, por si só, serem capazes de resolver e gerenciar seus problemas, estas precisam de uma assistência de fora, ou seja, por um certo tempo a comunidade ou os líderes da comunidades precisam ser acompanhados.

A EAWAG/ SANDEC, que recentemente publicou um manual para a implantação de projetos de SODIS (SODIS, 2006), está seguindo as mesmas regras do PHAST. Também falam de um processo longo e exigente que precisa de um contato intensivo e de multi-facetas com a comunidade, para poder obter uma mudança de comportamento que seja sustentável. Segundo eles, diferentes métodos de educação e informação são recomendados, por exemplo, reuniões nas associações, visitas pessoais nas casas do moradores, eventos como teatros, pôsters, publicidade na rádio etc. Uma avaliação sócio-psicológica da difusão de SODIS na Bolívia, mostrou que promotores, ou seja, multiplicadores, têm um papel fundamental relativo à confiança na mensagem ou na aceitabilidade da nova prática. Isto significa, que o multiplicador precisa ser uma pessoa de confiança dentro da comunidade, que tem que falar a mesma língua e ter o mesmo fundo cultural. Possíveis multiplicadores são líderes da comunidade, pessoas influentes ou com maior escolaridade (professores, médicos, assistentes de saúde, enfermeiras etc.) como também líderes de outras organizações atuantes na comunidade. Os promotores trabalham intensivamente com as pessoas do projeto SODIS de fora. O importante é que estes promotores sejam da comunidade, pois como eles são modelos, líderes ou pessoas respeitadas no local, eles mesmos fazendo SODIS aumentam a aceitabilidade na comunidade.

O objetivo da pesquisa de MOSER *et al.* (2005), na Bolívia, foi a averiguação dos fatores de sucesso da aceitabilidade de SODIS, ou seja, por quê o SODIS é aceito ou recusado e a estratégia de difusão. Esta pesquisa abrangeu 644 famílias. A maioria delas ferve a água, especialmente de manhã. Depois, à tarde, consome-se mais água, não-tratada. A fervura foi promovida principalmente depois de uma epidemia de cólera. Os autores observam os mesmos fatores já mencionados por outros previamente citados neste sub-capítulo. A mudança de hábitos precisa de um certo tempo e o acompanhamento da comunidade durante este tempo é indispensável. Quanto mais pessoas fazem SODIS, mais popular é o método e

maior o sucesso, pois todos querem participar do movimento, o que poderia até ser considerado como estar na moda. Especialmente se os líderes da comunidade estão dentro de tal movimento. Por isto, é também importante que as garrafas sejam expostas em lugares bem visíveis. Um dos fatores de sucesso mencionados pelos autores é o gosto da água. A água tratada com SODIS tem um gosto melhor do que a água fervida. Como fatores negativos na implementação de SODIS, os moradores da comunidade apontaram principalmente motivos de tempo disponível (24%), condições meteorológicas (14%) e falta de garrafas PET (13%). Um problema que os pesquisadores encontraram é a condição das garrafas, que em vários casos, encontraram-se sujas, de tamanho maior do que recomendado ou colocados em lugares com sombra. Das estratégias de propaganda, MOSER *et al.* acharam os mais populares e com maior sucesso, as exposições, visitas particulares em casas e escolas. Os dados foram levantados principalmente através de entrevistas pessoais com questionários. Por este motivo, os autores apontam que a pesquisa pode ter viés, pois sempre há pessoas entrevistadas que querem dar uma resposta que agrade ao entrevistador.

### **3.6.8 Importância de SODIS no Nordeste Brasileiro e na Paraíba**

Os vários assuntos abordados nesta revisão bibliográfica, vão desde a situação precária da água em termos de qualidade e quantidade, e chegam, finalmente, à problemática da saúde e doenças que estão relacionadas com a má qualidade da água. Doenças significam conseqüências econômicas, não só em custos de tratamentos mas também, e muito mais, em perdas de produtividade, em custo social e em perda de qualidade de vida. Ao final, é abordada a facilidade de aplicação do método SODIS, e a eficiência dele no combate de doenças, mostrada em estudos epidemiológicos. Todos estes fatores mostram a importância de SODIS no Nordeste brasileiro e na Paraíba e conseqüentemente a importância deste projeto que tem o objetivo de ser um início, um primeiro passo na implementação do método a nível estadual.

## **3.7 Análises Sociais**

### **3.7.1 Pesquisa-Ação**

A pesquisa-ação pertence, dentro da metodologia das ciências sociais, à área de conhecimento aplicado, sendo um método estratégico. Enquanto na pesquisa convencional não há participação dos pesquisadores junto com os usuários ou pessoas atores da situação

observada, na pesquisa-ação sempre existe uma colaboração e, além disso, uma ação real por parte das pessoas ou grupos implicados no problema sob observação. Esta ação – segundo THIOLENT (1998) – é não-trivial, o que quer dizer uma ação problemática, merecendo investigação para ser elaborada e conduzida. Em certos casos, trata-se de ações de caráter prático dentro de uma atividade coletiva e freqüentemente resolvem-se problemas de ordem aparentemente mais técnica, por exemplo, introduzir uma nova tecnologia. Neste sentido, alguns elementos do método são mais apropriados e tornam-se fortemente indicados para o uso em um projeto de SODIS.

THIOLENT descreve a pesquisa-ação como:

[...] um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Em geral, a idéia de pesquisa-ação encontra um contexto favorável quando os pesquisadores não querem limitar suas investigações aos aspectos acadêmicos e burocráticos da maioria das pesquisas convencionais. Querem pesquisas nas quais as pessoas implicadas tenham algo a “dizer” e a “fazer”. Não se trata de um simples levantamento de dados ou de relatório a serem arquivados. Com a pesquisa-ação os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados.

O autor aponta a forma de engajamento sócio-político a serviço da causa das classes populares. Por trás do problema a se resolver há sempre uma série de condicionantes sociais a serem evidenciados pela investigação, pois os aspectos estruturais da realidade social não podem ficar desconhecidos; a ação só se manifesta em um conjunto de relações sociais estruturalmente determinadas. Assim, pela pesquisa-ação, é possível estudar dinamicamente os problemas, decisões, ações, negociações, conflitos e tomadas de consciência que ocorrem entre os agentes durante o processo de transformação da situação, informações que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos.

Enquanto na pesquisa convencional os pesquisadores valorizam sobretudo regras lógico-formais e critérios estatísticos que nem sempre respeitam na prática, na linha alternativa, as formas são muito mais flexíveis, não excluindo recursos hipotéticos, inferenciais e comprobatórios e também incorporam componentes de tipo discursivo ou argumentativo a serem evidenciados. O principal objetivo consiste em oferecer ao pesquisador melhores condições de compreensão, decifração, interpretação, análise e síntese do “material” qualitativo gerado na situação investigativa.

Um aspecto interessante da pesquisa-ação é a definição e a análise do real alcance da proposta transformadora. THIOLENT aborda as inter-relações entre três níveis: grupos e

indivíduos, instituições intermediárias e sociedade global. Neste sentido, é preciso deixar de manter ilusões acerca de transformações da sociedade global quando se trata de um trabalho localizado ao nível de grupos de pequena dimensão, sobretudo quando são grupos desprovidos de poder. Na realização do projeto é preciso levar em consideração os fatores políticos, pois todas as partes ou grupos interessados na situação ou nos problemas investigados devem ser consultados.

A linguagem precisa ser adaptada, de forma que certos elementos teóricos deverão ser “traduzidos” em linguagem comum para permitir um certo nível de compreensão, se a discussão teórica for incompatível com o nível de entendimento dos participantes.

Sempre durante a pesquisa, os pesquisadores devem ficar atentos a possíveis envolvimento emocional de alguns dos participantes, suscetíveis de fazer perder aos demais o sentido da objetividade.

Os pesquisadores trabalham, entre outras, com amostras intencionais, ao contrário da amostragem aleatória da pesquisa convencional. Na amostra intencional escolhem-se sujeitos que são conhecidos como elementos mais ativos. Na comunidade, isto poderia significar pessoas ativas na política. A informação que estas pessoas são capazes de transmitir é muito mais rica que a que se pode alcançar por meio de questionários comuns. Por isto, fala-se de uma amostra qualitativa. Mas é claro que a informação obtida não é generalizável ao nível do conjunto da população.

### **3.7.2 Técnica Antropológica de Coleta e Análises de Dados**

Não somente os fatos registrados a partir dos questionários formam a imagem da situação social e cultural de uma população, senão – e muito mais – os fatores observados e ouvidos além dos assuntos abordados nas entrevistas. OLIVEIRA (1998) descreve num livro intitulado “O trabalho do antropólogo” o processo da pesquisa a partir de nossa percepção através do olhar e ouvir. Estes atos cognitivos – parecendo tão familiares e triviais – por meio dos quais o pesquisador busca interpretar ou compreender a sociedade e a cultura do outro, estão sendo questionados em si mesmos. Isto porque o objeto observado já foi previamente alterado pelo próprio modo de visualizá-lo, ou seja, nós vemos o objeto de estudo através de nossa maneira de ver a realidade, funcionando como uma espécie de prisma pelo qual a realidade observada sofre um processo de refração, sempre tendo nosso nível de conhecimento como base. Complementando o olhar, o ouvir participa das mesmas condições, na medida em que está preparado para eliminar todos os ruídos que lhe parecem

insignificantes. O maior desafio é que o autor vê na diferença entre “idiomas culturais”, a saber, entre o mundo do pesquisador e o do nativo. Este vem complementado pela relação hierárquica entre entrevistador e entrevistado. OLIVEIRA (1998) aponta que mesmo o observador querendo posicionar-se o mais neutro possível, sempre, e mesmo com ou sem autoritarismo, está criando um campo ilusório de interação, pois não há verdadeira interação entre o informante e o pesquisador, porque não se criam condições de efetivo diálogo, de modo que uma entrevista de forma tradicional não é uma relação dialógica. Por outro lado, é possível transformar um tal confronto num encontro, se os dois se abrem um ao outro, desde que o pesquisador tenha a habilidade de ouvir o informante e por ele ser igualmente ouvido, encetando formalmente um diálogo entre “iguais”. Assim sendo, o ouvir ganha em qualidade e altera uma relação – como o autor diz – “qual estrada de mão única, em uma outra de mão dupla, portando uma verdadeira interação”.

Depois desta fase cognitiva de olhar e ouvir, no ato de escrever, a questão do conhecimento torna-se tanto ou mais crítica. Esta etapa do trabalho pode ser dividida na parte descritiva “estando lá”, no campo, e “estando aqui”, em casa, na universidade, dentro do nosso círculo social. A parte do olhar e ouvir acontecem no “estando lá”, onde se fazem as anotações no diário (caderno de campo) ou nos questionários, enquanto o verdadeiro processo de textualização, ou seja, de trazer os fatos observados, vistos e ouvidos para o plano do discurso, ou onde uma massa de dados do passado estão sendo interpretados e tornam-se presentes no ato de escrever, acontece no “estando aqui”. Esta produção textual de alguma forma sempre estará balizada pelas categorias ou pelos conceitos básicos constitutivos da disciplina e/ou dos conhecimentos do pesquisador.

Assim, pode-se também dizer que aqueles dados do campo sofrem uma nova “refração”, uma vez que todo o processo de escrever as observações no discurso da disciplina está influenciado pelo contexto do “estando aqui”. OLIVEIRA (1998) menciona que o ato de escrever é simultâneo ao ato de pensar. Eles são de tal forma solidários entre si, que juntos, formam praticamente um mesmo ato cognitivo. Isso significa que, nesse caso, o texto não espera que seu autor tenha primeiro todas as respostas para, só então, poder ser iniciado.

Agora do ponto de vista do antropólogo, a observação é relativa na medida dos conhecimentos profissionais, graças aos quais o pesquisador logra escapar da ameaça do etnocentrismo – essa forma habitual de ver o mundo que circunda o leigo, cuja maneira de olhar e de ouvir não foram disciplinadas pela antropologia.

As refrações continuam, pois a própria divergência na interpretação da realidade sócio-cultural sofre – segundo OLIVEIRA (1998) – pelo menos duas refrações: uma,

resultante da descrição mesma, a rigor, uma interpretação de primeiro grau; a outra, de segundo grau, uma interpretação da descrição – sendo essa descrição ela própria, interpretativa. O autor aponta neste sentido que não há descrição, por mais intencionalmente objetiva que seja, sem um mínimo de interpretação, dividindo esta, então, nos dois grupos de interpretação explicativa e interpretação compreensiva.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Etapas de Trabalho

A pesquisa de campo foi organizada nas seguintes etapas:

1. Visita de campo aos potenciais lugares onde podia ser desenvolvido o projeto e definição das duas comunidades para o desenvolvimento do projeto na Paraíba;
2. Visita a uma área de outro projeto SODIS no Nordeste do Brasil (Ceará);
3. Avaliação da situação nas comunidades a serem pesquisadas e participação em reuniões comunitárias;
4. Aplicação do questionário de diagnóstico aos moradores das comunidades sobre sua percepção e relação com a água que consomem, seus usos, suas limitações, doenças e a situação econômica;
5. Montagem da equipe de projeto e preparação da equipe (instruções sobre SODIS em geral e sobre aplicação de questionários);
6. Montagem e instalação da estação piloto e do laboratório de campo no Posto de Saúde da comunidade de Paus Brancos – PB e calibração da técnica em campo;
7. Desenvolvimento de experimentos com águas usadas pelos moradores da comunidade de São José do Sabugi;
8. Instrução dos líderes das comunidades que trabalham como multiplicadores de SODIS nas próprias comunidades;
9. Implantação da técnica na comunidade através de um evento com seminários sobre (a) Água, Saúde e Educação Sanitária, (b) SODIS em geral e (c) com uma parte audiovisual, mostrando um documentário da GLOBO – canal de televisão brasileira – sobre o projeto “Alternativas” do Ceará. A última parte, desenvolvida como uma oficina, mostrando a aplicação de SODIS;

10. Aplicação de entrevistas, durante o desenvolvimento de SODIS na comunidade, às famílias envolvidas, com questões sobre a aceitação do método, as práticas usadas, a percepção da qualidade da água tratada e a aceitabilidade do método;
11. Realização de reuniões, em intervalos regulares, com os multiplicadores, para discussão de perguntas, dúvidas e problemas;
12. Organização, após os primeiros meses, de mais um evento em todas as localidades, incluindo as escolas locais;
13. Realização de mais um evento, de encerramento do projeto, nas comunidades com a apresentação dos resultados, depois da aplicação e análise de todos os questionários.

## **4.2 Características dos Locais de Estudo**

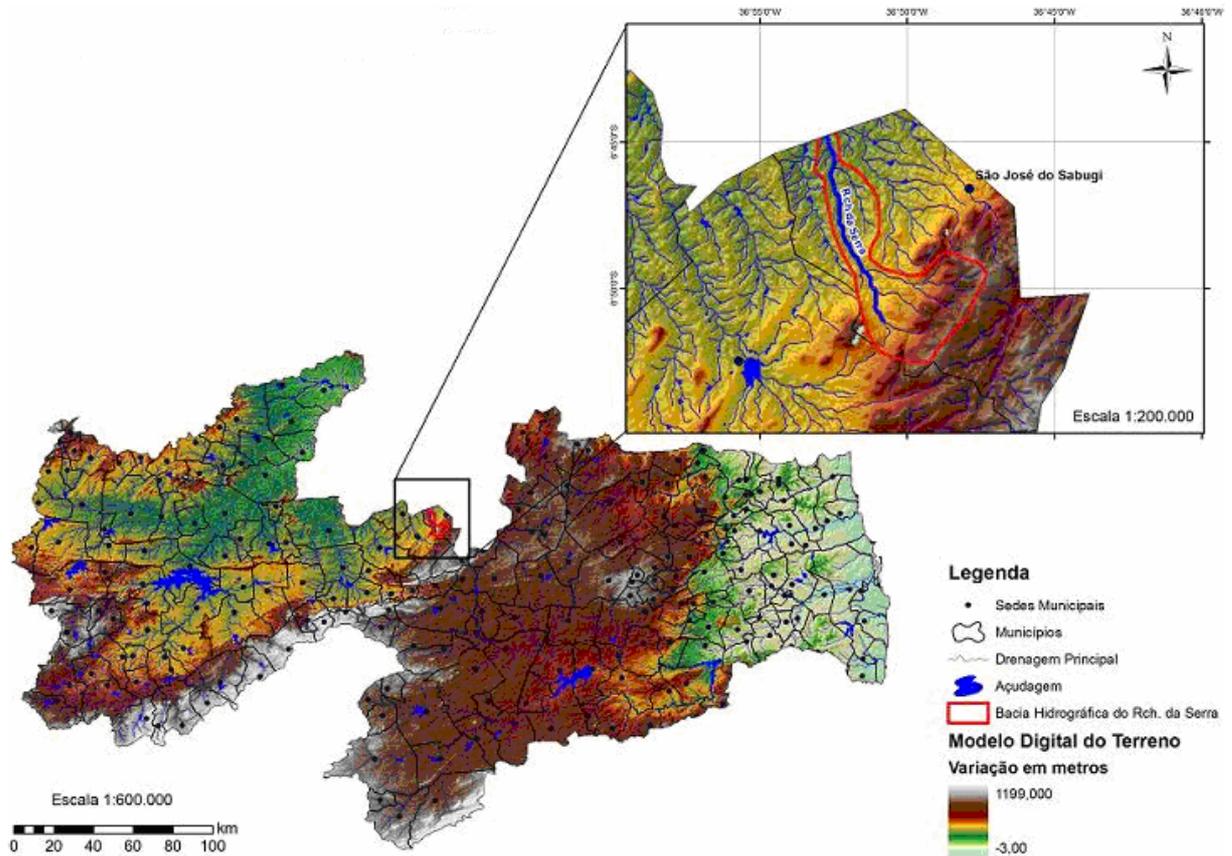
O estudo de campo foi desenvolvido em duas comunidades no Estado da Paraíba, São José do Sabugi e Paus Brancos. As duas comunidades já fizeram parte de projetos desenvolvidos pela Universidade Federal de Campina Grande, assim a escolha aconteceu principalmente por motivos práticos, como o aproveitamento de contatos pessoais já existentes com os moradores e líderes da comunidade e também por motivos sinérgicos, já que algumas visitas de campo foram combinadas com visitas dos outros projetos.

### **4.2.1 São José do Sabugi**

#### **4.2.1.1 Localização**

A primeira implementação de SODIS, inclusive os trabalhos experimentais, aconteceu no sítio Riacho da Serra, em São José do Sabugi, município no Estado da Paraíba, localizado na região do Seridó ocidental Paraibano, no sertão nordestino do Brasil. Fundado em 1961, o município possui uma área total de 206,9 km<sup>2</sup> e se localiza entre as coordenadas 06°88'00'' de Latitude Sul e 36°74'00'' de Longitude Oeste até 06°75'00'' de Latitude Sul e 36°90'00'' de Longitude Oeste, a uma altitude de 333 m do nível do mar. São José do Sabugi possui uma população de 3.842 habitantes (AESAs, 2006). A região estudada envolveu as localidades Riacho da Serra com 38 famílias, Jacú com 7, Latadinha com 18, Manoel Lopes, com 5 e Camalau, com mais 6 famílias.

A Figura 4 mostra a localização do Município de São José do Sabugi no Estado da Paraíba, com destaque para a Bacia do Riacho da Serra, local de estudo.



**Figura 4 – Mapa do Estado da Paraíba com destaque para a Bacia do Riacho da Serra no Município de São José do Sabugi.**

Fonte: AESA (2006).

Nas Figuras 5 e 6 podem-se observar as paisagens em São José do Sabugi, no Seridó Paraibano. Na primeira fotografia, em setembro 2005, e na segunda, em janeiro de 2006.



**Figura 5 – Paisagem – poço com catavento para tirar água; Sítio Latadinha, São José do Sabugi, PB; 03.09.2005.**



**Figura 6 – Panorama do Sítio Riacho da Serra; São José do Sabugi, PB; 03.01.2006.**

#### **4.2.1.2 Características Climatológicas**

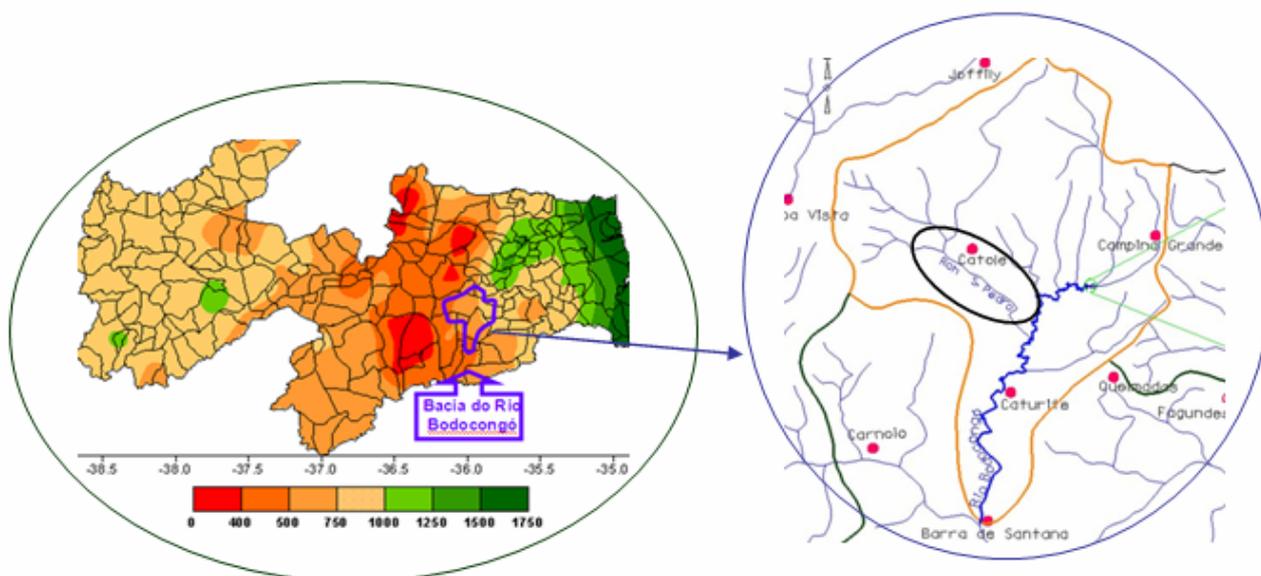
O clima na região de São José do Sabugi enquadra-se no tipo semi-árido quente, que é caracterizado por chuvas em um único período do ano, com 3 a 5 meses de duração, com médias anuais variando de 239 a 479 mm. A umidade relativa do ar apresenta média anual de 50% e a evaporação de 1.500 a 2.000 mm/ano. A temperatura média da região, geralmente elevada, varia entre 26 e 28°C, o que causa grande perda de água dos açudes e dos solos por evaporação, e das plantas por evapotranspiração, havendo um balanço hídrico negativo, em torno de 1800 mm. (LMRS, 2005). A região tem uma média de 10 horas de sol por dia e a radiação solar média diária varia entre 350 a 600 cal/cm<sup>2</sup>.

#### **4.2.2 Paus Brancos**

##### **4.2.2.1 Localização**

A segunda comunidade onde foi feito parte do estudo de campo, situa-se na microbacia do Riacho Angico, contribuinte do Riacho São Pedro (sub-bacia de mesmo nome), no município de Campina Grande, no Agreste Paraibano. Essa microbacia possui uma área de 2.309.70 hectares e se localiza geograficamente entre as coordenadas 07°25'00'' de Latitude Sul e 35°30'00'' de Longitude Oeste até 07°20'00'' de Latitude Sul e 36°06'00'' de Longitude Oeste. Ali se localiza o assentamento do povoado de Paus Brancos, com 72 famílias (SILVA *et al.*, 1987; BARACUHY, 2001).

A Figura 7 mostra a localização da bacia sob estudo no estado da Paraíba, e a microbacia do Riacho Angico, contribuinte do Riacho São Pedro, comunidade de Paus Brancos.



**Figura 7 – Mapa climatológico do Estado da Paraíba / climatologia anual da precipitação (mm) e mapa da Bacia do Rio Bodocongó com detalhe para o Riacho São Pedro, PB.**

Fonte: AESA (2006).

As Figuras 8 e 9 mostram paisagens do Agreste Paraibano, em Paus Brancos. A primeira fotografia tirada em setembro e a segunda em dezembro de 2005.



**Figura 8 – Paisagem da área do Rio São Pedro, época de chuva; Paus Brancos, Campina Grande, PB; 02.09.2005.**



**Figura 9 – Paisagem no início do verão; Paus Brancos, Campina Grande, PB; 08.12.2005.**

#### 4.2.2.2 Características Climatológicas

Há semelhanças nas condições climáticas das duas comunidades (São José do Sabugi e Paus Brancos). O tipo de clima na região de Paus Brancos, entre a Serra da Borborema e o início do Cariri, também enquadra-se no clima do semi-árido quente, que é caracterizado por um alto nível de radiação, baixa umidade, baixo índice pluviométrico, chuvas intensas e

concentradas com grande variabilidade espacial e temporal o que caracteriza alta taxa de transporte de sedimentos e grande variação de temperatura ao longo do dia,. As chuvas se concentram em um único período de 3 a 5 meses, variando as médias anuais de 400 a 800 mm. Com uma umidade relativa média anual de 50%, a evaporação média anual se encontra em torno de 2.000 mm/ano. A região mostra temperaturas médias, geralmente elevadas, que variam entre 26 e 28°C. Conseqüentemente acontecem grandes perdas de água por evaporação. (LMRS, 2005). A região tem uma média de 10 horas de sol por dia e a radiação solar média diária varia entre 350 a 600 cal/cm<sup>2</sup>.

### **4.3 Procedimentos Metodológicos de Diagnóstico para Avaliação da Situação Sócio-Econômica, de Saneamento e de Saúde**

Para obter uma visão geral sobre o padrão social e econômico dos moradores das comunidades selecionadas, assim como do nível de escolaridade e de saúde e para avaliar a percepção em relação ao uso e à qualidade da água consumida e suas limitações, foram aplicados questionários antes da implementação do método SODIS. Posteriormente, foi feito o acompanhamento da aplicação do SODIS com novos questionários. Os questionários aplicados tiveram como base os utilizados no projeto ALTERNATIVAS no Ceará (BOTTO, 2006), adaptados às condições da comunidade objeto da pesquisa. Os questionários foram elaborados em colaboração com especialistas dos setores de saúde pública, saneamento e epidemiologia, seguindo os princípios gerais de elaboração de questionários, recomendados por VAUGHAN & MORROW (2002).

#### **4.3.1 Tamanho de Amostra**

Foram entrevistadas 40 (de 58) famílias da comunidade de São José do Sabugi e mais 40 famílias de Paus Brancos, ou seja, uma amostra representativa de aproximadamente 70% da população. Em proporção ao número de famílias nas localidades ao redor da área de estudo, aplicaram-se na comunidade de São José do Sabugi 23 questionários (116 pessoas) no Riacho da Serra, 10 (45 pessoas) na Latadinha, 3 (10 pessoas) em Jacu, 2 (14 pessoas) em Manoel Lopes e 2 (13 pessoas) em Camalau. Entraram assim na pesquisa, um total de 198 pessoas das 40 famílias entrevistadas em São José do Sabugi mais 154 pessoas do assentamento de Paus Brancos. A escolha das famílias aconteceu de forma randomizada ou aleatória, que segundo ESCOSTEGUY (2004), é a melhor técnica para evitar viés de seleção, além de reduzir a possibilidade de viés de confusão. Um viés pode ser, por exemplo, uma perda de seguimento e não-cooperação de um participante durante a pesquisa, mas também

podem ser respostas diferentes ou falsas por falta de informação, informações transferidas de formas diferentes ou por motivos sociais ou pessoais dos entrevistados.

### **4.3.2 Coleta de Dados**

A coleta de dados aconteceu na forma de entrevistas pessoais, usando como guia os questionários. Os entrevistadores foram membros da equipe de projeto. A equipe esteve formada pelos professores das Universidades envolvidas no projeto, pela autora deste trabalho e por duas estagiárias, estudantes do curso de graduação em enfermagem da Universidade Estadual da Paraíba em Campina Grande (UEPB). Além desta equipe permanente, se incorporaram outras estudantes de diferentes disciplinas e faculdades. O treinamento da equipe para as entrevistas foi feito seguindo as prioridades de HARTOG *et al.* (1995), observando fatores de comportamento e a forma de questionamento nas circunstâncias de uma pesquisa de campo (por exemplo, adaptação da linguagem à utilizada pelo povo, a não sugestão de respostas e novo questionamento de respostas duvidosas). Assim, antes da execução no campo, a equipe treinou entre si e depois com uma aplicação piloto na comunidade. A comunidade foi informada sobre os objetivos da pesquisa com antecedência, em reuniões das associações e em um evento de abertura de projeto.

### **4.3.3 Análise dos Dados das Entrevistas**

A tabulação, digitação e a análise dos dados obtidos foram realizadas em planilha do Microsoft Windows Excel. Foram analisados os números obtidos e as tendências centrais dos resultados. Dependendo da pergunta, calculou-se a média ou se fez agrupamentos por categorias.

Foram feitos gráficos dos resultados mais importantes para mostrá-los de forma visível e legível. Os tipos de gráficos mais utilizados no trabalho foi o de Diagrama de Setores Circulares com abundâncias relativas.

A análise dos dados das duas comunidades – Paus Brancos e São José do Sabugi – cada uma com 40 famílias envolvidas, foi feita em separado, seguindo a mesma metodologia, com – ao final – comparações entre as duas comunidades através de testes *U* e *T* e qui-quadrado.

#### 4.4 Procedimentos Metodológicos da Parte Experimental do SODIS e SOPAS

Estes experimentos foram executados para se determinar, *in loco*, as condições de temperatura, radiação solar e tempo necessário de exposição ao sol das garrafas para eliminar coliformes nas condições climatológicas locais, a fim de adaptar o método antes de este ser transferido à população escolhida para o estudo.

Para a execução dos experimentos de campo em São José do Sabugi, foi instalado um laboratório básico de microbiologia (Figura 11), no Posto de Saúde no Riacho da Serra (Figura 10).

O período de pesquisa escolhido correspondeu ao período de estiagem, garantindo alto grau de radiação solar.



**Figura 10 –** Posto de saúde do Riacho da Serra, onde foi montado o laboratório de campo; São José do Sabugi, PB; 03.01.2006.



**Figura 11 –** Laboratório de campo no posto de saúde do Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 03.01.2006.

Os experimentos foram executados em duas campanhas: uma primeira, realizada no período do dia 15 ao dia 18 de dezembro de 2005; foram testados, no dia 16.12.2005, os métodos: a) SODIS convencional, usando garrafas PET transparentes e b) SODIS usando garrafas PET transparentes colocadas sobre um fundo preto. Os controles foram garrafas PET envoltas completamente em papel alumínio, para impedir a penetração de radiação solar (controles sem luz). Em uma segunda campanha, realizada no período do dia 02 ao dia 08 de janeiro de 2006, foi testada a técnica SOPAS – SOLAR PASTEURIZATION (pasteurização com luz solar), experimento realizado no dia 05.01.2006. As garrafas PET foram pintadas a metade delas de cor preta (no eixo longitudinal) (Figura 12) e colocadas em concentradores solares, semelhantes aos propostos por MARTÍN-DOMÍNGUEZ *et al.* (2005), HERRERA (2006) e PATERNIANI & DA SILVA(2005), que foram construídos em caixas de papelão forradas com papel de alumínio em dupla camada, cuidando para que a posição das abas

laterais formasse um ângulo que contribuísse para a concentração dos raios solares (Figura 13).



**Figura 12 – Pintando a metade das garrafas PET de cor preta; São José do Sabugi, PB; 03.01.2006.**



**Figura 13 – Garrafas dentro do concentrador solar (SOPAS). Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 05.01.2006.**

#### **4.4.1 Materiais Utilizados**

- a. Balde de plástico de 8 litros;
- b. Caixa de ISOPOR de 60 litros;
- c. Bastões de vidro estéreis;
- d. Luvas estéreis e descartáveis;
- e. Garrafas PET. Utilizaram-se garrafas PET de forma cilíndrica e paredes lisas de refrigerantes de uma marca comercial de fácil acesso no mercado. Após bem lavadas com pouco sabão e abundante água para eliminar todo resíduo de açúcar, estas foram etiquetadas segundo o tipo de tratamento a ser aplicado;
- f. Sacos de plástico de cor preta, comprados no mercado local (sacos de lixo para 100 kg): usados como fundo preto para as garrafas, no experimento do dia 16.12.2005;
- g. Tinta esmalte preta comercial. No segundo experimento (05.01.2006), as garrafas foram pintadas metade de preto com tinta esmalte de cor preta;
- h. Caixas de papelão. Os concentradores solares foram construídos de papelão, envoltos com papel alumínio. As paredes ou abas das caixas foram fixadas numa inclinação com um ângulo de aproximadamente 30°, como

recomendado pelo Instituto Mexicano de Tecnologia da Água (HERRERA *et al.*, 2006, MARTÍN-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2005). Um dos concentradores tinha capacidade para seis garrafas e o outro para quatro;

- i. Papel alumínio: utilizado para embrulhar as garrafas-controle e os concentradores solares;
- j. Termômetros. Termômetro de mercúrio (INCOTHEM) de escala -30 a +50°C para medir as temperaturas do ar e da água nas garrafas no primeiro experimento (16.12.2005) e termômetro digital (THERMO ORION MODEL 250) para o segundo experimento (05.01.2006);
- k. pHâmetro. Medidor de pH Thermo ORION MODEL 250;
- l. Radiômetro Cole Palmer – Chicago III60648, Série 9811, para medição da radiação solar no segundo experimento (05.01.2006), a nível do solo;
- m. Conductivímetro HORIBA DS-14 portátil: para medir a condutividade elétrica, calibrado à temperatura de 25°C (experimento do 16.12.2005) e conductivímetro WTW MULTI 340 i, no segundo experimento (dia 05.01.2006);
- n. Aparelho Sterefil Millipore®, para a técnica de filtração por membrana para a quantificação da concentração de coliformes termotolerantes;
- o. Meios de cultura. Meio MFC-Difco, para membrana de filtração para coliformes termotolerantes e Meio EC-MUG-Difco, para confirmação da presença de *Escherichia coli*.

## **4.4.2 Condução dos Experimentos**

### **4.4.2.1 Primeiro Experimento SODIS do Dia 16.12.2005**

A fonte de água foi um poço amazonas na localidade de Riacho da Serra, na propriedade da família de Zé Domingues (Figura 14). A coleta foi feita através de um tubo externo do poço (com bomba) (Figura 15). O recipiente de isopor de 60 litros e um balde de plástico sem uso foram muito bem lavados com a mesma água do poço destinado para a coleta. O recipiente de isopor foi enchido com a água do poço (bruta), recolhida com o balde de plástico. Após homogeneização com bastões de vidro estéreis (Figura 16), procedeu-se a deposição de água nas garrafas PET. Estas amostras com água bruta foram denominadas Água classe A. Finalizada a primeira coleta, procedeu-se novamente a lavagem do isopor e do balde e, em seguida, encheu-se o isopor com água de poço e se adicionou 60 ml de esgoto a



**Figura 14 – Poço amazonas. Fonte da água para os experimentos SODIS e SOPAS; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005.**



**Figura 15 – Tubo de saída de água da coleta de água do poço amazonas; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005.**



**Figura 16 – Homogeneizando a água com bastões de vidro estéreis antes de encher as garrafas; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005.**



**Figura 17 – Inoculo de esgoto e mistura para homogeneizar a amostra de água; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005.**



**Figura 18 – Garrafas cheias com água para testes, prontas para serem expostas ao sol; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005.**



**Figura 19 – Garrafas expostas ao sol. Controle (envoltas de papel alumínio), transparentes e sobre fundo preto; Sitio Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 16.12.2005.**

fim de obter-se uma maior população de bactérias coliformes (Figura 17). Este segundo tipo de água foi denominado de Água classe B. Antes de encher as garrafas, a água adicionada do inóculo de esgoto foi misturada para se obter uma amostra homogênea.

Foram enchidas um total de 29 garrafas. Este número incluía a quantidade suficiente de amostras em duplicata para cada variante testada (PET transparente, PET transparente sobre fundo preto e PET envolta de papel alumínio) para todos os tempos de aplicação de luz solar e de análises. Ainda, outras três garrafas, sendo uma de cada tipo, foram preparadas para medição horária de temperatura. Para isso, nas tampas de plástico se fez um furo e se ajustou ali um termômetro,

As coletas foram iniciadas às 07:55 horas e finalizadas às 08:40 horas. Logo, todas as garrafas foram levadas ao lugar de exposição ao sol (no quintal do posto de saúde) (Figuras 18 e 19).

As temperaturas (do ar e da água) foram medidas a cada hora desde as 08:50 horas (exposição das garrafas ao sol = t<sub>0</sub>) até o final do experimento as 16:50 horas – t<sub>4</sub>. Após os tempos de exposição prefixados (2 horas, 5 horas; 6,5 horas e 8 horas), foram retiradas de cada vez seis garrafas correspondentes às três variantes experimentais, sendo que para cada tipo de tratamento foram feitas duplicatas. As últimas foram retiradas às 16:50 horas, após 8 horas de exposição ao sol. O céu praticamente não apresentou nuvens durante todo o tempo do experimento.

#### **4.4.2.2 Segundo Experimento SOPAS do Dia 05.01.2006**

Para o experimento de SOPAS foi utilizada a mesma fonte de água anterior (água classe A) sendo que para a água classe B inoculou-se apenas 60 ml de esgotos para 60 l de água.

Foram enchidas um total de 19 garrafas. Este número incluía a quantidade suficiente de amostras em duplicata para cada variante testada (PET pintada metade de cor preta e PET envolta de papel alumínio) para todos os tempos de aplicação de luz solar e de análises. Ainda, outras duas garrafas, sendo uma de cada tipo, foram preparadas para medição horária de temperatura.

A duração da coleta foi desde as 07:50 até as 08:20 horas. Às 08:30 horas, as garrafas foram colocadas ao sol, dentro dos concentradores solares. Nesse momento, o céu estava parcialmente nublado, com poucas nuvens (cerca de 5% do céu). A temperatura do ar e da água foram medidas após cada hora de exposição ao sol nas garrafas PET pintadas metade de preto e nas PET envoltas em papel alumínio – controles. Após 1, 2, 4 e 7 horas, foram

retiradas, em cada horário, duas garrafas, uma pintada metade de preto e uma controle embrulhada em papel de alumínio. As últimas garrafas foram retiradas às 15:30 horas, após 7 horas de exposição ao sol.

#### 4.4.3 Quantificação de Coliformes Termotolerantes e *E. coli*

A quantificação de coliformes termotolerantes antes, durante e depois do tratamento da água com SODIS e SOPAS, foi realizada com a técnica da membrana de filtração, um dos métodos padrões de APHA (1998). O meio de cultura foi o m-FC (Difco). A incubação ocorreu a  $44,5^{\circ} \text{C} \pm 0,5$  durante 24 horas. Para quantificar *E. coli*, foram selecionadas cinco colônias de coliformes por cada uma das placas com crescimento, as quais foram transferidas com agulha microbiológica para tubos com o meio FC-MUG e incubadas durante outras 24 horas a  $35^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, os tubos foram observados sob luz UV. Aqueles que apresentaram fluorescência foram considerados positivos para *E. coli*. O trabalho de laboratório foi executado no laboratório de campo montado no posto de saúde de São José do Sabugi (Figura 20). Todo o material utilizado nas análises microbiológicas foi cuidadosamente esterilizado antes de uso e, após uso, foi cuidadosamente esterilizado antes de ser descartado.

A Figura 21 mostra as placas com os resultados após 24 horas de incubação.



Figura 20 – Laboratório de campo montado no posto de saúde; Siteo Riacho da Serra; São José do Sabugi, PB; 05.01.2006.



Figura 21 – Placas de Petri com os resultados microbiológicos após 24 h de incubação; Siteo Riacho da Serra, São José do Sabugi, PB; 05.01.2006.

#### 4.4.4 Análises Físico-Químicas das Águas

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, PB. Os parâmetros e a metodologia utilizada pelo laboratório estão descritos na Tabela 7.

**Tabela 7 – Parâmetros analisados e metodologia.**

<b>Parâmetro/Unidades</b>	<b>Metodologia</b>
pH	pH-metro e padrões pH 4,7 e 9,0 para calibração e leitura.
Condutividade Elétrica (uS. Cm <sup>-1</sup> )	Conductivímetro HORIBA DS-14 portátil, previamente calibrado, com leitura da temperatura da água para correção.
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> ) Magnésio (mg L <sup>-1</sup> ) Sódio (mg L <sup>-1</sup> ) Potássio (mg L <sup>-1</sup> ) Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )	Fotometria de chama.
Bicarbonatos (mg L <sup>-1</sup> ) Carbonatos (mg L <sup>-1</sup> ) Oxigênio Consumido (mg L <sup>-1</sup> ) Alcalinidade em Carbonato – CO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> ) Alcalinidade em Bicarbonatos – HCO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> ) Alcalinidade Total – CaCO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> ) Dureza Total – CaCO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Titulométrico.
Resíduo Seco (mg L <sup>-1</sup> )	Gravímetro.
Amônia Livre – NH <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> ) Nitritos – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> ) Nitrato – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> ) Sulfatos (mg L <sup>-1</sup> ) Ferro (mg L <sup>-1</sup> )	Espectrofotométrico.

Fonte: APHA, 1998

#### 4.4.5 Análise de Custo-Efetividade

Comparando os três diferentes métodos SODIS (1 – SODIS convencional, usando garrafas PET transparentes; 2 – SODIS usando garrafas PET transparentes colocadas sobre um fundo preto ou pintadas metade de preto; 3 – SOPAS, garrafas PET pintadas metade de preto dentro de um concentrador solar), utilizou-se a técnica analítica de custo-efetividade, comparando assim os resultados das análises microbiológicas de coliformes *E. coli* com os custos dos métodos aplicados.

A aplicabilidade de análise de custo-efetividade tem seus limites, pois em situações reais, muitas vezes fatores a serem analisados não têm valores fixos quantitativos. Neste caso – segundo REYNOLDS & GASPARI (1986) – é necessária uma certa flexibilidade e capacidade criativa. Um exemplo de tal análise seria a medida da efetividade da implantação de SODIS em relação aos custos de saúde. Idéia inicial do presente projeto foi uma análise desta forma, analisando principalmente os dados das crianças menores de cinco anos. Durante a execução do projeto no campo, esta idéia foi deixada de lado, pois o número de doenças vinculadas com água nas duas comunidades sob estudo, não é significativamente alto para essa faixa etária.

As etapas no cálculo do custo-efetividade são:

1. Definição do problema operativo e dos objetivos;
2. Identificação das soluções alternativas ao problema;
3. Identificação e cálculo dos custos de cada alternativa;
4. Identificação e cálculo da efetividade de cada alternativa;
5. Análise dos custos, da efetividade e do custo-efetividade de cada alternativa;
6. Análise de sensibilidade.

## **4.5 Procedimentos Metodológicos das Atividades de Divulgação e Implantação do Método SODIS nas Comunidades**

### **4.5.1 São José do Sabugi**

Como a distância para São José do Sabugi (132 km de Campina Grande) é bem maior do que aquela para Paus Brancos (30 km), precisava-se planejar viagens de pelo menos dois dias com alojamento no Sítio Riacho da Serra. Este fato teve como consequência uma relação bem mais próxima com os moradores de São José do Sabugi e assim melhor acesso e mais influência nas atividades sociais da comunidade do que com em Paus Brancos.

#### **4.5.1.1 Primeiro Contato com a Comunidade**

A primeira visita de campo aconteceu no dia 03.09.2005. Mesmo percebendo que as carências da comunidade eram bem menores do que aquelas de Paus Brancos – por exemplo, quase todas as casas já possuíam cisternas de placa, as pessoas têm nível relativamente alto de consciência e percepção sanitária, de saúde e de meio ambiente – foi decidido trabalhar na comunidade para estudar principalmente a aceitabilidade do método SODIS em outro tipo de

comunidades e com perfis sócio-econômicos diferentes para poder fazer um trabalho comparativo entre as duas comunidades de estruturas diferentes.

Em janeiro de 2006, iniciou-se o trabalho com os líderes da comunidade, ou seja, as pessoas sócio- e politicamente mais ativas e respeitadas, que também são conhecidas como os líderes de opinião da comunidade. Dentre eles foram escolhidos democraticamente seis que atuaram no projeto como multiplicadores do SODIS. Trata-se de três mulheres e três homens com o seguinte perfil (profissão e idade): Professora (40), agente de saúde (37), agricultora (38), Agricultores (26, 37, 45).

Antes do evento inaugural, foi feito um trabalho de aproximação e conscientização através de conversas e de oficinas teórico-práticas com os multiplicadores. Estes receberam treinamento de como fazer SODIS, participaram dos trabalhos de laboratório como observadores e de todos os experimentos de montagem e realização da técnica laboratorial. Os multiplicadores fizeram o controle de sua aplicação e agiram como pessoas de contato contínuo com os moradores durante o desenvolvimento do projeto.

#### **4.5.1.2 Implementação do Método SODIS**

No dia 05.01.2006, foi realizado o evento de abertura oficial do projeto SODIS na comunidade de São José do Sabugi, na escola do Riacho da Serra. Para isso, fizeram-se convites pessoais e através de cartazes colocados em locais estratégicos com a colaboração dos líderes comunitários. O evento foi organizado com uma série de três palestras com auxílio de data show e intervalos para conversas com os participantes. Uma primeira palestra teórica informou sobre água e saúde, com destaque para doenças com veiculação hídrica. Uma segunda introduziu a parte teórica do método SODIS e no final uma oficina prática, com mostra de filme e experiência de SODIS no Ceará, ministrada por Márcio Botto, que implantou SODIS em cinco comunidades do Ceará em 2004/2005, tudo por objetivo habilitar as pessoas a praticar SODIS. Este evento foi repetido no dia 07.01.2006.

#### **4.5.1.3 Atividades de Divulgação**

A divulgação de SODIS depois da implementação oficial no evento de abertura, na comunidade de São José do Sabugi aconteceu principalmente através dos eventos organizados nas escolas e nas associações dos moradores. Ali transmitiram-se informações sobre o método e foram distribuídos panfletos e pôsters, explicando os passos. Os multiplicadores de SODIS atuaram principalmente em visitas pessoais nas casas dos moradores. Logo, o assunto ganhou prioridade no local e a propaganda oral entrou em primeiro lugar, chegando até a cidade de São José e a outras comunidades do município, por exemplo, Redinha, onde os moradores

solicitaram palestras sobre SODIS, que depois foi organizada na escola. Os multiplicadores implantaram SODIS como um assunto fixo nas reuniões das associações dos moradores, assim que regularmente estão sendo discutidas as perguntas e dúvidas e também dados os elogios, o que é uma forma muito eficaz de propaganda e divulgação, acontecendo no contexto do grupo. Atualmente, a atividade de divulgação continua através dos multiplicadores que foram capacitados e receberam o material de divulgação para poder dar palestras também em outras comunidades.

As Figuras 22 e 23 mostram uma parte do material de divulgação.



**Figura 22 – Material de divulgação, distribuído nas comunidades. Paus Brancos, PB; 08.04.2006.**



**Figura 23 – Pôster de SODIS na casa de uma moradora. Sítio Riacho da Serra. São José do Sabugi, PB; 19.08.2006.**

#### **4.5.1.4 Acompanhamento da Comunidade**

O acompanhamento da comunidade aconteceu em visitas de campo mensais, nas quais foram aplicados questionários e organizadas reuniões com os líderes, ou seja, multiplicadores. Quatro meses depois da implementação de SODIS na comunidade, foram feitos eventos com os moradores das diferentes localidades para dar mais um impulso e repetir a explicação do método para aqueles que ainda não conheciam ou queriam ver de novo. Os membros do grupo de projeto, especialmente as estagiárias, fizeram amizade e encontraram-se além das atividades do projeto para participar em festas e eventos locais e regionais.

Dois meses depois da aplicação do último questionário, foi organizado um evento oficial de encerramento do projeto, onde a equipe do projeto apresentou os resultados obtidos na comunidade.

#### **4.5.1.4.1 Questionários**

Seis questionários foram aplicados na seguinte seqüência, antes, durante e depois da implementação de SODIS nas comunidades, para monitoramento das ações do projeto.

- Diagnóstico (Anexo 2) – cerca de dois meses antes da implantação de SODIS na comunidade. O questionário abordou vários assuntos como a caracterização sócio-econômica da família, a moradia, o abastecimento de água, o esgotamento, a coleta de lixo e a saúde. Isto para se ter uma visão geral da situação e do nível dos moradores das comunidades;
- Ficha de Reconhecimento (Anexo 3) – cerca de um mês após a implantação de SODIS. Desta vez aplicou-se um questionário básico só tocando no tema da água, abastecimento de água e para ver o alcance da abertura do projeto, ou seja, quantas pessoas já tinham ouvido falar no método e quantas já praticaram SODIS;
- Ficha SODIS 1a, 1b e 2 (Anexos 4 – 6) – cerca de um mês depois de cada aplicação do questionário antecedente. Estes questionários contêm perguntas mais profundas sobre a aplicação de SODIS, sobre saúde e higiene;
- Ficha de Aceitabilidade (Anexo 7) – ao fechar o projeto. Com este último questionário pretendeu-se ver o alcance do projeto e assim da divulgação de SODIS como também problemas encontrados na aplicação do método.

#### **4.5.1.4.2 Reuniões com os Multiplicadores de SODIS da Comunidade**

As reuniões com os multiplicadores foram feitas a cada mês. Nestas reuniões, falou-se sobre experiências, novidades, sucessos, frustrações, reclamações e dúvidas. Também se discutiram resultados dos últimos questionários e, quando necessário, definiram-se medidas, por exemplo, visitas de pessoas que responderam os questionários e demonstraram que tiveram problemas de compreensão do método SODIS ou dos assuntos de saúde ou higiene. Os eventos sempre se organizaram nestas reuniões, com ajuda e contribuição de todos os multiplicadores.

#### **4.5.2 Paus Brancos**

Paus Brancos é um assentamento que teve formação a partir de um grupo de sem-terra há 18 anos. Por se tratar de uma comunidade jovem, sem uma estrutura organizacional experiente que potencialize e coordene as necessidades locais, foram enfrentadas uma serie de dificuldades durante o trabalho de campo, inclusive a rejeição a novas tecnologias. Os

moradores têm nível de escolaridade baixo, comparados com os moradores de São José do Sabugi, e mesmo tendo associações de moradores, a capacidade de compreensão das pessoas fica em um nível elementar que não permite muito interesse e muita iniciativa. Conseqüentemente, o trabalho nesta comunidade foi bem mais difícil e menos eficaz.

#### **4.5.2.1 Primeiro Contato com a Comunidade**

Uma primeira visita a Paus Brancos aconteceu no dia 02.09.2005 para conhecer esta comunidade rural e avaliar a necessidade de um projeto SODIS. Nesta visita, foram entrevistados vários moradores informalmente e se percebeu uma grande carência na área de saneamento básico. Muitas casas de Paus Brancos ainda não possuem cozinha e banheiro e a percepção de higiene dos moradores é baixa, mesmo quando eles afirmam terem poucas doenças.

Seguindo os mesmos procedimentos adotados em São José do Sabugi, em Paus Brancos também foram feitas reuniões com os moradores antes do começo do projeto, informando sobre os objetivos e as atividades. Depois de aplicar o questionário de diagnóstico no dia 08.12.2005, organizou-se no dia 28.03.2006 uma oficina de SODIS com os líderes da comunidade, quais sejam o atual e a última presidente da associação dos moradores, dois agricultores, a última presidenta de 52 e o atual presidente de 47 anos de idade. As outras pessoas, mesmo a professora e os agentes de saúde, não foram considerados como líderes da comunidade, pois não são pessoas com potencial de liderança. Este fato foi confirmado, pois ao longo das reuniões se percebeu a sua falta de interesse. Conseqüentemente, em Paus Brancos se podia contar só com um multiplicador, o atual presidente da associação, e mesmo ele não satisfaz as expectativas.

#### **4.5.2.2 Implementação do Método SODIS**

Os eventos de abertura de projeto e de instrução de SODIS para os moradores foram realizados no dia 08.04.2006, em duas localidades, ou seja, em duas associações de moradores que não colaboram entre si e praticamente não discutem conjuntamente. Nesta comunidade, que aparece bem mais carente, com infra-estrutura mais precária, deu-se mais ênfase na parte das palestras sobre noções sobre higiene e doenças causadas por falta de higiene ou pelo consumo de água contaminada.

As Figuras 24 e 25 mostram as voluntárias dando uma palestra sobre higiene e distribuindo comida e refrigerantes depois da palestra.



Figura 24 – Palestra sobre higiene e SODIS. Paus Brancos, PB; 08.04.2006.



Figura 25 – Distribuição de comida depois da palestra de SODIS. Paus Brancos, PB; 08.04.2006.

#### 4.5.2.3 Atividades de Divulgação

As atividades de divulgação, em Paus Brancos, limitaram-se aos eventos, à distribuição do material explicativo (panfletos e pôsters) e às visitas pessoais das estagiárias do projeto durante a aplicação dos questionários.

#### 4.5.2.4 Acompanhamento da Comunidade

Da mesma forma como já descrito para a comunidade de São José do Sabugi, a de Paus Brancos também foi acompanhada durante um período de seis meses, aplicando-se, cada mês, um questionário e conversando com o único multiplicador da comunidade.

##### 4.5.2.4.1 Questionários

Aplicaram-se os mesmos questionários descritos no capítulo 4.5.1.3.1 de São José do Sabugi, na mesma periodicidade. Além disso, foi utilizada a mesma técnica de comunicação e instrução.

##### 4.5.2.4.2 Reuniões com os Multiplicadores de SODIS da Comunidade

As reuniões, em Paus Brancos, limitaram-se às presenças da equipe do projeto nos encontros da associação dos moradores e aos encontros com o presidente da associação. A comunicação ficou difícil na comunidade por falta de telefones, por baixa auto-estima, por falta de líderes e por falta de um interesse mais profundo por parte dos moradores.

## **4.6 Procedimentos Metodológicos de Medida dos Efeitos da Implantação de SODIS**

### **4.6.1 Análises Estatísticas**

Análises estatísticas descritivas dos dados quantitativos obtidos em levantamento por entrevistas pessoais, conduzidos com vários questionários, foram realizados em Microsoft® Office Excel 2003. Análises de distribuições e correlações foram calculadas no programa Statistica 6.0.

Uma correlação estatisticamente significativa implica que existe uma relação entre as variáveis analisadas. Esta vem expressa em forma do coeficiente de correlação  $r$ . Quanto menor o valor (mais próximo de 0), pior o resultado, ou seja, a correlação. O valor de  $p$  mostra a representatividade ou a prova de precisão de uma declaração. Considera-se significativo, um valor limite de  $p$  menor ou igual a 0,05. As análises de dados qualitativos foram feitas através do teste não paramétrico do qui-quadrado [ $\chi^2$ ] o qual testa se existe associação entre duas variáveis.

Já o teste  $U$  foi utilizado para comparar dois grupos quando os dados não apresentaram distribuição normal.

### **4.6.2 Análises Sociais**

As presentes reflexões sobre os aspectos antropológicos se fundamentaram numa necessidade de ir além das respostas fornecidas pelos questionários. A partir das observações realizadas no campo e das conversas informais visava-se a obtenção de um nível maior de conhecimento quanto ao estilo de vida dos moradores e de seus costumes. O que nos permitiu uma maior e melhor compreensão dos motivos que levaram a aceitabilidade num grupo e a rejeição em outro.

Neste trabalho usou-se a técnica da pesquisa-ação. Envolvendo os líderes das comunidades na função de multiplicadores de SODIS, facilitou-se a coleta de informação de tipo qualitativa.

As informações obtidas em reuniões, entrevistas e em geral nas experiências de campo, em conversas pessoais com os moradores e líderes das comunidades, foram analisadas de forma descritiva e qualitativa, conforme a técnica antropológica de coleta e análises de dados.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Diagnóstico**

O objetivo da análise dos fatores sócio-econômicos, do abastecimento de água e da saúde pública das duas comunidades estudadas, foi compreender o contexto sócio-econômico, histórico e cultural da população-alvo do projeto. Pressupõe-se que a análise deve identificar, dentro desta realidade sócio-econômica, faixas da população carentes de água de qualidade suficiente para consumo humano e sem as condições econômicas para executar por si mesmo um tratamento de água custoso ou aquisição de água mineral.

#### **5.1.1 São José do Sabugi**

Os 40 questionários aplicados no Município de São José do Sabugi atingiram um número total de 198 pessoas.

##### **5.1.1.1 Caracterização Sócio-Econômica dos Moradores**

Os moradores de São José do Sabugi têm em média uma idade de 35,3 anos e a mediana encontra-se em 32,5 anos. A Tabela 8 mostra que o maior número de pessoas, 38 (19%), encontra-se na faixa etária entre 11 e 20 anos. Logo depois, vêm as faixas de 21 a 30 e 31 a 40 com 31 (16%) cada uma e a de 51 a 60 com 29, ou seja, 15% da população. Observa-se que somente 14 (7%) pessoas encontram-se acima dos 70 anos de idade e nenhuma acima dos 90 anos.

É interessante a observação que o número de crianças com menos de 6 anos de idade 12 (6%) é relativamente baixo.

Uma família ou propriedade entrevistada teve em média 4,95 moradores e durante o período da pesquisa (29.10.2005 – 02.07.2006) entre 0,26 e 0,38 crianças menores de cinco anos e 0,65 até 0,75 crianças com mais de cinco anos de idade. Esses dados evidenciam controle de natalidade e consciência das responsabilidades de ter filhos.

**Tabela 8 – Faixa etária dos moradores da comunidade de São José do Sabugi.**

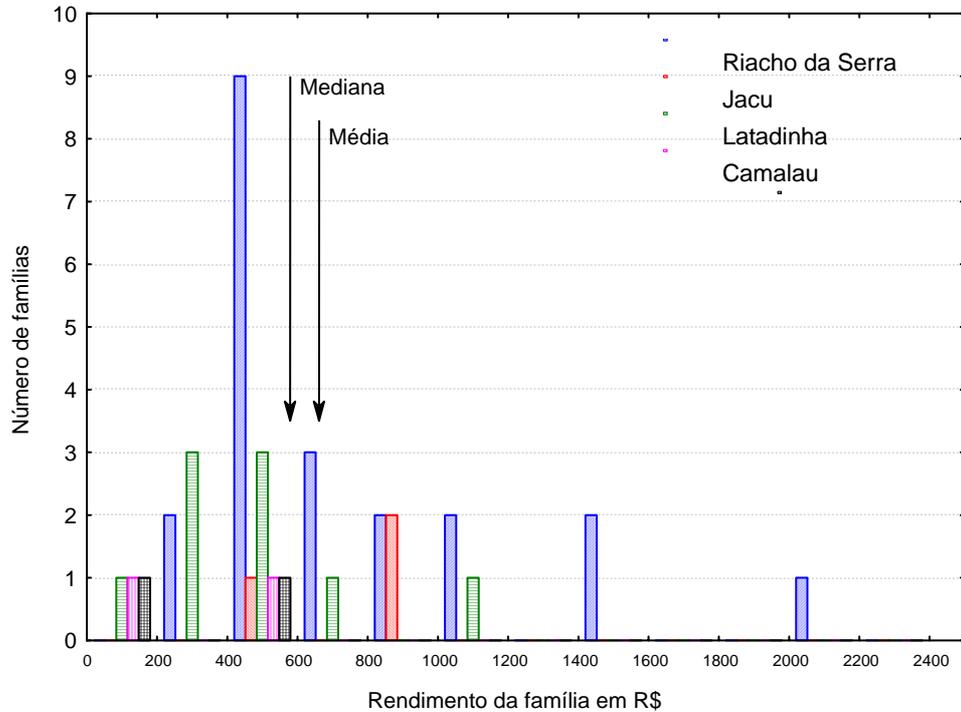
<b>Faixa etária</b>	<b>Número de pessoas</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Porcentagem acumulada</b>
Crianças/Adolescentes			
0 – 2	6	3	3
3 – 5	6	3	6
6 – 10	13	7	13
11 – 15	<b>20</b>	<b>10</b>	23
16 – 20	18	9	32
<b>Total Crianças/Adol.</b>	<b>63</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
Todos			
0 – 10	25	13	13
11 – 20	<b>38</b>	<b>19</b>	32
21 – 30	31	16	48
31 – 40	31	16	64
41 – 50	17	8	72
51 – 60	29	15	87
61 – 70	13	6	93
71 – 80	10	5	98
81 – 90	4	2	100
91 – 100	0	0	100
<b>Total Todos</b>	<b>198</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

A maioria, 103 (55%) das 189 pessoas que apontaram ter uma ocupação, ocupa-se com agricultura. Dentre elas, 45 (24%) declararam ser estudantes. Além disso, há oito (4%) professores, sete (4%) donas de casa e seis (3%) aposentados. A maioria dos moradores que já recebem a aposentadoria continua trabalhando como agricultor. As outras 20 (10%) pessoas têm outra ocupação como, por exemplo, funcionário, motorista, cabeleireiro etc. ou não trabalham.

O rendimento médio por pessoa da população trabalhadora, observando só os sujeitos acima dos 15 anos de idade, é de R\$ 161,19 por mês; a mediana está em R\$ 100,00. Uma família com o número médio de 5,08 integrantes, ganha em média R\$ 644,77. A mediana encontra-se em R\$ 600,00. Observa-se que a maioria das famílias vive das aposentadorias dos idosos que são de R\$ 300,00 por mês. Só uma minoria é constituída de funcionários com trabalho com salário fixo. Uma inexistência de renda com valor monetário foi encontrada em duas famílias, com três pessoas, as quais são famílias de agricultores, vivendo de auto-abastecimento e troca. A renda máxima de R\$ 2.150,00 em uma família de nove pessoas, compõe-se de três salários de funcionários.

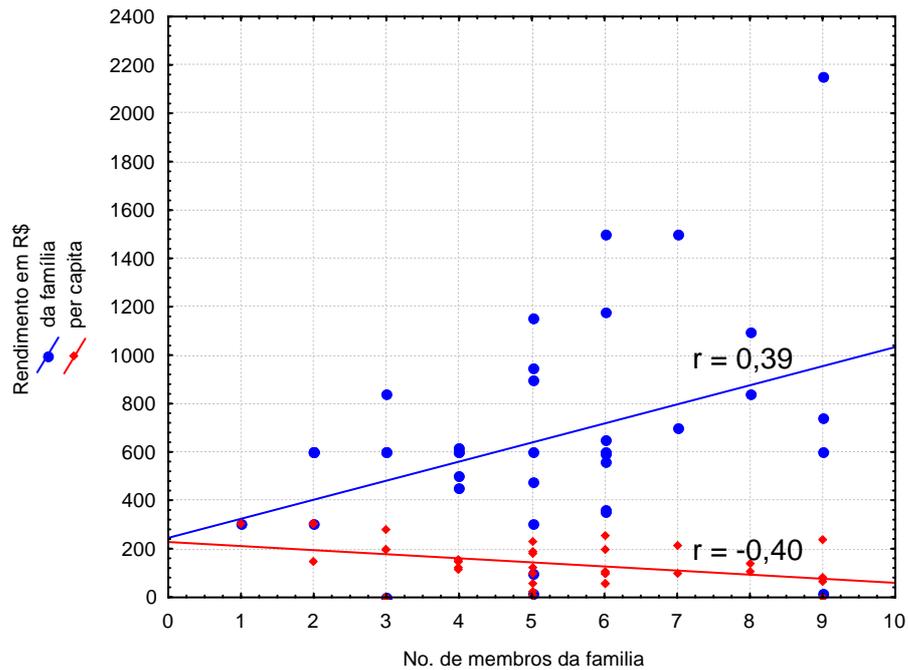
A distribuição de renda é mostrada na Figura 26. Este gráfico mostra que a distribuição de renda em todas as localidades apresenta uma curva assimétrica à direita, sendo as maiores concentrações entre 200 e 600 reais. Também é possível observar que as maiores

rendas se encontram no Riacho da Serra, que é a localização mais central e com o melhor desenvolvimento, mas isto pode ter acontecido por esse ser o lugar com maior número de habitantes e entrevistas.



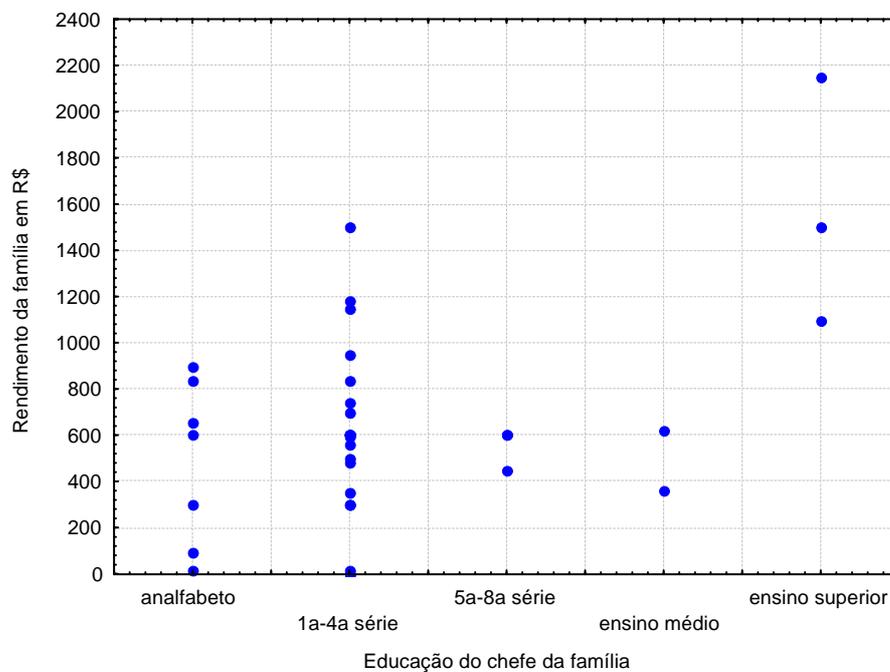
**Figura 26 – Histograma da distribuição de rendimento da família por localidade.**

Na Figura 27, onde se confronta o número de membros da família à renda familiar (1) ou a renda *per capita* (2), observa-se que quanto mais pessoas compõem uma família, menor é o rendimento desta, tendo uma correlação baixa [ $r(1) = 0,39$ ;  $r(2) = -0,40$ ], embora significativa estatisticamente [ $p(1 \text{ e } 2) < 0,02$ ].



**Figura 27 – Distribuição do rendimento da família e *per capita* por tamanho de família.**

Um outro fato observado é a relação entre o grau de instrução do chefe da família e a renda da família (Figura 28), sendo que quanto maior a escolaridade do chefe da família há uma tendência a ser maior a renda familiar.



**Figura 28 – Distribuição de rendimento da família por tipo de instrução/escolaridade do chefe da família.**

Em relação ao grau de instrução escolar, a maioria dos moradores declara ter completado o ensino fundamental. Mesmos assim, na conversa com os entrevistados e outros membros das famílias, confirma-se que uma grande parte das pessoas que declaram ter feito o ensino fundamental, continuam analfabetos, pois muitos são capazes apenas de escrever o próprio nome (Tabela 9).

**Tabela 9 – Grau de instrução dos moradores da comunidade de São José do Sabugi.**

<b>Instrução</b>	<b>Número de pessoas</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Porcentagem acumulada</b>
Analfabeto	26	14	14
1a a 4a série – ensino fundamental menor	<b>85</b>	<b>45</b>	59
5a a 8a série – ensino fundamental maior	35	19	78
Ensino médio incompleto	14	7	85
Ensino médio ou curso técnico	21	11	96
Graduação	7	4	100
Especialização	0	0	100
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 5.1.1.2 Abastecimento de Água

A Figura 29 mostra a fonte predominante de abastecimento de água nas casas da comunidade. Observa-se que a maioria das famílias usa água de poços tubulares<sup>1</sup> (44% ou seja, 18 famílias) ou poços amazonas<sup>2</sup> (38 %, 15 famílias). Os moradores de São José do Sabugi têm um consumo total médio de 99,14 litros de água por dia por pessoa e de 2,77 litros de água para beber por dia por pessoa.

A água de poço é usada para higiene pessoal, para cozinhar e para consumo humano, além do uso para irrigação e para abeberar os animais.

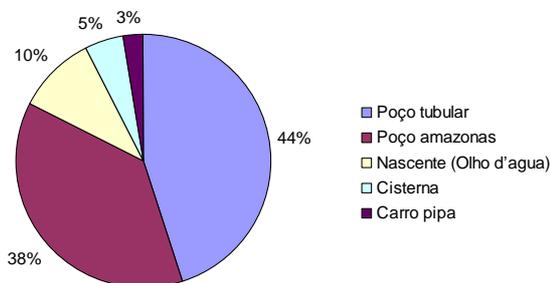
Das 40 famílias da comunidade, 37 (93%) possuem cisternas de placa<sup>3</sup>, a maioria delas construídas através de um projeto social. Das 37 famílias com cisternas, 34 (92%) declaram que a instalação da cisterna trouxe melhorias em geral e, 28 (76%) delas, que houve melhorias na saúde dos familiares, principalmente com destaque para a diminuição das doenças diarreicas. Para consumo humano é utilizada principalmente água de cisterna (20

<sup>1</sup> Obra de engenharia geológica de acesso a água subterrânea, executada com Sonda Perfuratriz mediante perfuração vertical com diâmetro de 4” a 36” e profundidade de até 2000 metros, para captação de água. (ABAS, 2006)

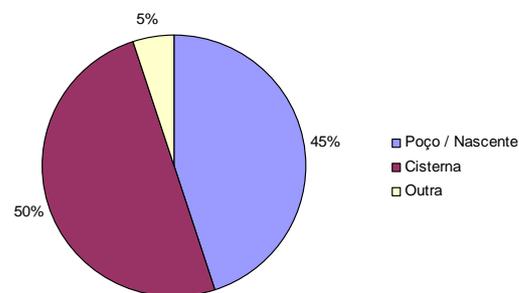
<sup>2</sup> Poços de grandes diâmetros (1 metro ou mais), escavados manualmente e revestidos com tijolos ou anéis de concreto. Captam o lençol freático e possuem geralmente profundidades na ordem de até 20 metros. (ABAS, 2006)

<sup>3</sup> A cisterna de placa é uma construção simples, de concreto, com capacidade para armazenar até 16 mil litros de água. Ela capta água da chuva para o consumo humano e é capaz de abastecer uma família de até cinco pessoas por um período de seis a oito meses. Entre os tipos diferentes de cisternas usadas para resolver o problema da água potável em áreas rurais do Nordeste Brasileiro, a cisterna de placa foi a mais construída. (ASA, 2006)

famílias, 50%) (Figura 30). Em torno de 45% da população (18 famílias) usa água de poço para beber. Nenhuma das famílias declarou tomar água de chafariz, rio, lago ou de carro pipa.

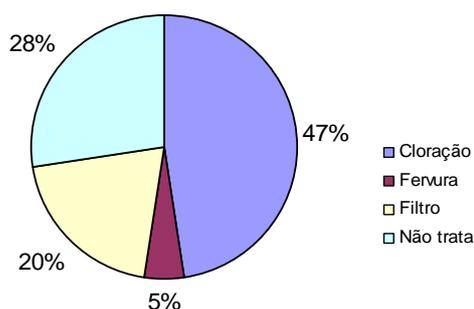


**Figura 29 – Fontes de abastecimento na comunidade de São José do Sabugi.**



**Figura 30 – Fontes de água usada para consumo humano na comunidade de São José do Sabugi.**

Grande parte dos moradores trata a água para beber, incluída a água de cisterna, com cloro. A Figura 31 mostra os diferentes tipos de tratamento de água usados na comunidade.



**Figura 31 – Tipo de tratamento de água para consumo humano na comunidade de São José do Sabugi.**

Para o período de escassez, 90% dos moradores (36 famílias) armazenam água para estes períodos, 18 famílias em cisternas (50% deste total), nove em tambores de PVC fechados (25%), sete em caixas de água (19%), uma em potes/recipientes (3%) e mais uma em outros depósitos (3%).

Não houve relação entre a instrução/escolaridade do chefe da família e o fato de a família tratar ou não a água (Tabela 10).

Juntando os analfabetos com aqueles que têm até a quarta série em um grupo e após a quinta série em outro grupo, não se encontra nenhuma associação significativa entre o fato de tratar a água e o nível de escolaridade [ $\chi^2=0,051$ ,  $df=1$ ,  $p=0,82$ ]. Das 40 famílias entrevistadas, 29 (72,5%) tratam a água e 11 (27,5%) não fazem esse procedimento.

**Tabela 10 – Frequência trata/não trata a água, em relação ao grau de instrução do chefe de família dos moradores da comunidade de São José do Sabugi.**

	Analfabeto	1a a 4a série – ensino fundamental	5a a 8a série - ensino fundamental	Ensino médio ou curso técnico	Graduação (terceiro grau)	Total
<b>Trata</b>	5	<b>18</b>	2	1	3	29
<b>Não trata</b>	2	<b>7</b>	1	1	0	11
<b>Total</b>	7	25	3	2	3	40

A Figura 32 mostra um olho d’água em São José do Sabugi, o qual serve para uso múltiplo. A água tanto é retirada para consumo humano (com um balde improvisado a partir de um recipiente de margarina) como para lavar roupa (Figura 33). Observa-se que as condições da instalação são precárias, com alto risco de contaminação da água.



**Figura 32 – Olho d’água; São José do Sabugi, PB; 03.09.2005.**



**Figura 33 – Moradores lavando roupa; São José do Sabugi, PB; 03.09.2005.**

### 5.1.1.3 Saúde Pública

Na elaboração do projeto inicial deste trabalho, pensou-se em fazer um estudo epidemiológico das doenças diarréicas na comunidade de São José do Sabugi e em Paus Brancos. A aplicação dos questionários de diagnóstico mostrou que não há um número importante de doenças nesta população como para fazer um estudo quantitativo. Além disso, o número de crianças com menos de cinco anos de idade (os quais seriam os melhores sujeitos para esse estudo epidemiológico) é mínimo: das 10 crianças com menos de cinco anos de idade, apenas uma teve um caso de diarréia nos 15 dias antecedentes à pesquisa<sup>4</sup>. Três

<sup>4</sup> As perguntas sobre doenças, na pesquisa com questionários, se referiam sempre a um período determinado e limitado anterior a entrevista. Por exemplo, diarréia e febre 15 dias, verminose seis meses etc. Isto por causa da memória próxima dos

crianças mostraram quadros de febre no mesmo período e duas tiveram verminoses nos seis meses anteriores.

Nas crianças com mais de cinco anos e nos adultos, foram encontrados 11 casos de hipertensão, cinco de diabetes e dois de doença de chagas nos seis meses que antecederam à pesquisa. Dentre o total das 40 famílias, nos seis meses anteriores foram registrados sete casos de diarreia, um de dengue e nove de verminose.

No dia 18.03.2006 parece ter aumentado o número de doentes: 41% (07.05.2006: 28%) mostraram quadros de diarreias no mês antecedente e 19% (07.05.2006: 15%) vomitaram. Não se pode saber se isto foi devido à gripe, que neste questionário foi de 64% (07.05.2006: 62%) dos entrevistados atestando como a doença mais freqüente na família, ou certas viroses que ocorrem neste período do ano e que vêm acompanhadas de diarreias ou se pode ter alguma relação com a água ou comida e os moradores não admitiram na primeira entrevista do diagnóstico por falta de confiança. Das famílias atingidas com diarreia, 40% no dia 18.03.2006 e 82% no dia 07.05.2006, são famílias que afirmaram fazer SODIS e daquelas que apresentaram casos com vômitos, 43% (18.03.2006) e 50% (07.05.2006) também afirmaram fazer SODIS. Deve ser mencionado que 48% de todas as famílias pesquisadas declararam fazer SODIS no dia 18.03.2006 e 65% no dia 07.05.2006.

Embora exista um posto de saúde na comunidade, este não está em funcionamento. A agente de saúde comunitária, moradora de Riacho da Serra e multiplicadora de SODIS, costuma visitar as famílias em casa. Segundo a maioria dos entrevistados, ela dá esclarecimentos sobre tratamento de água, higiene pessoal, doenças causadas pela água, coleta de lixo e sobre doenças associadas com este resíduo.

Duas pessoas entrevistadas acharam que a qualidade de água não é importante. Os multiplicadores ficaram impressionados por esse resultado. Não somente porque nas palestras sempre se falou da importância da boa qualidade da água para a saúde, mas também porque se trata de pessoas que recebem visitas regulares da agente de saúde, que esclarece e repassa informações sobre higiene e doenças. A equipe do projeto junto com os multiplicadores, conseqüentemente, decidiu que a agente de saúde iria conversar com as duas famílias respectivas e dar mais uma vez as explicações.

Dados epidemiológicos não são registrados pela agente de saúde do local. Os dados existentes sobre a saúde da comunidade de São José de Sabugi foram encontrados no banco de dados do DATASUS (2005), do Ministério de Saúde, são incompletos e insuficientemente

---

entrevistados. Quanto maior o período, menos exata a resposta, especialmente em doenças que nestes lugares acontecem com certa freqüência.

detalhados. No setor ambulatorial, por exemplo, as doenças diarréicas não são mencionadas especificamente. No setor da morbidade hospitalar, as mesmas são incluídas no termo “Algumas doenças infecciosas e parasitárias”. A entrevista com a agente de saúde confirmou que não são levantados dados sobre diarréias na comunidade.

## 5.1.2 Paus Brancos

Os 40 questionários aplicados no assentamento de Paus Brancos, Município de Campina Grande, alcançaram um número total de 154 pessoas.

### 5.1.2.1 Caracterização Sócio-Econômica dos Moradores

A idade média dos moradores de Paus Brancos é de 30,28 anos e a mediana encontra-se em 25,5 anos. A Tabela 11 mostra que o maior número de pessoas, 39 (25%), encontra-se na faixa etária entre 0 e 10 anos, ou seja, mais de um quarto dos moradores de Paus Brancos são crianças e a maioria deles entre seis e 10 anos. Dos adultos, a maioria, 24 (16%), tem entre 21 e 30 anos. Apenas sete pessoas (4%) encontram-se acima dos 70 anos.

As famílias entrevistadas tiveram em média 3,85 moradores, havendo durante o período da pesquisa entre 0,43 e 0,61 crianças menores de cinco anos e 0,93 até 1,06 crianças com mais de cinco anos de idade.

**Tabela 11 – Faixa etária dos moradores do assentamento de Paus Brancos.**

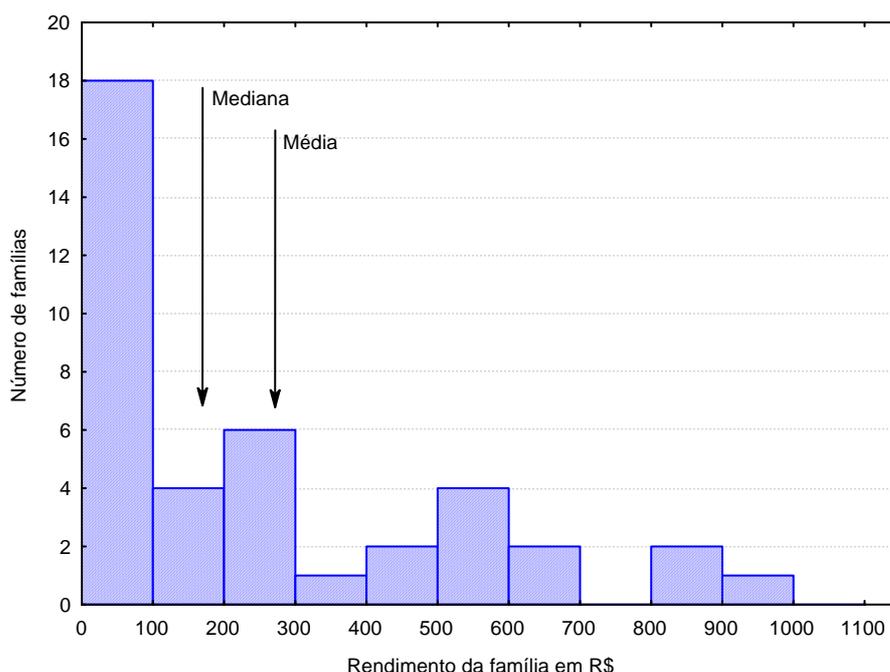
<b>Faixa etária</b>	<b>Número de pessoas</b>	<b>Porcentagem</b>	<b>Porcentagem acumulada</b>
<b>Crianças/Adolescentes</b>			
0 – 2	8	5	5
3 – 5	6	4	9
6 – 10	<b>25</b>	<b>16</b>	25
11 – 15	17	11	36
16 – 20	11	7	43
<b>Total Crianças/Adol.</b>	<b>67</b>	<b>43</b>	<b>43</b>
<b>Todos</b>			
0 – 10	<b>39</b>	<b>25</b>	25
11 – 20	28	18	43
21 – 30	24	16	59
31 – 40	16	11	70
41 – 50	15	10	80
51 – 60	11	7	87
61 – 70	14	9	96
71 – 80	3	2	98
81 – 90	2	1	99
91 – 100	2	1	100
<b>Total Todos</b>	<b>154</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Do total de 142 pessoas que apontaram ter uma ocupação, 96 (64%) dos moradores são agricultores, 45 (32%) estudantes e cinco (4%) aposentados que não se ocupam mais da agricultura. Nenhum morador declarou ser funcionário ou empregado em algum trabalho fixo. Dentre as mulheres, a maioria é dona de casa e também trabalha na agricultura.

O rendimento médio por pessoa é de R\$ 110,85 por mês com uma mediana em R\$ 30,00, observando só a população maior de 15 anos. A renda familiar de uma família com o número médio de 3,85 integrantes, é de R\$ 280,38, com a mediana em R\$ 175,00. Os resultados da pesquisa mostram que a maioria das famílias vive com menos da metade de um salário mínimo. A principal fonte de renda provem das aposentadorias ou das bolsas para estudantes, fornecidas pelo governo. Sem rendimento foram encontradas duas famílias, com três e cinco pessoas. São famílias de agricultores, vivendo da agricultura de subsistência e da troca de mercadorias. A renda máxima, de R\$ 1.000,00, corresponde a uma família de três pessoas, que declarou receber aposentadoria de R\$ 600,00 mais o equivalente a dois salários de agricultores, cada um de R\$ 200,00, que são obtidos da venda dos produtos que sobram após satisfazer suas necessidades.

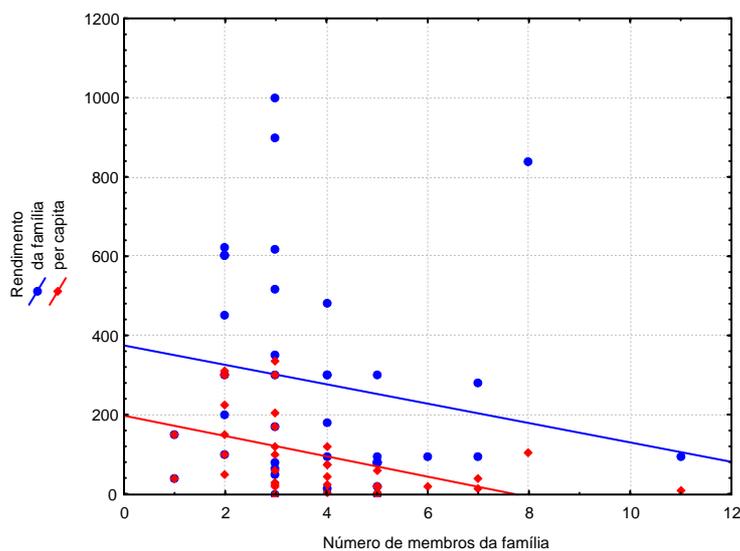
A distribuição da renda é mostrada na Figura 34. A figura destaca que a maior concentração de renda está na faixa zero a 100 reais. Por este motivo o valor da mediana é mais apropriado a um valor da tendência central dos dados, já que envolve o 50% dos casos.

Mais da metade das famílias (22) ganha entre 0 e 200 reais, 15 famílias entre 201 e 800 reais e três famílias entre 801 e 1.000 reais.



**Figura 34 – Histograma da distribuição de rendimento da família no assentamento de Paus Brancos.**

O tamanho da família confrontado com a distribuição das rendas familiares ou *per capita*, é mostrado na Figura 35. Mais uma vez, confirma-se que quanto mais pessoas compõem a família, menor a renda *per capita* [ $r = -0,48$ ;  $p = 0,0015$ ], enquanto que entre a renda familiar e o tamanho da família, estatisticamente, não houve correlação [ $r = -0,18$ ;  $p = 0,26$ ].



**Figura 35 – Distribuição de rendimento familiar e *per capita* por tamanho de família**

As análises de relação entre o grau de instrução do chefe da família e a renda da família no assentamento de Paus Brancos não foi realizada, pois 37 (26%) dos moradores são analfabetos, 93 (66%) completaram só a primeira etapa do ensino fundamental, 10 (7%) a segunda etapa do ensino fundamental e 2 (1%) o ensino médio. A observação de campo mostra que a maioria das pessoas que declara ter estudado apenas até a 4ª série, são praticamente analfabetos, pois a maioria sabe somente escrever o próprio nome.

A Tabela 12 mostra os resultados do grau de instrução escolar. A população pode ser dividida, praticamente, em dois grupos: os que completaram o ensino fundamental e o grupo dos analfabetos.

**Tabela 12 – Grau de Instrução dos moradores do assentamento de Paus Brancos.**

Instrução	Número de pessoas	Porcentagem
Analfabeto	37	26
1ª a 4ª série – ensino fundamental menor	<b>93</b>	<b>66</b>
5ª a 8ª série – ensino fundamental maior	9	6
Ensino médio incompleto	1	1
Ensino médio ou curso técnico	2	1
Graduação	0	0
Especialização	0	0
<b>Total</b>	<b>142</b>	<b>100</b>

### 5.1.2.2 Abastecimento de Água

Quase a metade das famílias entrevistadas têm cisternas como fonte principal de abastecimento de água de uso geral (Figura 36) e para consumo humano (Figura 37). O consumo total de água por dia e por pessoa é de aproximadamente 38,35 litros e de 3,09 litros para beber. Um total de 31 (77%) famílias afirmam usar água de cisterna para beber. Este fato mostra-se interessante, pois somente 22 (55%) das 40 famílias entrevistadas possuem realmente cisternas de placa. Questionando este fato, é confirmado com os moradores, constatou-se que uma grande parte das famílias “divide” as cisternas, ou seja, usam água para beber das cisterna dos vizinhos e de familiares.

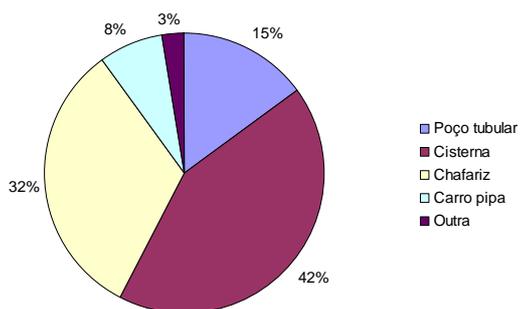
Entretanto um fato interessante observado durante o andamento do projeto (depois da terceira visita) refere-se a que a maioria das cisternas não está sendo usada para coletar água de chuva, mas vem sendo enchida com água de carro pipa, que vem do Boqueirão, o maior açude da região (com capacidade de 543 milhões de metros cúbicos de água). Estas informações foram obtidas de forma indireta, apenas questionando o aumento brusco do número de pessoas que admitiram tomar principalmente água do carro pipa enquanto também um número elevado afirmou usar água de cisterna. A maioria das cisternas, que segundo todos os moradores trouxe melhorias às famílias, teve sua origem no projeto “Um milhão de cisternas”<sup>5</sup>. O enchimento da cisterna com água do carro pipa é suficiente para o consumo de uma família de tamanho médio durante três meses e custa R\$ 60,00. Deve ser salientado que os moradores que têm cisternas da prefeitura, não pagam para encher as cisternas. Os moradores não sabem explicar o porquê de algumas famílias possuírem cisternas e outras não, ou seja, o critério de escolha não está explícito. Provavelmente houve questões políticas em períodos de eleições: alguns candidatos fizeram promessas, ganharam os votos e não cumpriram plenamente o prometido.

Foram observadas fontes alternativas de água como, por exemplo, de um açude, perto da comunidade. Segundo declarações dos moradores essa água está salinizada, sem condições, às vezes, de ser consumida. Assim, esse açude é usado para lavar roupa, tomar banho e para dessedentação de animais. Foram construídos chafarizes que abastecem Paus Brancos com água subterrânea. Um deles não está funcionando. Os moradores destacaram

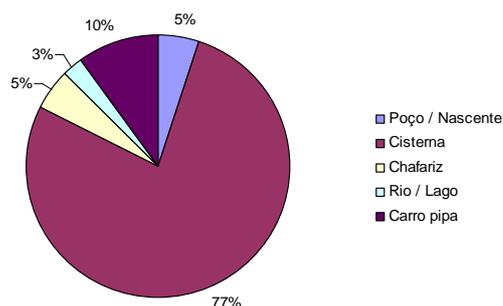
---

<sup>5</sup> O “Programa Um Milhão de Cisternas” (P1MC) foi fundado em 2001 e é coordenado pela Articulação do Semi-Árido (ASA), uma coalizão de mais de 750 entidades e organizações da sociedade civil de 11 estados - Igrejas Católica e Evangélica, ONGs de desenvolvimento e ambientalistas, associações de trabalhadores rurais e urbanos, associações comunitárias, sindicatos e federações de trabalhadores rurais, movimentos sociais, organismos de cooperação nacionais e internacionais, públicos e privados. O P1MC se propõe como meta construir um milhão de cisternas, com uma capacidade de 16.000 litros cada uma, em um prazo de cinco anos, beneficiando diretamente mais de 5 milhões de pessoas.

que ninguém se responsabiliza pela sua manutenção. Embora tenham sido construídos com recursos do Projeto Cooperar, que é gerenciado pelo governo, a responsabilidade da manutenção após sua construção, teoricamente, é da comunidade. Aparentemente nos parece que foi esquecido a realização de um treinamento com algum morador que garanta a sua manutenção técnica, como também uma campanha de educação ambiental e de saúde que possibilitasse a conscientização dos moradores.



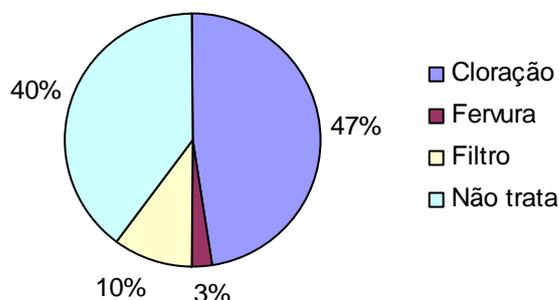
**Figura 36 – Fonte de abastecimento predominante nas casas do assentamento de Paus Brancos.**



**Figura 37 – Água usada para consumo humano nas casas do assentamento de Paus Brancos.**

Quase a metade dos moradores (19 famílias; 47%) (Figura 38) trata a água para beber, mesmo se for água de cisterna, com cloro. O filtro doméstico vem usado por quatro famílias (10%) e apenas uma família (3%) declarou ferver a água. Um número de 16 famílias (40%) não faz tratamento de água.

Um total de 30 famílias (75% dos moradores) armazenam água para períodos de escassez e 17 (57%) delas o fazem na cisterna, seis (20%) em potes/recipientes, cinco (17%) em tambores de PVC fechados, uma (3%) na caixa d'água e mais uma (3%) em outro depósito.



**Figura 38 – Tipo de tratamento de água para consumo humano nas casas do assentamento de Paus Brancos.**

As Figuras 39 – 42 mostram crianças e adultos buscando água em Paus Brancos.



**Figura 39 – Meninas buscando água no chafariz; Paus Brancos, PB; 02.09.2005.**



**Figura 40 – Meninos buscando água numa carroça; Paus Brancos, PB; 08.12.2005.**



**Figura 41 – Mulher buscando água; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.**



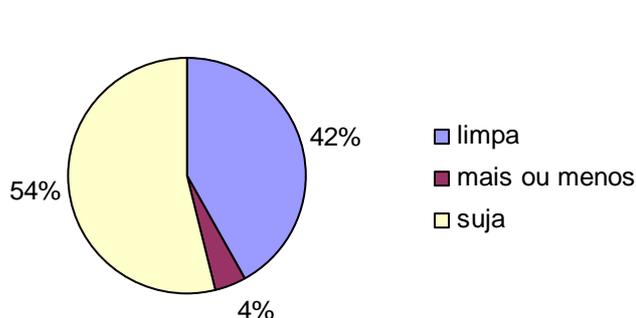
**Figura 42 – Moradores coletando água em barris de fibra de vidro; Paus Brancos, PB; 02.09.2005.**

### **5.1.2.3 Saúde Pública**

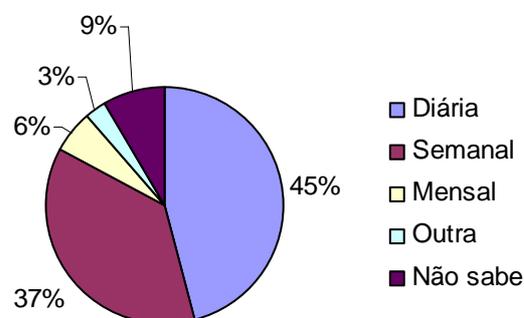
As condições de higiene na comunidade de Paus Brancos são precárias por causa da escassez de água, por falta de educação sanitária e de noção de higiene de seus moradores. Nas visitas de campo, as entrevistadoras fizeram um levantamento qualitativo, observando as residências e especialmente as cozinhas, os hábitos dos moradores, seus vestuários e a situação das crianças. O resultado obtido evidencia que 50% dos moradores vivem em condições de extrema pobreza, sem as menores condições de higiene (Figura43).

Observou-se falta de condições higiênicas na maioria das cozinhas das residências, relacionado com a escassez de água, mas também pelos hábitos culturais, tais como permitir a entrada de animais domésticos como galinha, cachorro, gato, que circulam pela casa. Em algumas residências foi observado comida e lixo acumulado, mau cheiro e crianças com bocas, mãos e roupas sujas.

Estes resultados são interessantes, considerando que a percepção dos moradores em relação à higiene e de “possuir ou não possuir” água é diferente daquela dos pesquisadores. Assim, em relação às cozinhas, por exemplo, as condições levantadas com o questionário de diagnóstico, indicaram que dos 83% das famílias entrevistadas confirmando ter cozinha, apenas 29% destas não têm pia, 57% têm, mas sem água contínua, e 14% confirmaram ter pia com água contínua. Destas famílias, 45% afirmaram limpar a cozinha todos os dias, 37% todas as semanas, 6% uma vez por mês e 12% tem outras periodicidades ou não sabiam (Figura 44). Das famílias com cozinha, 91% usam fogões a lenha, 26% também têm fogões a gás e apenas 20% delas possuem de geladeiras.



**Figura 43 – Grau de higiene nas casas do assentamento de Paus Brancos e dos moradores.**



**Figura 44 – Periodicidade da limpeza / manutenção das cozinhas dos moradores de Paus Brancos.**

Do total de 14 crianças com menos de cinco anos de idade, em quatro (29%) foram confirmadas verminose nos últimos seis meses e duas delas apresentaram diarreia nos 15 dias anteriores à pesquisa. Dessas quatro crianças, três são de famílias que declaram usar água de cisternas e uma do carro pipa para tomar. Duas delas declararam que não tratam a água para consumo humano.

Nas crianças com mais de cinco anos de idade e nos adultos, a hipertensão arterial foi mais freqüente: presente em 11 (7%) das 154 pessoas estudadas na pesquisa. Das doenças agudas, as mais freqüentes foram a diarreia e a verminose, as quais se encontraram em sete das 40 famílias entrevistadas.

No assentamento de Paus Brancos trabalham dois agentes comunitários de saúde, os quais inicialmente aceitaram fazer parte do grupo dos multiplicadores de SODIS. Mais da metade dos moradores afirmou que os agentes fornecem esclarecimentos sobre o tratamento de água para beber. Sobre higiene pessoal e doenças transmitidas pela água, só um quarto da população declara ter recebido alguma informações dos agentes de saúde.



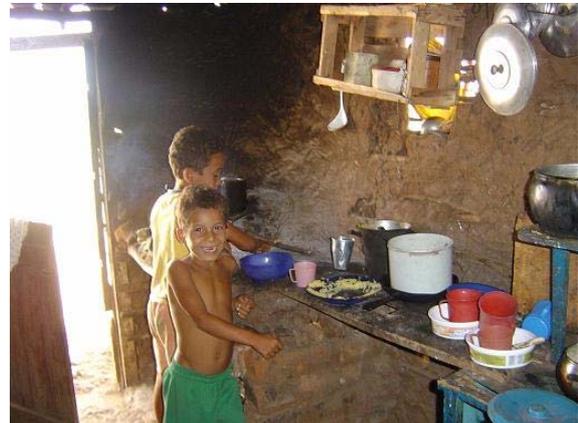
**Figura 45 – Sala de uma família típica; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.**



**Figura 46 – Outro aspecto de uma residência; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.**



**Figura 47 – Cozinha típica; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.**



**Figura 48 – Crianças na cozinha, observa-se falta de pia; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.**



**Figura 49 – Moradora numa cozinha; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.**



**Figura 50 – Vista geral de um quintal; Paus Brancos, PB; 19.08.2006.**

As Figuras 45 e 46 mostram moradores em suas residências. Na primeira foto pode-se observar que mesmo nas casas mais pobres há equipamento de som e televisão. Na segunda foto percebe-se a importância da religião, através das estatuas de santos em molduras na

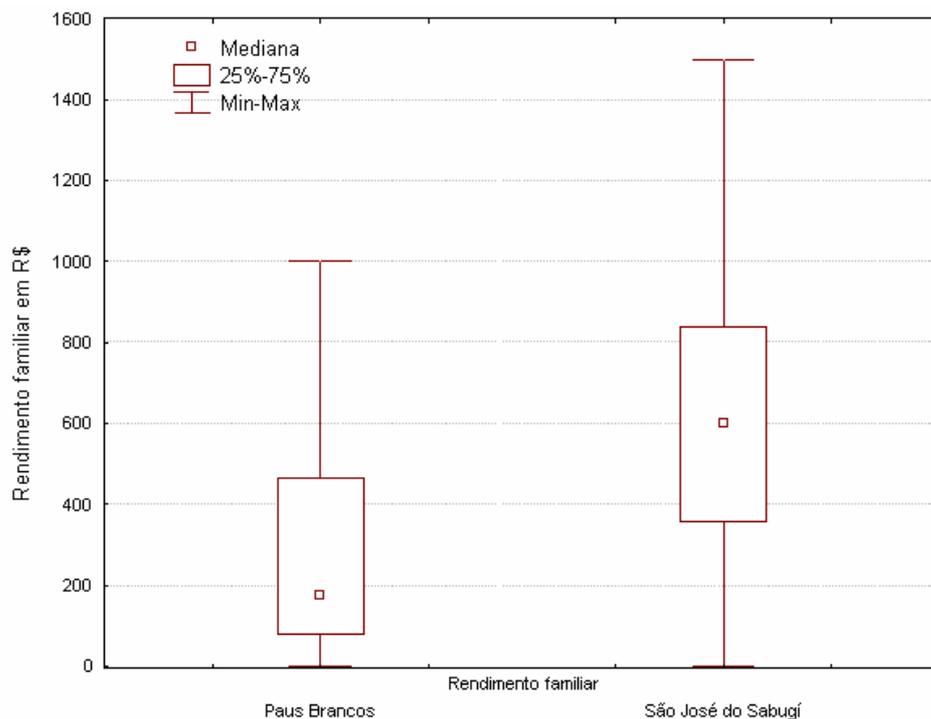
parede (principalmente, Jesus, o Santíssimo e Nossa Senhora). Nas Figuras 47 – 49 moradoras e crianças estão nas cozinhas, onde a maioria das vezes também entram ou moram animais, evidenciando condições precárias de higiene. Na última foto (Figura 50) se vê lixo acumulado no terreno de uma família.

### **5.1.3 Análises Comparativas de São José do Sabugi / Paus Brancos**

#### **5.1.3.1 Caracterização Sócio-Econômica dos Moradores**

Os moradores da comunidade de São José do Sabugi revelam características econômicas mais favoráveis, comparado com àqueles de Paus Brancos e até com outros moradores de comunidades rurais da Paraíba. Por exemplo, todas as 40 famílias entrevistadas possuem cozinhas e apenas uma família não tem banheiro em casa, enquanto que em Paus Brancos várias casas não têm cozinha nem banheiro. Foi interessante observar que muitas vezes durante a entrevista, os próprios moradores afirmaram ter cozinha e banheiro, pois a definição dos lugares para eles é diferente. Denominam os lugares segundo os usos, sendo estes locais improvisados por eles: são chamados de cozinha ou de banheiro um canto de um ambiente, um pedacinho de fundo do quintal, uma esquina da casa etc., mesmo não tendo a infra-estrutura suposta como básica no conhecimento e na percepção dos pesquisadores.

A comparação da renda mensal *per capita* da população maior de 15 anos de R\$ 161,19 (mediana: R\$ 100,00), em São José do Sabugi, àquela de R\$ 110,85 (mediana: R\$ 30,00), em Paus Brancos, mostra que, na primeira destas comunidades, os moradores têm, considerando a mediana, mais de três vezes a renda da segunda. O resultado vem confirmado também como estatisticamente significativo, no teste *U*, comparando as rendas familiares das duas comunidades [ $U = 375$ ;  $Z = -3,97$ ;  $p = 0,000071$ ]. A Figura 51 mostra a mediana das rendas familiares das duas comunidades com seus mínimos, máximos e a concentração entre 25 e 75%.



**Figura 51 – Diagrama de caixa (Box-Plot) comparando o rendimento familiar nas duas comunidades.**

A população de Paus Brancos é mais jovem, provavelmente por ser um assentamento novo, de apenas 18 anos.

Quanto ao nível de instrução/escolaridade, os moradores de São José do Sabugi possuem maior nível de educação formal do que aqueles de Paus Brancos. Este resultado também pode ser devido ao fato de que o nível de desenvolvimento social em São José do Sabugi é bem maior do que aquele de Paus Brancos, de forma que, em São José, há escolas bem estabelecidas, com professores locais muito sensibilizados. Além de que a maioria dos habitantes de São José do Sabugi já nasceu na comunidade. Há, portanto, tradição local, amor pela sua terra, pela sua moradia, preocupação com a educação da família e ações comunitárias de educação sanitária e ambiental. Numerosas famílias participam de coleta e reciclagem de lixo, têm maior quantidade de água e garantia de abastecimento, entre outros bens que são valorizados e cuidados pela comunidade. Constroem e fazem manutenção das suas próprias casas, suas duas igrejas e suas roças. Em Paus Brancos se percebe uma baixa escolaridade e a falta de uma cultura local e de uma estabilidade social, o que normalmente se estabelece só depois de anos de convivência com o lugar e com os vizinhos.

As características sócio-econômicas das comunidades pesquisadas são parecidas àquelas de outras comunidades rurais. Por exemplo, MOSER *et al.* (2005) trabalharam em comunidades na Bolívia e encontraram praticamente a mesma idade média dos moradores (36

anos; São José do Sabugí 35,31; Paus Brancos 30,28). O fato da idade média ser mais baixa em Paus Brancos pode ser relacionada à breve existência do assentamento.

O número médio de membros da família nas comunidades bolivianas também se assemelha com os resultados encontrados na Paraíba, porém mostrando um dobro de número de crianças com menos de 5 anos (Bolívia: 5 adultos e 1 criança menor de 5 anos; São Jose do Sabugi: 4,95 adultos e 0,32 criança; Paus Brancos: 3,85 adultos e 0,52 criança).

Os dados relativos à incidência de analfabetismo dos chefes de família podem ser comparados diretamente com os dados de um projeto recentemente executado no Ceará (BOTTO, 2006), em que foram usados os mesmos questionários. Nas comunidades pesquisadas no Ceará este grau variou entre 26 e 35%, enquanto em São José do Sabugi 17,5% dos chefes de família afirmaram ser analfabetos e 42,5% em Paus Brancos. Como já mencionado anteriormente, estes dados são pouco confiáveis, pois muitos moradores que disseram terem cursado as primeiras séries do ensino fundamental, continuam praticamente analfabetos, podendo apenas escrever o próprio nome.

Entre 40 e 80% das famílias das comunidades do projeto de BOTTO (2006) possuem salários inferiores a um salário mínimo. Em São José do Sabugi apenas 22,5% das famílias vivem nestas condições precárias enquanto em Paus Brancos 70% sobrevivem com menos de um salário mínimo por mês.

Pode-se concluir que as características sócio-econômicas de São José do Sabugi e de Paus Brancos são semelhantes a outras comunidades rurais, especialmente no Nordeste brasileiro, sendo que São José do Sabugi apresenta uma situação mais favorável do que Paus Brancos.

### **5.1.3.2 Abastecimento de Água**

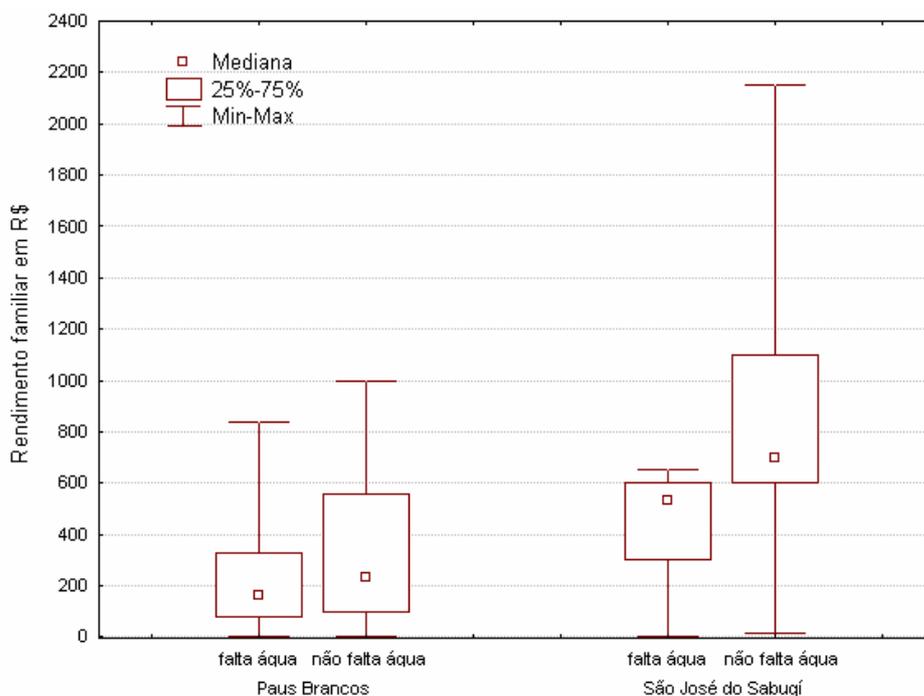
A quantidade de água disponível em Paus Brancos é significativamente menor do que em São José do Sabugi [ $\chi^2 = 7,27$ ; g.l. = 1;  $p = 0,007$ ]: 70% dos moradores (28 famílias) de Paus Brancos e apenas 40% (16 famílias) em São José, afirmam que falta água nas moradias várias vezes por ano (Tabela 13). Mesmo havendo numerosas cisternas, a fonte predominante de abastecimento de água em São José do Sabugi continua sendo o poço (amazonas ou tubular), que existe em quase todas as moradias. Para consumo humano, os moradores preferem água da cisterna, que eles consideram como mais segura, enquanto a dos poços pode estar contaminada. Em Paus Brancos, há poucos poços e os chafarizes estão afastados da maioria das residências. Em consequência, as pessoas costumam consumir água de cisterna para todo tipo de uso, o que resulta no esvaziamento mais rápido da cisterna, e isto

leva a uma situação precária em relação à quantidade de água disponível. Observa-se em Paus Brancos crianças e mulheres buscando água nos chafarizes, enquanto esta situação é rara em São José do Sabugi.

**Tabela 13 – Estudo comparativo de falta de água em São José do Sabugi e Paus Brancos.**

Comunidade	Falta água em sua casa?			
	Sim		Não	
	No. de famílias	Porcentagem	No. de famílias	Porcentagem
São José do Sabugi	16	40%	<b>24</b>	<b>60%</b>
Paus Brancos	<b>28</b>	<b>70%</b>	12	30%

Confrontando os dados de falta de água com a situação econômica da família (renda familiar) obteve-se um resultado estatisticamente significativo no teste *U* em São José do Sabugi [ $U = 86$ ;  $Z = 2,80$ ;  $p = 0,0051$ ], indicando que é mais freqüente faltar água nas famílias com rendimento familiar menor. Em Paus Brancos o teste não deu significativo, ou seja, o rendimento familiar não é diferente entre os que têm falta de água em casa e os que não tem [ $U = 135,5$ ;  $Z = -0,96$ ;  $p = 0,3375$ ]. A Figura 52 mostra a mediana das rendas familiares das duas comunidades com seus mínimos, máximos e a concentração dessas rendas entre 25 e 75%.



**Figura 52 – Diagrama de caixa (Box-Plot) de comparação da falta de água relacionada ao rendimento familiar em Paus Brancos e São José do Sabugi.**

Nas comunidades do Ceará (BOTTO, 2006) as famílias pesquisadas se abastecem principalmente com água subterrânea, através de poços (44 – 100%). A mesma situação se encontra em São José do Sabugi 82%. Em Paus Brancos quase a metade das famílias usa cisternas e o restante água dos chafarizes.

Antes do projeto, 30% das famílias pesquisadas no Ceará não tratavam a água para beber, enquanto isto em São José de Sabugi aconteceu em 28% das famílias e em Paus Brancos em 40%. O tratamento mais comum no Ceará foi o filtro doméstico (7 – 82%), enquanto na Paraíba se usou mais a cloração (48% nas duas comunidades).

### **5.1.3.3 Saúde Pública**

É interessante o fato de que, nas duas comunidades, mostra-se pouca incidência de doenças. Isto, mesmo comprovando que as condições sanitárias em Paus Brancos, quase em todas as famílias, são precárias e a água disponível para higiene pessoal é bastante limitada. Considerando paradigmas epidemiológicos, a incidência de diarreias e verminose neste local deveria ser bem maior, comparado àquela de São José do Sabugi. Os dados obtidos na presente pesquisa podem sugerir que existe um alto grau de resistência à doenças vinculadas à água das pessoas na localidade, considerando também a opção de que as pessoas mais expostas a essas formas de contaminação desenvolvem mais imunidade e resistências. Mas uma outra possibilidade é a falta de reconhecimento da população da presença de doenças, sendo uma conclusão que parece mais viável. Analisando os resultados dos formulários de diagnóstico, em São José do Sabugi foi confirmado um maior número de casos (nove, comparado com os sete de Paus Brancos) de verminose. Embora essa diferença seja pequena, era esperada, já que reflete a situação mencionada acima.

## **5.2 Experimentos SODIS e SOPAS**

### **5.2.1 Experimento SODIS do dia 16.12.2005**

#### **5.2.1.1 Variação da Concentração das Bactérias Coliformes em Função da Temperatura**

De acordo com os resultados da Tabela 14 e da Figura 53, a inativação dos microorganismos (coliformes termotolerantes e *E. coli*) está relacionada com a temperatura, mesmo que o número limitado de dados não permita que este resultado seja estatisticamente confirmado. Em geral observa-se que quanto maior a temperatura do ambiente e conseqüentemente a temperatura dentro da garrafa, mais eficiente a inativação das bactérias, concordando com os resultados da literatura (DONAIRE & JARDIM, 2001; LONNEN *et al.*, 2005; MARTÍN-DOMÍNGUEZ *et al.* 2006; MÉNDEZ-HERMIDA *et al.*, 2005; PATERNIANI & DA SILVA, 2005; XAVIER *et al.*, 2005). O resultado nas garrafas controle mostra a importância da luz solar no processo da desinfecção. Com temperaturas de 36°C, não houve inativação de coliformes dentro das garrafas que foram envoltas com papel alumínio para impedir a penetração de luz solar, enquanto nas transparentes ocorreu decréscimo bacteriano bastante acentuado. Na Tabela 14 observa-se que nas garrafas escuras de controle houve ativa reprodução, atingindo valores extremamente altos, com número excessivo na diluição usada no experimento.

Enquanto depois de cinco horas de exposição ao sol (amostra T<sub>2</sub>), registrou-se a inativação total de coliformes termotolerantes e *E. coli*, na última amostra (T<sub>4</sub>), depois de 8 horas de exposição ao sol, encontraram a presença de coliformes termotolerantes, embora valores mínimos. Neste caso, foi ocorrido uma reativação de excassos coliformes que permaneceram em estado de estresse pela ação da luz associada às temperaturas altas ou pode ter acontecido uma re-contaminação no laboratório, pois um recrescimento bacteriológico, dentro desse tempo, mesmo com a temperatura da água já diminuída, é raro na literatura, embora não impossível (CEBALLOS *et al.*, 2003).

Observe-se que não houve diferença significativa de temperatura entre a água das garrafas transparentes (SODIS convencional) e aquela das garrafas colocadas sob um fundo preto. Esta última alcançou valores minimamente superiores após quatro horas de exposição ao sol.

Tabela 14 – Densidade de coliformes termotolerantes e *E. coli* em 100 ml de água por métodos testados com água A (água bruta da fonte).

Amostra	Horas de exposição ao sol	Horas do dia	Temperatura ambiente em °C	AB (SODIS convencional, garrafas transparentes)			AP (SODIS fundo preto, garrafas encima de lona preta)			AE (SODIS escuridão, garrafas controle embrulhadas em papel alumínio)		
				No. C.term/100ml	No. <i>E. coli</i> /100ml	Temperatura da água em °C	No. C.term/100ml	No. <i>E. coli</i> /100ml	Temperatura da água em °C	No. C.term/100ml	No. <i>E. coli</i> /100ml	Temperatura da água em °C
T <sub>0</sub>	0	08:50	27.5	2.0 x 10 <sup>3</sup>	2.0 x 10 <sup>3</sup>	30	2.0 x 10 <sup>3</sup>	2.0 x 10 <sup>3</sup>	30	2.0 x 10 <sup>3</sup>	2.0 x 10 <sup>3</sup>	29
T <sub>1</sub>	2	10:50	NF	2.1 x 10 <sup>2</sup>	2.1 x 10 <sup>2</sup>	38	3.1 x 10 <sup>2</sup>	3.1 x 10 <sup>2</sup>	38	1.1 x 10 <sup>3</sup>	1.1 x 10 <sup>3</sup>	32.5
T <sub>2</sub>	5	13:50	39	0	0	44	0	0	45.5	Ex.	Ex.	35.5
T <sub>3</sub>	6,5	15:20	36.5	0	0	43	0	0	44	Ex.	Ex.	36
T <sub>4</sub>	8	16:50	33	4.5	0	38.5	2	0	39	Ex.	Ex.	35

Ex. = Excessivo; NF = não feito

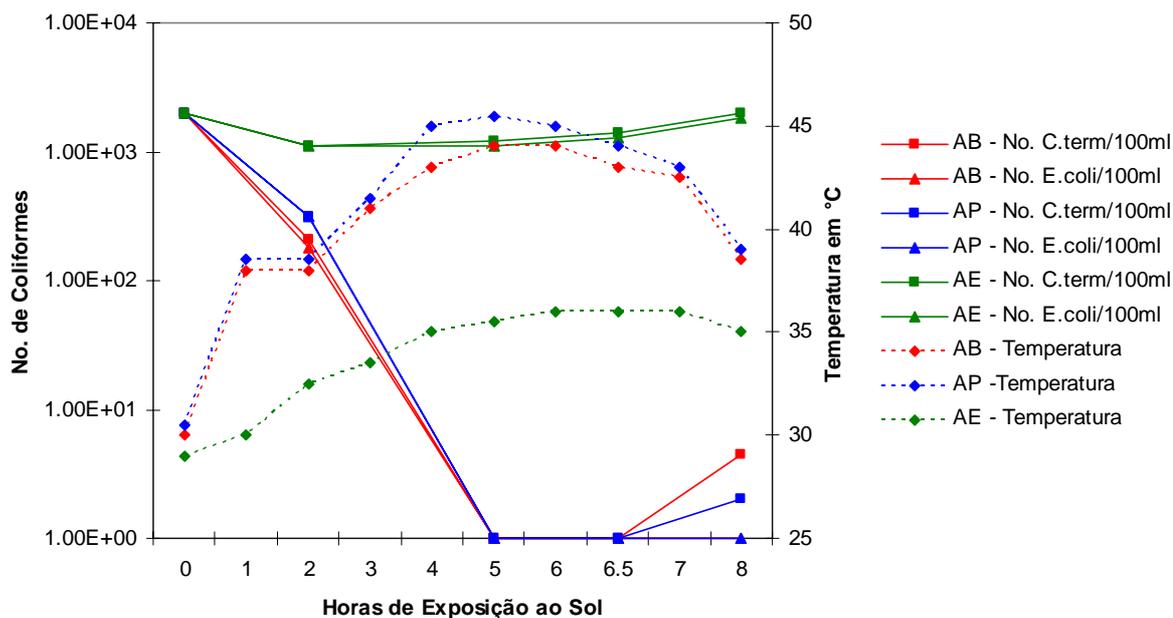


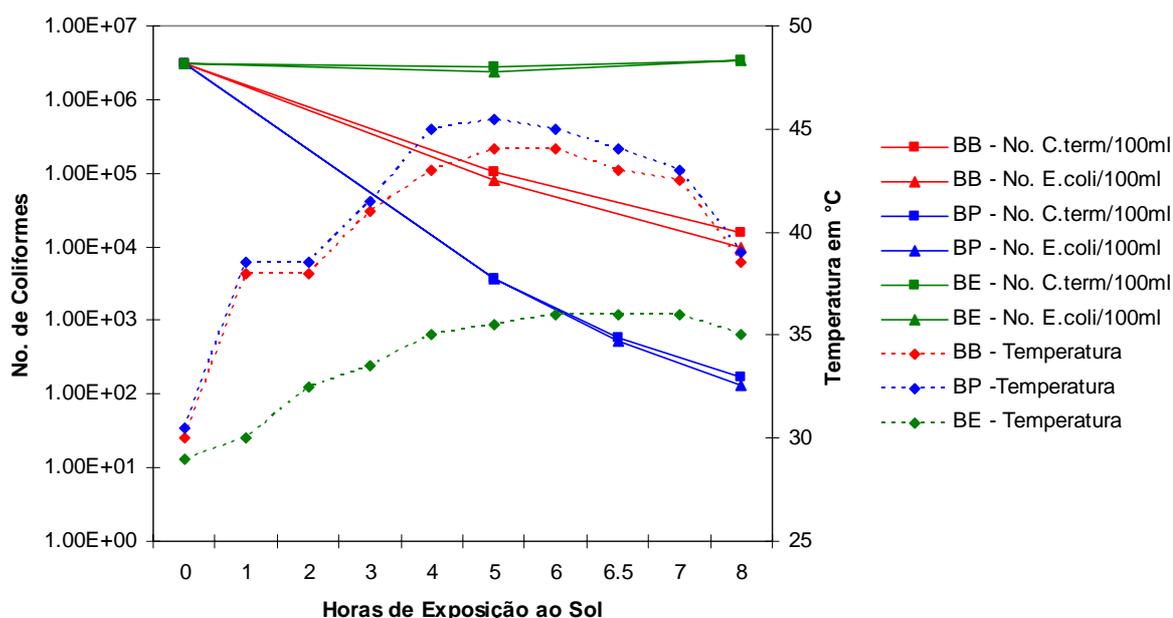
Figura 53 – Decaimento de bactérias coliformes termotolerantes e *E. coli* em função da temperatura da água; Experimento do 16.12.2005, água A (água bruta da fonte).

No experimento B, feito com a mesma água, adicionada de um inóculo de esgoto, na concentração de 100 ml/60 l, observou-se a eficiência de SODIS. Mesmo quando os valores de coliformes termotolerantes não chegaram a zero, houve diminuição significativa, como resumido na Tabela 15 e na Figura 54, equivalente a 3% (0,1 % nas garrafas sob fundo preto) da população inicial após 5 horas (T<sub>2</sub>) e de 0,5% (0,01) após 8 horas (T<sub>4</sub>).

**Tabela 15 – Densidade de coliformes termotolerantes e *E. coli* em 100 ml de água por métodos testados com água B (contaminada com esgoto diluído).**

Amostra	Horas de exposição ao sol	Horas do dia	Temperatura ambiente em °C	BB (SODIS convencional, garrafas transparentes)			BP (SODIS fundo preto, garrafas encima de lona preta)			BE (SODIS escuridão, garrafas controle embrulhadas em papel alumínio)		
				No. C.term/100ml	No. <i>E. coli</i> /100ml	Temperatura da água em °C	No. C.term/100ml	No. <i>E. coli</i> /100ml	Temperatura da água em °C	No. C.term/100ml	No. <i>E. coli</i> /100ml	Temperatura da água em °C
T <sub>0</sub>	0	08:50	27.5	3.0 x 10 <sup>6</sup>	3.0 x 10 <sup>6</sup>	30	3.0 x 10 <sup>6</sup>	3.0 x 10 <sup>6</sup>	30	3.0 x 10 <sup>6</sup>	3.0 x 10 <sup>6</sup>	29
T <sub>1</sub>	2	10:50	NF	Ex.	Ex.	38	Ex.	Ex.	38	Ex.	Ex.	32.5
T <sub>2</sub>	5	13:50	39	1.0 x 10 <sup>5</sup>	8.1 x 10 <sup>4</sup>	44	3.8 x 10 <sup>3</sup>	3.8 x 10 <sup>3</sup>	45.5	Ex.	Ex.	35.5
T <sub>3</sub>	6,5	15:20	36.5	Ex.	Ex.	43	5.7 x 10 <sup>2</sup>	5.7 x 10 <sup>2</sup>	44	Ex.	Ex.	36
T <sub>4</sub>	8	16:50	33	1.5 x 10 <sup>4</sup>	1.5 x 10 <sup>4</sup>	38.5	1.7 x 10 <sup>2</sup>	1.7 x 10 <sup>2</sup>	39	Ex.	Ex.	35

Ex. = Excessivo; NF = não feito



**Figura 54 – Decaimento de bactérias coliformes termotolerantes e *E. coli* em função da temperatura da água; Experimento do 16.12.2005, água B (contaminada com esgoto diluído).**

### 5.2.1.2 Condutividade Elétrica

Não houve variações significativas na condutividade elétrica ao longo dos experimentos. Nem a contaminação da água com esgoto, nem o aumento da duração da exposição ao sol influenciaram no valor da condutividade elétrica, que se manifestou entre 908 e 1048 uS/cm, de forma aleatória, tanto nas águas A e B. Não foi encontrado correlação entre os valores da condutividade elétrica e a diminuição das bactérias testadas (Tabela 16).

Tabela 16 – Valores de condutividade elétrica em uS/cm.

Amostra/ Horas	Amostra	Água A			Água B		
		SODIS convencional - água A	SODIS fundo preto - água A	Controle escuridão - água A	SODIS convencional - água B	SODIS fundo preto - água B	Controle escuridão - água B
T <sub>0</sub> (0 h)	1	1012	1012	1012	977	977	977
	2	1012	1012	1012	977	977	977
T <sub>1</sub> (3 h)	1	984.5	943.4	942.8	956.3	946.4	948.8
	2	944.5	963.2	932.7	983.9	992	968.1
T <sub>2</sub> (5 h)	1	1016	1034	950.3	1010	994.1	934
	2	1004	914.1	989.1	1002	979.9	943.2
T <sub>3</sub> (6.5 h)	1	1003	1009	908.3	1002	978.3	960.8
	2	976	999	953.6	983.7	972	948.3
T <sub>4</sub> (8 h)	1	1005	990.8	956	1048	1007	946.8
	2	972.5	931.7	951.7	1019	1013	941.2

### 5.2.1.3 Análises Físico-Química das Águas

As análises físico-químicas, das amostras de água do experimento do dia 16.12.2005, revelam os seguintes resultados (Tabela 17).

Tabela 17 – Valores de diferentes parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de água antes de submetê-las à luz solar.

Parâmetro	Água T <sub>0</sub> A	Água T <sub>0</sub> B	CONAMA Resolução 357, 17.03.2005; Água doce classe 1
pH	7,34	7,69	6,00 – 9,00
Condutividade Elétrica (uS. Cm <sup>-1</sup> )	1.000	1.000	-
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	38,20	33,40	-
Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	20,52	20,76	-
Sódio (mg L <sup>-1</sup> )	144,90	147,20	-
Potássio (mg L <sup>-1</sup> )	5,85	3,12	-
Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )	143,57	132,94	250,00
Sulfatos (mg L <sup>-1</sup> )	41,76	56,16	250,00
Bicarbonatos (mg L <sup>-1</sup> )	303,78	301,95	-
Carbonatos (mg L <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	-
Ferro (mg L <sup>-1</sup> )	0,23	0,31	0,30
Oxigênio Consumido (mg L <sup>-1</sup> )	1,60	<b>3,00</b>	-
Alcalinidade em Carbonato – CO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	-
Alcalinidade em Bicarbonatos – HCO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	249,00	247,50	-
Alcalinidade Total – CaCO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	249,00	247,50	-
Dureza Total – CaCO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	181,25	170,00	-
Resíduo Seco (mg L <sup>-1</sup> )	640,00	640,00	-
Amônia Livre – NH <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Ausência	Ausência	-
Nitritos – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	Ausência	<b>Presença</b>	1,00
Nitrato – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	Presença	Presença	10,00

## 5.2.2 Experimento SOPAS do dia 05.01.2006

### 5.2.2.1 Dados Meteorológicos

A temperatura do ar, como também a radiação solar, foram medidas diretamente no campo e são resumidas na Tabela 18.

**Tabela 18 – Temperatura do ambiente e radiação solar.**

Horas de exposição ao sol/(Amostra)	Horas do dia	Temperatura ambiente em °C	Radiação solar		
			chão	concentrador	max.
0 h (T <sub>0</sub> )	08:30	NF	1.46	1.23	2.42
1 h (T <sub>1</sub> )	09:30	32	1.45	1.83	2.62
2 h (T <sub>2</sub> )	10:30	32.1	2.28	3	2.81
3 h	11:30	36.2	2.82	3.17	2.9
4 h (T <sub>3</sub> )	12:30	35.2	2.44	2.63	2.98
5 h	13:30	35.8	0.71	0.78	0.77
6 h	14:30	34.6	1.49	1.22	2.06
7 h (T <sub>4</sub> )	15:30	34.6	0.42	0.38	0.62

NF = não feito

### 5.2.2.2 Variação da Concentração das Bactérias Coliformes em Função da Temperatura

A Tabela 19 e a Figura 55 mostram os resultados do experimento SOPAS na inativação de coliformes termotolerantes e *E. coli*. Depois de 4 horas de exposição ao sol, registrou-se a inativação total das bactérias nas garrafas com penetração de luz solar. Os valores de coliformes termotolerantes e *E. coli* nas garrafas controle, ficaram com concentrações de coliformes praticamente iguais aos do início do experimento.

A temperatura da água das garrafas pintadas metade de preto e colocadas dentro do concentrador solar alcançou valores máximos de 58.2°C. Estes valores são significativamente superiores aos alcançados no experimento do dia 16.12.2005 de SODIS convencional e de SODIS com as garrafas colocadas sob fundo preto. Mesmo assim, a temperatura de 70°C, que na literatura científica (PATERNIANI & DA SILVA, 2005) é descrita como o valor de pasteurização, não foi alcançada.

Tabela 19 – Densidade de coliformes termotolerantes e *E. coli* em 100 ml de água por métodos testados no experimento SOPAS.

Amostra	Horas de exposição ao sol	Horas do dia	Temperatura ambiente em °C	SOPAS (garrafa pintada metade preto)			AE (SODIS escuridão, garrafas controle embrulhadas em papel alumínio)		
				No. C.term/100ml	No. <i>E. coli</i> /100ml	Temperatura da água em	No. C.term/100ml	No. <i>E. coli</i> /100ml	Temperatura da água em
T <sub>0</sub>	0	08:30	NF	4.5 x 10 <sup>5</sup>	3.6 x 10 <sup>5</sup>	29.7	4.5 x 10 <sup>5</sup>	3.6 x 10 <sup>5</sup>	29.7
T <sub>1</sub>	1	09:30	32	2.4 x 10 <sup>4</sup>	1.9 x 10 <sup>4</sup>	41	1.4 x 10 <sup>5</sup>	1.1 x 10 <sup>5</sup>	32
T <sub>2</sub>	2	10:30	32.1	1.1 x 10 <sup>4</sup>	6.6 x 10 <sup>3</sup>	51.1	2.5 x 10 <sup>5</sup>	1.0 x 10 <sup>5</sup>	35.5
T <sub>3</sub>	4	12:40	35.2	0	0	58.2	5.6 x 10 <sup>5</sup>	4.5 x 10 <sup>5</sup>	40.5
T <sub>4</sub>	7	15:30	34.6	0	0	47.6	4.1 x 10 <sup>5</sup>	2.4 x 10 <sup>5</sup>	39.6

NF = não feito

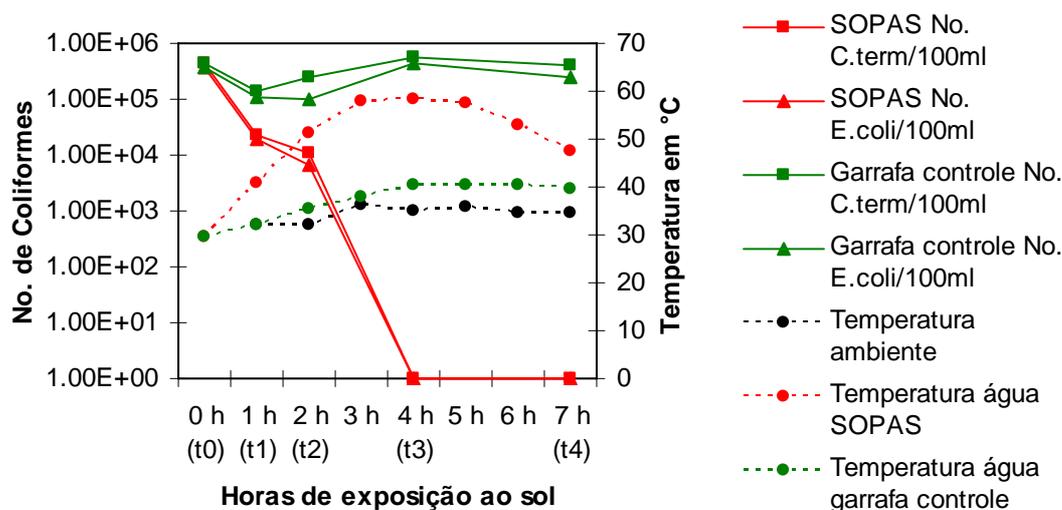
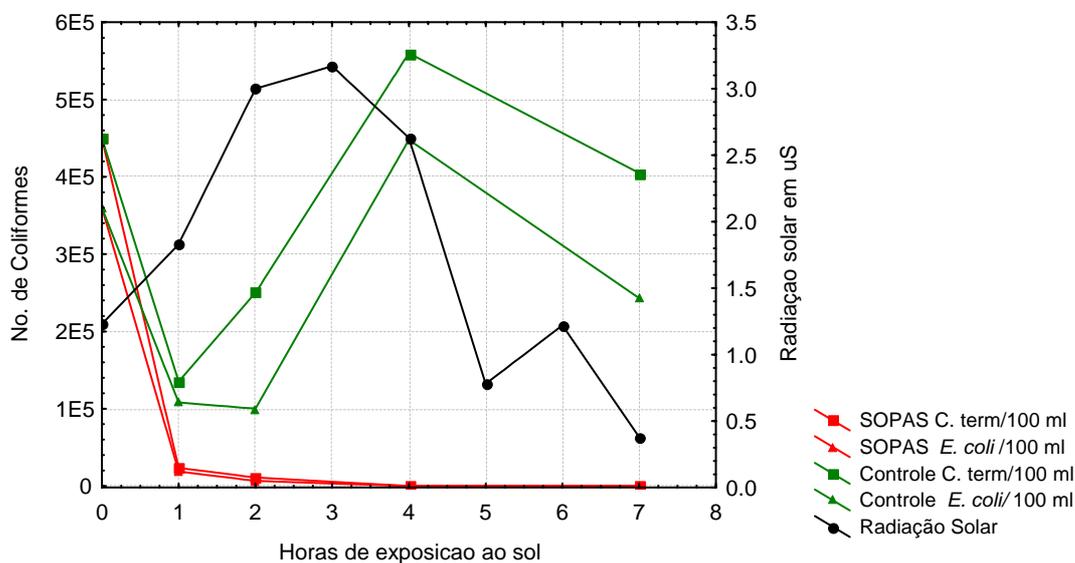


Figura 55 – Decaimento de bactérias coliformes termotolerantes e *E. coli* em função da temperatura da água; Experimento do 05.01.2006, SOPAS.

### 5.2.2.3 Variação da Concentração das Bactérias Coliformes em Função da Intensidade da Radiação Solar

Na Figura 56 observa-se que desde o início da exposição ao sol (dentro das primeiras duas horas) houve uma significativa diminuição do número de coliformes termotolerantes e *E. coli* nas garrafas submetidas ao tratamento com SOPAS. No mesmo período ocorreu o maior aumento da radiação solar. Nas garrafas controle também aconteceu uma diminuição de coliformes na primeira hora, mas pequena. Resultados semelhantes de inativação foram

obtidos por vários autores (HERRERA & DOMINGUEZ, 2006; MARTÍN-DOMÍNGUEZ *et al.*, 2006; MONTEIRO *et al.*, 2005) que fizeram estudos nesta área.



**Figura 56 – Inativação de bactérias coliformes termotolerantes e *E. coli* em função da radiação solar. Experimento SOPAS do 05.01.2006.**

#### 5.2.2.4 Condutividade Elétrica

Os resultados da Tabela 20 mostram que, igual que no primeiro experimento (16.12.2005), não houve variações significativas na condutividade elétrica. Os valores manifestam-se entre 1074 e 1185 uS/cm, indistintamente do tipo de água.

**Tabela 20 – Valores de Condutividade elétrica em uS/cm.**

Amostra/ Horas	Condutividade elétrica uS/cm		Temperatura
	SOPAS	Controle	
T <sub>0</sub> (0 h)	1185	1185	31°C
T <sub>1</sub> (1 h)	1100	1070	34°C
T <sub>2</sub> (2 h)	1081	1103	31.4°C
T <sub>3</sub> (4 h)	1083	1074	32.4°C
T <sub>4</sub> (7 h)	1085	1102	31.4°C

## 5.2.3 Análise de Custo-Efetividade SODIS / SOPAS

### 5.2.3.1 Cálculo de Custos

As soluções alternativas a serem comparadas na análise de custo-efetividade são as duas técnicas de desinfecção por SODIS (convencional e com a garrafa pintada metade de preto) e a de SOPAS. A estimativa do cálculo é referente a quatro garrafas, o que pode ser considerado como o volume médio de consumo de uma família de três pessoas. É também uma quantidade adequada para uso dentro de um concentrador solar de fácil construção.

Os custos de cada alternativa são mostrados na Tabela 21.

**Tabela 21 – Custos dos tratamentos SODIS e SOPAS para desinfecção de água (em R\$).**

Categoria de custos	Alternativas		
	SODIS convencional	SODIS metade preto	SOPAS
<b>Custos comuns</b>			
4 Garrafas PET*)	7.20	7.20	7.20
<b>Custos variáveis</b>			
Cor preta		0.90	0.90
Pincel		0.50	0.50
Caixa de Papelão			0.00
Papel alumínio			1.20
Fita adesiva			1.00
<b>Custo total</b>	<b>7.20</b>	<b>8.60</b>	<b>10.80</b>
Menos custos comuns	7.20	7.20	7.20
<b>Custos variáveis</b>	<b>0.00</b>	<b>1.40</b>	<b>3.60</b>

\*) O valor das garrafas PET é baseado num valor médio de um refrigerante de 2 litros, sendo que é um custo que pode ser reduzido a 0, com a reciclagem das garrafas PET.

Visto que os custos comuns são iguais em todas as alternativas e, no presente estudo, pode-se considerar que as garrafas não são compradas com a finalidade de se aplicar SODIS, e sim para o consumo do refrigerante, pode-se considerar que o uso da garrafa é uma forma de reutilização, sem custos, e dessa forma as garrafas não entram no cálculo dos custos da análise de custo-efetividade.

Em um cálculo de custo-efetividade normalmente entram não apenas os custos do investimento inicial, mas também os custos correntes de funcionamento (REYNOLDS & GASPARI, 1986). No caso de SODIS, poderiam ser considerados os do trabalho e os do lugar de exposição como custo de capital. Decidiu-se não renunciar a isto nesta pesquisa, pois se tratam de custos não monetários e, na dimensão da pesquisa, de valores insignificantes e de uma prática abstrata, pois o trabalho limita-se a alguns minutos por dia (enchendo as garrafas,

colocando-as ao sol e retirando-as no fim da tarde). Já pintar as garrafas e construir o concentrador é um pouco mais trabalhoso e os custos poderiam entrar no cálculo dos custos iniciais, mas se trata de um trabalho que também não excede uma hora. O lugar de exposição na maioria dos casos é em cima do telhado ou da cisterna. Lugares que não são utilizados para outros fins, de forma que não existem custos de oportunidades.

### 5.2.3.2 Cálculo de Efetividade

Como medida de efetividade, precisa-se calcular um produto como resultado imediato do programa, ou seja, na implantação de SODIS ou SOPAS. Na tabela 22 estão mostrados os possíveis resultados a serem considerados na análise:

**Tabela 22 – Resultados das alternativas SODIS ou SOPAS.**

Resultado	Alternativas		
	SODIS convencional	SODIS metade preto	SOPAS
Diminuição de coliforme termotolerante dentro de 6 horas de exposição ao sol	100%	100%	100%
Diminuição de <i>E. coli</i> dentro de 6 horas de exposição ao sol	100%	100%	100%

Os resultados das três alternativas, dentro do tempo recomendado pela EAWAG/SANDEC (SODIS, 2005), de 6 horas de exposição ao sol, foi igual em todas as alternativas. Este resultado apenas muda com a diminuição do tempo de exposição. Outros fatores, como por exemplo, efeitos na saúde, não podem ser medidos em certo tempo e conseqüentemente ficariam hipotéticos. Considerando estes fatos, é possível ver que os resultados do uso razoável de qualquer uma das três alternativas ficaria igual, de forma que não precisa ser considerada pelo cálculo do custo-efetividade ou seja, no exemplo, são apenas os custos que variam, e eles só insignificamente, então, a análise pode ser uma análise unicamente de custos.

O cálculo de custo-efetividade no caso de SODIS e SOPAS é um exercício teórico, já que os métodos são reconhecidamente de baixo custo ou de custo zero. A efetividade de todas as alternativas é igual, portanto unicamente os custos entram na análise. Comparando estes, a alternativa mais barata é a de SODIS convencional, usando a garrafa PET transparente sem pintá-la metade de preto e sem colocá-la dentro de um concentrador solar. Este resultado, ao qual já se chega sem fazer qualquer tipo de cálculo, é o que sempre se recomendou às comunidades durante o presente trabalho. Comparando os efeitos sobre o decaimento bacteriano, as alternativas metodológicas analisadas não resultam interessantes em pequena

escala, e até podem gerar dificuldades em comunidades carentes, visto que se precisa comprar tinta preta (SODIS com garrafas pintadas metade de preto) e/ou papel de alumínio (SOPAS). Todavia podem se transformar em fatores de erros, pois foi observada a colocação de algumas garrafas com a metade preta para acima, ou seja, a exposição ao sol da superfície preta da garrafa e não da transparente. Outro erro freqüente é a disposição errada do concentrador solar, considerando que este deve apresentar a disposição das asas no ângulo correto em função da posição geográfica do local, para concentrar efetivamente os raios solares. Erros dessa natureza podem até refletir os raios solares para fora do concentrador e resultar numa falha do método.

### **5.3 Efetividade da Divulgação e Implantação de SODIS**

O trabalho de divulgação de SODIS foi iniciado naturalmente, já com as primeiras visitas de campo, e portanto, antes de se ter resultados da fase de diagnóstico. Nas duas comunidades tinham sido realizados outros trabalhos de análises de qualidade de água (OLIVEIRA, 2005) e de diagnósticos sócio-econômicos (BARACUHY, 2001). Assim, os moradores já tinham experiências prévias e foi mais simples a interação e a comunicação. Nas primeiras visitas foram realizadas reuniões das associações dos moradores nas duas comunidades. Nestas reuniões, apresentou-se pela primeira-vez a metodologia SODIS, explicando-se de forma simples, os fundamentos do método, sua forma de uso e resultados de outras experiências em comunidades do Brasil e do mundo.

A divulgação, sua implantação e o acompanhamento de SODIS foram contínuos e mantidos ao longo de todo o período do trabalho. Em cada uma das visitas (total de 10 em São José do Sabugi e nove em Paus Brancos), foram feitos acompanhamentos das famílias que aplicaram SODIS, que motivaram outras a participar e, ainda, a educação sanitária e ambiental foi estimulada.

#### **5.3.1 São José do Sabugi**

##### **5.3.1.1 Desenvolvimento e Aceitabilidade de SODIS**

Na primeira visita de campo depois do diagnóstico e depois da apresentação de SODIS na reunião da associação dos moradores, 95% das 40 famílias entrevistadas confirmaram já ter ouvido algo sobre SODIS. Três meses mais tarde, foram 100% dos entrevistados afirmando conhecer o método. Mesmo assim, apenas 61% (número que

aumentou para 73% três meses depois) já testaram SODIS. Daqueles que experimentaram SODIS, 78% (83%) confirmaram continuar a usar o método.

A maioria das pessoas que negaram fazer SODIS, não se manifestou sobre o motivo. O mais comum foi a falta de tempo. Também foi declarada falta de necessidade porque usam outros tratamentos, irregularidade no tempo, ou seja, no sol, e uma pessoa indicou que sempre esquece de fazer SODIS.

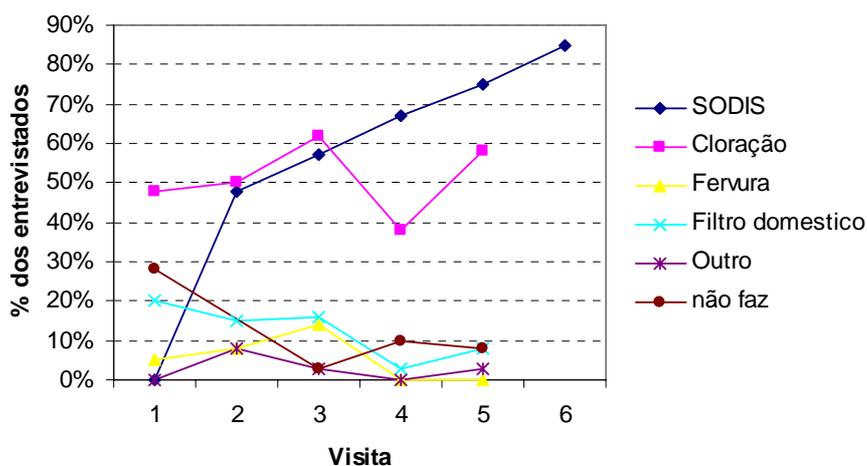
Durante a execução do projeto no campo, aumentou o número de usuários regulares de SODIS na comunidade de São José do Sabugi. Enquanto que na primeira entrevista somente 48% atestaram usar SODIS regularmente, na última visita já foram 85%.

A Tabela 23 e a Figura 57 mostram o desenvolvimento no uso de SODIS e de outros tipos de tratamento de água.

**Tabela 23 – Resultados dos questionários aplicados em São José do Sabugi sobre tratamentos de água usados pelos moradores.**

Visita	SODIS	Cloração	Fervura	Filtro doméstico	Outro	não faz
07.05.2006	67%	38%	0%	3%	0%	10%
11.02.2006	48%	50%	8%	15%	8%	NF
18.03.2006	57%	62%	14%	16%	3%	3%
07.05.2006	67%	38%	0%	3%	0%	10%
03.06.2006	75%	58%	0%	8%	3%	8%
02.07.2006	85%	NF	NF	NF	NF	NF

NF = não feito



**Figura 57 – Resultados dos questionários aplicados em São José do Sabugi sobre tratamentos de água usados pelos moradores.**

Os resultados levantados nos questionários não foram confirmados pelos multiplicadores da comunidade, que fizeram visitas nas casas dos moradores durante todo o projeto e dois dias antes da última visita de campo. Das 34 famílias que apontaram fazer SODIS, eles confirmaram 16. Isto significa que não são 85%, mas apenas 40% dos moradores que aplicam SODIS regularmente.

O número de garrafas usadas aumentou de uma média de 4,79 garrafas por família no dia 18.03.2006 para 5,35 no dia 07.05.2006. É interessante o fato de que o número de pessoas praticando SODIS dentro da família diminuiu no mesmo período, de uma média de 2 para 1,88.

Seis entrevistados declararam ter sentido um gosto ruim na água. Dois deles acharam a água salobra; mais dois, salgada; uma pessoa a achou diferente sem poder dizer como; e a sexta pessoa simplesmente não gostou, também sem informação complementar.

Cinco pessoas, ou seja, 17% dos usuários acham difícil conseguir/comprar as garrafas. Todas as famílias afirmaram usar garrafas novas e 90% delas, até 100% na última vez perguntada, estão fazendo o tratamento com garrafas de 2 litros. As garrafas estão sendo expostas ao sol em média entre as 07:22 horas (07:24 horas, na última vez perguntada) e retiradas às 15:56 horas (15:31 horas, na última vez perguntada). 63% dos usuários (73%, na última vez perguntada) colocaram as garrafas em cima da cisterna, para fazer o tratamento. Um morador que declarou ter sombra no lugar da exposição da garrafa foi instruído novamente sobre a necessidade de sol ininterrupto.

Apenas uma pessoa, em São José do Sabugi, achou difícil fazer SODIS, por causa das diferentes etapas, ou seja, dos detalhes a ser lembrados. Três entrevistados afirmaram que alguém da família reclamou ou não gostou do SODIS. Os motivos deles foram o gosto diferente, o tempo que leva para fazer, a dificuldade em fazer e uma pessoa admitiu não acreditar no método. Duas pessoas tiveram problemas com SODIS, uma delas por falta de garrafas, a outra não conseguiu tirar o gosto do refrigerante da garrafa.

A maioria dos entrevistados usuários de SODIS (77%) afirmou continuar fazendo cloração também.

As Figuras 58 – 61 mostram moradores, crianças e as garrafas de SODIS expostas ao sol em São José do Sabugi.



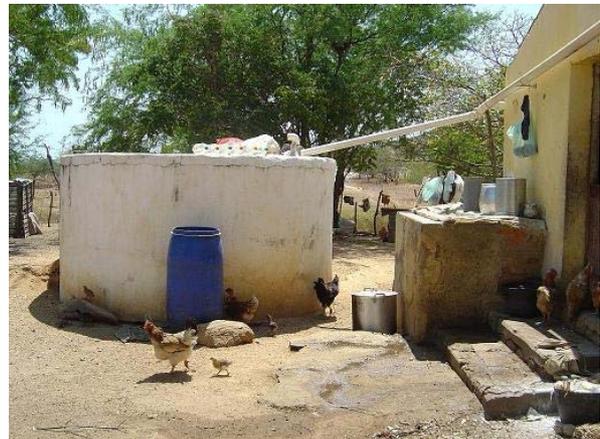
**Figura 58 – Crianças brincando ao lado da cisterna; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.**



**Figura 59 – Crianças mostrando as garrafas de SODIS sobre a cisterna; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.**



**Figura 60 – Morador fazendo SODIS; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.**



**Figura 61 – Garrafas de SODIS encima de uma cisterna; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.**

### **5.3.1.2 Observações Sociais**

O grupo de multiplicadores de São José do Sabugi consiste em uma professora, uma agente de saúde, uma agricultora e dona de casa e mais três agricultores, todos entre 27 e 40 anos de idade e todos politicamente ativos nas associações dos moradores das localidades. Tratam-se de pessoas com um alto nível de compreensão e uma grande disposição a entrar em ação. Além disso, todos eles são conhecidos na comunidade como líderes e conseqüentemente têm uma função de dar o exemplo que a comunidade segue.

Em geral, a comunidade tem uma base de educação e compreensão relativamente alta. A receptividade é muito aberta. A maioria dos moradores recebeu os entrevistadores de portas e, às vezes, até braços abertos. Trouxeram comidas e bebidas, conversaram à vontade, mostraram a casa e se abriram às perguntas da equipe do projeto. Esta grande receptividade e

amabilidade podem ter a ver com a religiosidade do povo de São José do Sabugi. As casas estão cheias de objetos religiosos e os moradores não param de falar da bondade de Deus. Todas as conversas são acompanhadas desta religiosidade e nos encontros da associação sempre tem uma parte de orações e agradecimentos a Deus (estão sempre orando por chuvas). São José, o padroeiro da cidade, que é celebrado no dia 19 de março e que é conhecido como protetor dos operários, amparo das famílias, consolo dos enfermos etc. parece ser onipresente nesta comunidade, em virtude de sua relação com a ocorrência ou não de chuvas no inverno.



**Figura 62 – Multiplicadores e voluntárias apresentando um teatrinho de bonecas sobre SODIS; São José do Sabugi, PB; 19.08.2006.**



**Figura 63 – A equipe do projeto tomando água tratada com SODIS; São José do Sabugi, PB; 20.08.2006.**

### **5.3.2 Paus Brancos**

#### **5.3.2.1 Desenvolvimento e Aceitabilidade de SODIS**

O desenvolvimento e sucesso de SODIS em Paus Brancos foi bem menor do que em São José do Sabugi.

Depois da apresentação do tratamento na comunidade, 82% das 40 famílias que faziam parte da pesquisa confirmaram já ter ouvido de SODIS. Dois meses mais tarde, foram 89% dos entrevistados. Há um morador que parece sofrer de uma doença de memória, pois ele falou de nunca ter ouvido de SODIS, deixou-se explicar o método pela pesquisadora e na visita seguinte de novo falou não conhecer o método. Não mais de 29% fizeram alguma vez SODIS e destes apenas 67%, ou seja, seis famílias confirmaram continuar a usar SODIS. Nas visitas de campo, houve várias famílias, dizendo que faziam SODIS e quando a pesquisadora pediu para mostrar as garrafas, não havia garrafas ao sol. Os moradores usaram a desculpa de que apenas naquele dia não tinham feito ou que eles tinham parado por causa da chuva e iam

voltar a fazer. Isso também, por exemplo, na última visita de campo, a qual foi num dia de pleno sol. Nesta última visita de campo não se viu nenhuma garrafa ao sol. Esta observação deixa recear que o número real de pessoas que usam SODIS em Paus Brancos é menor do que apontam os questionários.

Os motivos mais usados para não fazer SODIS são aqueles de não ter tempo e de usar um outro tipo de tratamento (normalmente cloração), inclusive uma senhora que indicou tratar a água dela com piabas (uma espécie de peixe). Houve uma variedade de outras respostas, como: acha o gosto ruim; acha complicado fazer SODIS; fez, mas parou; acha que não precisa porque todos estão sadios; não precisa porque a água não tem bactérias; não tem geladeira; não tem sol; não tem prática; não tem garrafas; não tem quem ajude a fazer; não gosta de usar e apenas uma pessoa admitiu que simplesmente estivesse com preguiça.

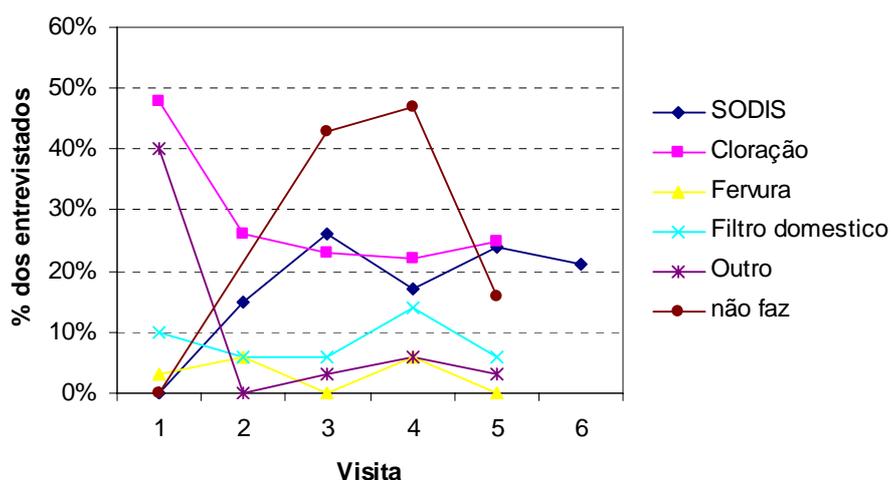
Mesmo que seja pouco, durante o projeto, o número de usuários regulares de SODIS também aumentou no assentamento de Paus Brancos de 15% para 21% no encerramento do projeto, durante este ano, desde a primeira até a última visita de campo.

A Tabela 24 e a Figura 64 mostram o desenvolvimento no uso de SODIS e de outros tipos de tratamento de água no assentamento de Paus Brancos.

**Tabela 24 – Resultados dos questionários aplicados em Paus Brancos sobre tratamentos de água usados pelos moradores.**

Visita	SODIS	Cloração	Fervura	Filtro doméstico	Outro	não faz
08.12.2005	0%	48%	3%	10%	40%	0%
13.05.2006	15%	26%	6%	6%	0%	NF
03.06.2006	26%	23%	0%	6%	3%	43%
01.07.2006	17%	22%	6%	14%	6%	47%
29.07.2006	24%	25%	0%	6%	3%	16%
19.08.2006	21%	NF	NF	NF	NF	NF

NF = não feito



**Figura 64 – Resultados dos questionários aplicados em Paus Brancos sobre tratamentos de água usados pelos moradores.**

O número de garrafas usadas no dia 03.06.2006 foi de uma média de 3,78 garrafas por família (3,83 no dia 01.07.2006). O número de pessoas praticando SODIS dentro da família encontra-se em uma média de 1.56 (1.83).

Ninguém sentiu gosto ruim na água tratada com SODIS e ninguém falou de reclamações na família por causa do novo método. A única pessoa que achou difícil fazer SODIS mencionou os detalhes do tratamento como impedimento.

50% dos usuários têm dificuldades de conseguir as garrafas. Eles usam principalmente garrafas de refrigerantes que eles mesmos compram ou que ganham de amigos ou da família. 100% das famílias (83% na segunda vez perguntado) afirmam usar garrafas novas e 89% (100%) delas de 2 litros. As garrafas estão sendo expostas ao sol em média entre as 08:26 horas (08:30 horas, na última vez perguntada) e retiradas às 15:33 horas (15:40 horas). 56% (73%) dos usuários colocam as garrafas encima da cisterna, para fazer o tratamento. Os quatro moradores, que expuseram as garrafas em local sombreado, foram instruídos novamente sobre como fazer SODIS de forma segura. Na segunda vez perguntado não se encontraram mais casos de sombra.

50% dos usuários de SODIS afirmaram continuar fazendo cloração também.

### 5.3.2.2 Observações Sociais

Em geral observa-se uma carência e pobreza grande em Paus Brancos, constatada, por exemplo, após a palestra de SODIS, em que durante a distribuição de sanduíches e

refrigerantes muitas pessoas, principalmente mulheres e crianças, travaram uma verdadeira “luta” pela comida. Uma mulher que se propôs a ajudar na distribuição da comida e distribuindo, sempre colocou à parte algumas coisinhas extras para si própria. No final do evento ela queria ir embora com várias garrafas cheias de refrigerante, fruta, pão e outras comidas. Neste momento a equipe do projeto teve que intervir para distribuir os alimentos que sobraram de forma igualitária. Outro fato que mostrou a verdadeira carência foi ver como as pessoas aproveitam e reaproveitam tudo. Por exemplo, de uma melancia, levada pela equipe para o lanche da palestra, eles não apenas comeram a polpa da fruta, mas juntaram os caroços para plantá-los e as cascas para produzir um doce.

Na palestra da outra associação, notou-se uma grande insatisfação e resistência quanto à aceitação do método. O problema principal da comunidade é a falta de água em geral e a salinidade da água disponível. Enquanto as crianças e os jovens assistiram à palestra com muito interesse, a maioria dos adultos esteve desconcentrada, distraída e revoltada. Eles manifestaram todas as tensões acumuladas, começando na “recuperação da história”, ou seja, contando todo o passado deles e seguindo com uma forte crítica ao projeto SODIS, à sociedade e ao mundo em geral. Na opinião deles, a equipe de projeto deveria resolver todos os problemas da comunidade e principalmente os problemas de abastecimento de água. A situação de abastecimento de água em Paus Brancos é precária. Moradores explicaram que a água da cisterna apenas é suficiente para beber e não é bastante para a higiene pessoal. Uma funcionária da igreja que parece ser uma das pessoas de maior nível de instrução na comunidade (ela já morou em outros lugares, inclusive em Honduras), teve a coragem de contar que ela já passou 15 dias usando a mesma roupa para trabalhar, porque a água não foi suficiente para lavar a roupa. Na última visita de campo esta mesma pessoa repetiu que não tem como ter higiene neste lugar, pois higiene só dá para ter com água abundante e fazia três semanas que ela tentava lavar roupa e não podia. Quando as voluntárias do projeto mostraram os diferentes métodos de tratamento de água, como cloração, filtração etc., uma moradora explicou que todos estes métodos eram caros para eles, que eles são pobres, sem as condições de comprar, por exemplo, filtros domésticos.

O baixo nível de educação manifestou-se principalmente em um comentário de uma mulher que achou ser desnecessário qualquer tipo de tratamento de água, pois segundo ela existem remédios para tudo e conseqüentemente para curar as doenças causadas pela contaminação da água.

A visão que as pessoas de Paus Brancos têm da Universidade é a de esfera de poder e por influenciar o poder público. Todos os membros da equipe do projeto foram chamados de

“doutora”, mesmo as voluntárias, estudantes de graduação e mesmo explicando para eles que ninguém da equipe é doutor. Desta forma aumenta-se a diferença social e cultural e os níveis de hierarquia. Sem querer, a equipe de projeto foi percebida como autoridade, longe, inacessível, que fala outra linguagem. Sempre se tentou adaptar a linguagem à “língua do povo”, falando em expressões simples, como por exemplo, “os bichinhos” para os microorganismos etc. Mas os moradores de Paus Brancos mesmo assim não deixaram os membros da equipe aproximar-se mais.

Contra a escassez de água, a equipe sugeriu à associação dos moradores que se juntassem com a outra associação e que escrevessem uma carta ao prefeito, explicando a situação deles e pedindo ajuda. Tentou-se explicar aos moradores que a ação tem que acontecer por eles mesmos e que quanto maior o número de pessoas que apoiam, maior a pressão frente ao órgão público e conseqüentemente maior a chance de provocar uma mudança. Explicou-se que não existe ajuda de fora senão somente a auto-ajuda deles mesmos. Ofereceu-se também revisar a carta para a prefeitura, dar nossos comentários, nossas dicas, corrigir e ajudar a escrever. Até o final do projeto não houve nenhuma ação neste sentido pela comunidade. Este fato deixa concluir que a comunidade assume uma postura de passividade ou resignação.

No começo do projeto, foram nomeadas quatro pessoas como multiplicadores. Um deles é o atual presidente de uma das associações dos moradores, agricultor com 47 anos de idade. Outros dois são jovens agentes de saúde e uma foi a professora da escola, a qual está com uma deficiência do ouvido e – segundo a percepção das pesquisadoras – também com uma “deficiência psicológica”. Nenhum dos quatro multiplicadores realmente se dedicou ao projeto nem parecem ter disposição suficiente para poder entrar em ação. Os recursos humanos na comunidade de Paus Brancos são altamente limitados, de maneira que não se encontraram grandes líderes ou pessoas capazes de fazer um bom trabalho como multiplicadores. No final do projeto percebeu-se que praticamente não se conseguiu multiplicadores nesta comunidade, porque nem eles mesmos estão fazendo SODIS.

Durante as visitas nas casas dos moradores, as pesquisadoras encontraram várias dificuldades. Além do desinteresse geral, muitas vezes houve pouca receptividade, as pessoas mal-humoradas e sem vontade de responder às perguntas. As vezes eles brigavam dentro da família para decidir quem ia responder daquela vez.

Como o período da pesquisa entrou também no período das eleições, houve pessoas, pedindo votos e fazendo propaganda política às pesquisadoras.

### 5.3.3 Análises Comparativas dos Resultados de Desenvolvimento e Aceitabilidade de SODIS em São José do Sabugi e em Paus Brancos

Comparando as duas comunidades, observa-se que SODIS é mais aceito em São José do Sabugi do que em Paus Brancos (Figura 65).

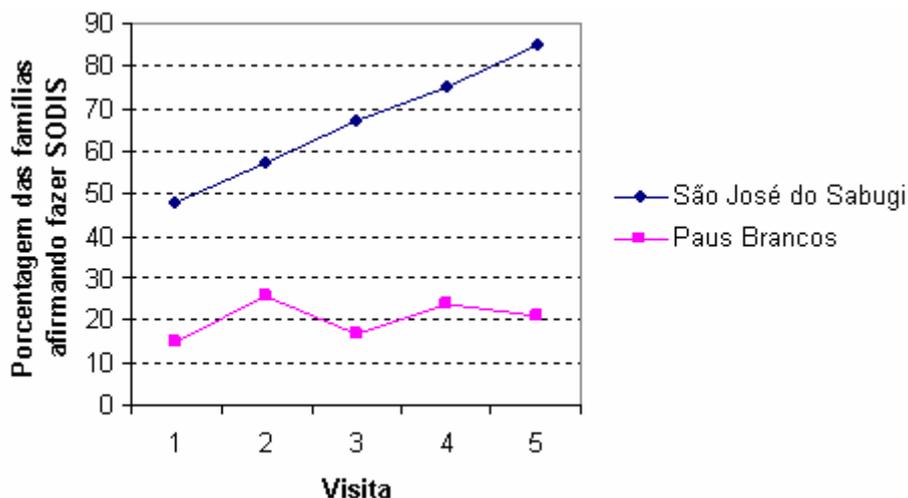


Figura 65 – Desenvolvimento de SODIS, comparando as duas comunidades.

Como já mencionado anteriormente, os dados da Figura 65 não correspondem à realidade, pois os moradores costumam mentir, para tornarem-se simpáticos. A verdadeira taxa de famílias que fazem SODIS em Paus Brancos se estima entre 0 e 10% e em São José do Sabugi entre 35 - 45%.

O fato da maior aceitabilidade de SODIS em São José do Sabugi confirma não apenas a teoria de que comunidades com maior nível de escolaridade e sócio-econômico são mais abertas a novas tecnologias, mas também o fato de que a comunidade precisa de um acompanhamento intensivo para adaptar-se ao novo tratamento de água. O trabalho da equipe do projeto na comunidade de São José do Sabugi foi mais extenso do que o trabalho em Paus Brancos. Isto aconteceu porque houve um grande interesse e uma certa cobrança por parte dos multiplicadores. Mas também porque a comunicação foi mais fácil. Há vários telefones na comunidade, os multiplicadores conversam regularmente entre eles mesmos e as conversas foram críticas e construtivas. Com certeza o maior nível de escolaridade foi principalmente responsável pelo sucesso do desenvolvimento da implantação de SODIS em São José do Sabugi.

Outro fator de sucesso foi o trabalho de marketing. Quanto mais publicidade de SODIS, maior a confiança no método. E quanto mais importante é o meio de publicidade, mais eficiente ainda. Por exemplo, observou-se um aumento do número de usuários depois de mostrar um documentário sobre SODIS na reunião da associação dos moradores em Riacho da Serra. Por falta de infra-estrutura, o mesmo não pôde ser exibido em Paus Brancos.

São principalmente mulheres, jovens e crianças que fazem SODIS. Por isto precisa-se adaptar o melhor possível a publicidade a este público alvo.

Em geral notou-se um certo desinteresse da população, que também foi confirmado pelos multiplicadores de São José do Sabugi que contaram na última visita de campo que um outro projeto deles, da separação de lixo, estava “morrendo” por causa deste desinteresse e da falta de voluntários.

Segundo o manual de treinamento de SODIS, publicado pela EAWAG/ SANDEC (SODIS, 2006), o acompanhamento da comunidade e ações promotoras do método são fundamentais para a aceitabilidade deste. MOSER *et al.* (2005) e BOTTO (2006) confirmam isto, sendo que o segundo considerou a sensibilização das oficinas fundamental para a mudança de hábito das comunidades e o primeiro mostrou que a popularidade do método ajuda muito na aceitabilidade, ou seja, quanto mais pessoas fazem SODIS, maior a disposição das que ainda não fazem, para começar. Dos métodos de promoção, a melhor nota recebeu a feira de saúde, seguida por eventos de promoção e visitas em casa, programas escolares e transmissões de televisão. Isto pode ser confirmado pela experiência de campo deste projeto. Um mês depois da apresentação de SODIS nas comunidades, 47% das famílias de São José dos Sabugi afirmaram usar o método. Esta porcentagem aumentou até os 67% dois meses mais tarde, depois de mais palestras e presenças da equipe do projeto nas reuniões das associações dos moradores, chegando aos 85% no final do projeto. Em Paus Brancos, onde o trabalho de acompanhamento e propaganda foi mais limitado, o sucesso de SODIS não aconteceu da mesma forma, alcançou um máximo de 26% das famílias e 21% no final do projeto, dizendo usar o tratamento. O uso de qualquer tratamento de água não aumentou significativamente em Paus Brancos durante o andamento do projeto, o que mostrou que o trabalho de acompanhamento, conscientização e educação sanitária não foi suficiente. Em São José do Sabugi o número de famílias que usaram outros tipos de tratamento de água diminuiu com o aumento de usuários de SODIS. Nas comunidades do projeto do Ceará (BOTTO, 2006), observou-se um aumento geral de tratamento de água dentro dos primeiros dois meses depois da implementação do método e especialmente de SODIS e da cloração, enquanto a

filtração doméstica e a fervura diminuíram. Na Bolívia (MOSER *et al.*, 2005) a fervura continua sendo o principal tratamento de água para beber.

Das famílias que começaram a tratar a água com SODIS, no Ceará entre 77 e 84%, dependendo da comunidade, afirmaram continuar com certeza. A média mundial dos projetos de SODIS, está em 84%, respondendo “com certeza” (SODIS, 2006). Em São José do Sabugi foram 85% das famílias, afirmando continuar com certeza, enquanto que, em Paus Blancos apenas 21% estão dispostos a continuar.

O problema mais citado com SODIS na literatura, usado muitas vezes como motivo para não fazer o tratamento, é a falta de garrafas (Ceará entre 20 – 82%, dependendo da comunidade; Bolívia 13%; São José do Sabugi 17%; Paus Blancos 50%).

Todos os resultados mostram a importância do marketing na implementação de SODIS e de novas tecnologias em geral. Uma obra de ROGERS (2003), intitulada “Difusão de Inovações”, se dedicou única- e profundamente a este assunto. ROGERS explica a capacidade de inovar pelos moradores, dividindo estes em diferentes grupos, segundo o grau da demora deles para adotar uma idéia nova (inovadores, primeiros adotantes, primeira maioria, maioria tardia e atrasados). Estes grupos precisam ser alcançados de formas diferentes, através de diferentes canais de comunicação (os canais dos meios de comunicação de massa revestem maior importância entre os “primeiros adotantes”, enquanto os canais locais têm maior importância nos “atrasados”). Os primeiros adotantes de um sistema social, por exemplo, podem ser descritos como pessoas de maior nível de educação, melhor posição social, de relativamente melhor estado sócio-econômico em geral. Normalmente são também as pessoas que realizam mais atividades participativas, que sabem se articular melhor e têm conhecimento sobre como e onde procurar informações. Na decisão para ou contra uma inovação, segundo o autor, entram cinco atributos, sendo 1) a vantagem relativa, o que é a superioridade percebida numa inovação, comparando esta com a idéia que seria a substituir; 2) a compatibilidade com os valores atuais; 3) a complexidade, ou seja, o grau de dificuldade percebida na inovação; 4) a experimentabilidade, o que significa o grau de susceptibilidade de uma inovação para efetuar ensaios sobre bases restringidas e 5) a observabilidade, sendo a visibilidade dos resultados do novo método.

Um dos fatores de sucesso importante, mencionado pelo autor, é o líder de opinião, tendo ele um papel fundamental na difusão de inovações, pois é ele que tem o maior grau de influencia nos moradores.

## 5.4 Ambigüidades e Inconsistências dos Questionários

A pesquisa através de questionários fornece muitas informações, especialmente de cunho quantitativo. Infelizmente os questionários têm seu limite relativo a informações qualitativas. Existem várias perguntas que podem ser entendidas de formas diferentes, dependendo da percepção e do nível do entrevistado. Por exemplo, dependendo do nível sócio-econômico do entrevistado e da necessidade ou do valor que a pessoa dá ao objeto, o preço deste é relativo. Pode ser caro para uma pessoa e barato para a outra. Assim, por exemplo, alguns moradores acharam o preço da água e/ou das cisternas caro, outros, barato. Uma doença pode ser percebida subjetivamente como doença ou como estado normal, um exemplo disso, a diarreia. Uma das perguntas foi se as pessoas cortam periodicamente as unhas. 86% responderam que sim, muitos deles entendendo as unhas que quebram na roça como “corte”, pois observando as unhas curtas e sujas de muitos entrevistados, nunca se chegaria as 86%. Para diminuir este risco de desencontro, os questionários sempre foram aplicados numa série de teste-piloto; nesta fase, detectaram-se as possíveis perguntas que poderiam gerar dúvidas em sua compreensão antes de aplicá-los nas comunidades definitivamente.

A experiência de pesquisa de campo também permitiu perceber problemas com a confiabilidade da informação oral. Esta deve ser questionada através de observação atenta. Foi constatado que os moradores tentam dar a resposta que eles acham que o entrevistador quer ouvir, o que eles sabem que seria o hábito correto, mesmo que eles não o pratiquem. Com isso, percebe-se que muitas perguntas habitualmente presentes nos questionários exigem dados precisos que nem os entrevistados sempre sabem exatamente. Por exemplo, a renda da família na maioria dos casos não é um valor fixo ou constante, pelo contrário, varia dependendo de fatores que podem mudar cada mês. Um problema adicional em relação ao parâmetro “renda” é relacionado com sua estimativa: enquanto alguns conseguem estimar ou interpretar uma renda e outros não, uns convertem negócios de troca e auto-subsistência em renda, outros não. Dessa forma, as famílias fizeram estimativas que dificilmente são comparáveis e interpretáveis.

Outro exemplo é o número de membros da família e de crianças. Este variou nas respostas dos questionários, ou seja, de um mês para outro. Questionando o fato de alta flutuação, percebeu-se que muitas pessoas simplesmente não sabem contar ou não sabem a idade das crianças ou contaram pessoas que não moravam fixamente na casa. Por isso, sempre dependeu de quem respondeu ao questionário.

Em São José do Sabugi observou-se em muitas perguntas, que os moradores estão com vergonha de falar a verdade. Isto se manifestou impressionantemente no fato do número real de pessoas que fazem SODIS comparado com o número de pessoas que no questionário responderam fazer SODIS. Mas também, por exemplo, 100% dos entrevistados diziam usar garrafas novas, apenas 11% admitiu, na primeira vez perguntada, usarem velhas também. Ao pedir água nas casas dos moradores ou deixá-los mostrar onde eles a colocam, percebeu-se que bem mais do que 11% são garrafas velhas. Este fenômeno de mentir mostrou-se ainda mais impressionante na pergunta “Lava as mãos antes e depois de ir ao banheiro?”. 100% afirmaram que sim. Só duas pessoas tiveram a coragem de dizer que normalmente eles lavam depois, mas não sempre antes. A verdade observada é que não é hábito geral lavar as mãos antes de ir ao banheiro e muitos nem lavam depois.

Muitas vezes, a pessoa entrevistada não tem todas as informações. Por motivos culturais, a maioria das entrevistas foi feita com os chefes da família que nas comunidades estudadas geralmente são os homens da casa. Entretanto, são as mulheres que se preocupam com os filhos e as questões do lar. Em consequência, em muitos casos, as informações necessárias para esta pesquisa são de conhecimento da mulher e não entraram no banco de dados levantados. Dessa forma, considera-se ter perdido informações importantes em relação à saúde das crianças.

Não foram encontradas nos estudos de SODIS, prévias discussões sobre aspectos sociais ou antropológicas das comunidades em que o método foi introduzido, que possam ser comparados com as observações feitas no capítulo de *Ambigüidades e Inconsistências dos Questionários* e especialmente em relação à credibilidade das declarações dos moradores. Assim sendo, este assunto infelizmente não pôde ser discutido e confrontado com outras experiências com SODIS.

## 6 CONCLUSÕES

A análise e interpretação dos dados obtidos, de modo geral, permitiram concluir que são precisas várias condições prévias para ter sucesso na implementação de novas tecnologias em lugares carentes de água e com baixo nível de escolaridade.

Comparando SODIS e SOPAS, notou-se que SOPAS é mais eficiente na desinfecção das águas usadas nas localidades da pesquisa. Trata-se de águas que mostram principalmente quadros de contaminação fecal. SOPAS, usando o concentrador solar, acelera o processo de inativação de microorganismos, pois a intensidade da irradiação multiplica-se. Contudo SODIS pareceu mais adequado, tendo em vista as dificuldades encontradas pelos moradores na adoção do método SOPAS. Tendo em conta este fato, indica-se o SODIS convencional, usando garrafas PET transparentes, incolor, para ser ensinado nas comunidades, inclusive por saber que é a variante mais simples e econômica.

O acompanhamento intensivo da comunidade na primeira fase depois da implementação de SODIS é indispensável. Mesmo sendo um tratamento simples, os moradores precisam ser monitorados e motivados continuamente até o método chegar a fazer parte da rotina de seu dia-a-dia.

A simplicidade de SODIS tem a desvantagem de que muitas pessoas desconfiam da efetividade do método. Provas, como a apresentação de resultados de experimentos no laboratório de campo, ajudam extremamente a aumentar a confiança dos moradores sobre tratamento. Assim o marketing transformou-se num dos principais fatores de sucesso. Em virtude disso, foi deixado com os multiplicadores destas comunidades, materiais de divulgação para garantir uma continuidade dessa prática, como proporcionar a captação e a orientação de famílias que ainda não aderiram ao projeto.

Notou-se que, quanto maior a escolaridade e o grau de informação da pessoa, maior a aceitabilidade da nova tecnologia.

A implementação de SODIS sempre precisa ser acompanhada de atividades educativas, especificamente na área de educação sanitária. A falta de informação da importância da higiene leva ao desinteresse acerca da desinfecção de água.

Qualquer projeto de SODIS com ou sem acompanhamento intensivo e em localidades de qualquer nível sócio-econômico, melhora de forma significativa a qualidade da água consumida pela comunidade, a percepção e compreensão dos moradores relativas à

higiene e doenças relacionadas à má qualidade de água ou falta de higiene e, além disso, estimula e aumenta a capacidade de auto-organização e de colaboração dos moradores da comunidade.

Assim, pode ser concluído que qualquer projeto SODIS tem impactos altamente positivos e deve ser incentivado e quanto maior o trabalho de marketing e acompanhamento, maior o sucesso.

Para futuros projetos de SODIS, recomenda-se dar mais importância ao trabalho de acompanhamento da comunidade e de divulgação do método.

Pessoalmente, eu acharia interessante, realizar um estudo de marketing, para poder definir a melhor estratégia de difusão, ou seja, o “marketing-mix” que proporcionaria maior êxito num projeto de implementação de SODIS e que garantiria maior sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Homepage**. Disponível em: <http://www.abas.org.br>. Acesso em 2 de outubro de 2006.
- ACRA, A.; RAFFOUL, Z.; KARAHAGOPIAN, Y. **Solar Disinfection of Drinking Water and Oral Rehydration Solutions**. Guidelines for Household Application in Developing Countries. Department of Environmental Health, Faculty of Health Sciences – American University of Beirut. UNICEF. Beirut, Lebanon, 1984.
- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Mapa do Estado**. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em 1 de fevereiro de 2006.
- ANDRADE, E.I.G.; ACURCIO, F.A.; CHERCHIGLIA, M.L.; BELISÁRIO, S.A.; JÚNIOR, A.A.G.; SZUSTER, D.A.C.; FALEIROS, D.R.; TEIXEIRA, H.V. **Análise de Situação da Economia da Saúde no Brasil. Perspectivas para a Estruturação de um Centro Nacional de Informações**. COOPMED, Belo Horizonte, MG, 2004.
- ANDRADE, L.O.M. **Sistema de Salud de Brasil. Normas, Gestión y Financiamiento**. Edições UVA, Editora Hucitec, São Paulo (SP), 2002.
- APHA (American Public Health Association). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th edition. Washington, DC, 1998. 1220p.
- ASA – ARTICULAÇÃO NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO. **Homepage**. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br>. Acesso em 5 de agosto de 2006.
- BARACUHY, J.G.V. **Manejo Integrado de Microbacias Hidrográficas no Semi-Árido Nordeste: Estudo de um caso**. PIDT Programa Insitucional de Doutorado Temático. Doutorado em Recursos Naturais. Campina Grande (PB), 2001.
- BATISTA, R.S.; GOMES, A.P.; IGREJA, R.P.; HUGGINS, D.W. **Medicina Tropical – Abordagem Atual das Doenças Infecciosas e Parasitárias**. Volume 1. Editora Cultura Médica. Rio de Janeiro (RJ), 2001.
- BLACK, J. **Microbiology. Principles and Applications**. 3th Edition. New Jersey, USA. 1996.
- BOTTO, M.P. **Avaliação do Processo de Desinfecção Solar (SODIS) e sua Viabilidade Social no Estado do Ceará**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza (CE), 2006.
- CÁRITAS BRASILEIRA. **Das ações de emergência a uma política de convivência: a trajetória recente da Cáritas no semi-árido brasileiro**. Cadernos Cáritas, 3, Semi-Árido Brasileiro. Cáritas Brasileira, Brasília, 2002.
- CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO R.J. **Economia dos Recursos Hídricos**. Editora da Universidade Federal da Bahia. Salvador (BA), 2002.

- CASTRO, R.; REIFF F. **Resumen, conclusiones y recomendaciones del Simposio sobre la Calidad del Agua en América Latina y el Caribe: Ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química.** La Calidad del Agua Potable en América Latina. ILSI Press. Washington DC, USA, 1996.
- CEBALLOS, B.S.O.; DE SOUSA, A.A.P.; KONIG, A. **Avaliação de Três Métodos Simples de Eliminação de Bactérias Fecais.** Disponível em: Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 2 – Trabalhos Técnicos – Tomo II. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. Rio de Janeiro (RJ), 1993.
- CEBALLOS, B.S.O. **Microbiología sanitaria y ambiental.** MENDONÇA, S.R. Sistemas de Lagunas de Estabilización, McGraw Hill. Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia, 2000. p. 68-106.
- CEBALLOS, B.S.O.; SOARES, N.E.; MORAES, M.R.; CATÃO, R.M.R.; KONIG, A. **Microbiological aspects of an urban river used for unrestricted irrigation in the semi-arid region of north-east Brazil.** Water Science and Technology, Vol. 47 No. 3 pp 51-57. IWA – International Water Association, London, UK, 2003.
- CONROY, R.M.; MEEGAN, M.E.; JOYCE, T.; MCGUIGAN, K.; BARNES, J. **Solar disinfection of water reduces diarrhoeal disease: an update.** Archives of Disease in Childhood 1999; 81: 337-338. Disponível em: <http://adc.bmjournals.com>. Acesso em 22 de setembro 2005.
- CONROY, R.M.; MEEGAN, M.E.; JOYCE, T.; MCGUIGAN, K.; BARNES, J. **Solar disinfection of drinking water protects against cholera in children under 6 years of age.** Archives of Disease in Childhood 2001; 85: 293-295. Disponível em: <http://adc.bmjournals.com>. Acesso em 22 de setembro 2005.
- CRAUN, G.F. **Sopesando los riesgos químicos y microbianos de la desinfección del agua potable: la prevención de las enfermedades infecciosas transmitidas por el agua es nuestra preocupación fundamental.** La Calidad del Agua Potable en América Latina. ILSI Press. Washington DC, USA, 1996.
- DATASUS. Ministério da Saúde. **Informações de Saúde. Epidemiológicas e Morbidade.** Disponível em: <http://www.datasus.gov.br>. Acesso em 27 de setembro de 2005.
- DINIZ, C.R. **Aspectos Sanitários de Corpos Lênticos Temporários utilizados para Consumo Humano.** Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande (PB), 1994.
- DONAIRE, P.P.R.; JARDIM, W.F. **Desinfección Solar de Águas de Represa en Campina Grande, Paraíba, Brasil.** Desinfección Solar de Águas en Comunidades Rurales de América Latina. Proyecto OEA AE 141/2001. Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo. La Plata, Argentina, 2001.

- DUTKA, B.J. **Microbiological Indicators, Problems and Potential of New Microbial Indicators of Water Quality.** Biological Indicators of Water Quality. Chapter 18. John Wiley & Sons, Chichester, England, 1979.
- EISENHUT, P. **Aktuelle Volkswirtschaftslehre 2004/2005.** Rüegger Verlag. Zürich, Switzerland, 2004.
- ESCOSTEGUY, C.C. **Estudos de Intervenção.** MEDRONHO, R.A. Epidemiologia. Capítulo 10. Atheneu Editora. Rio de Janeiro (RJ), 2004.
- ESREY, S.A.; POTASH, J.B.; ROBERTS, L.; SHIFF, C. **Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma.** Bulletin of the World Health Organization, Vol. 69, 609-621. WHO, Geneva, Switzerland, 1991.
- ESREY, S.A. **Water, Waste, and Well-Being: A Multicountry Study.** American Journal of Epidemiology, Vol. 143, No. 6, 608-623. Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health. USA, 1996.
- EVISON, L.M. **Microbial Parameters of Raw Water Quality.** Biological Indicators of Water Quality. Chapter 16. John Wiley & Sons, Chichester, England, 1979.
- FUNDACIÓN SODIS. **Homepage.** Disponível em: <http://www.fundacionsodis.org/>. Acesso em 3 de agosto de 2006.
- GALAL-GORCHEV, H. **Desinfección del agua potable y subproductos de interés para la salud.** La Calidad del Agua Potable en América Latina. ILSI Press. Washington DC, USA, 1996.
- GARCIA, M.G.; HIDALGO, M.V.; LITTER, M.I.; BLESÁ M.A. **Remoción de As mediante el método ROAS en Los Pereyra, Provincia de Tucumán, Argentina.** Remoción de Arsénico Asistida por Luz Solar en Comunidades Rurales de América Latina. Proyecto OEA AE 141/2001. Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo. La Plata, Argentina, 2003.
- GELDREICH, E.E.; CRAUN, G.F. **Barreras múltiples para la protección y el tratamiento del abastecimiento de agua potable: un método probado de prevención de la propagación de las enfermedades transmitidas por el agua.** La Calidad del Agua Potable en América Latina. ILSI Press. Washington DC, USA, 1996. p. 1-12.
- GOTTRET, P.; SCHIEBER, G. **Health Financing Revisited. A Practitioner's Guide.** The World Bank. Washington DC, USA, 2006.
- GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. Secretaria de Saúde. Notícias. **12/07/2005: Estudo aponta redução na mortalidade infantil da Paraíba.** Disponível em: [http://200.199.79.99/noticias/not2005/fsm\\_noticias\\_v1.0/index.php](http://200.199.79.99/noticias/not2005/fsm_noticias_v1.0/index.php). Acesso em 31 de julho 2005.

- GUEDES, D.G.M.; CEBALLOS, B.S.O. **História (e Estórias) Passada e Presente de Epidemias de Cólera. Campina Grande no contexto paraibano.** Editora Universitária. João Pessoa (PB), 1998.
- HARTOG, A.P.; STAVEREN, W.A.; BROUWER, I.D. **Manual for social surveys on food habits and consumption in developing countries.** Margraf Verlag. Weikersheim, Alemanha, 1995.
- HELLER, L.; COLOSIMO E.A.; ANTUNES C.M.F. **Environmental sanitation conditions and health impact: a case-control study.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Vol. 36, 41-50. Uberaba, MG, 2003.
- HERRERA, A.G.; DOMINGUEZ, A.M. **Desinfección solar, una alternativa para pequeñas comunidades rurales.** Água potable para comunidades rurales, reuso y tratamiento avanzado de aguas residuales domesticas. Cap. 9. Disponível em: <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/>. Acesso em 2 de fevereiro de 2006.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 27 de maio de 2006.
- INTERPA – Instituto de Terras e Planejamento Agrícola do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://www.interpa.pb.gov.br>. Acesso em 9 de outubro de 2006.
- KOHLER, M.; WOLFENBERGER, M. **Test assignment: Migration of organic components from polyethylene terephthalate (PET) bottles to water.** EMPA – Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research. Dübendorf, Switzerland, 2003.
- LMRS. Governo do Estado da Paraíba. **Monitoramento do Clima » Estações Do Ano.** Disponível em: <http://www.lmrs-semarh.ufcg.edu.br/meteoro/clima.shtml>. Acesso em 27 de maio 2006.
- LONNEN J.; KILVINGTON S.; KEHOE S.C.; AL-TOUATI F.; MCGUIGAN K.G. **Solar and photocatalytic disinfection of protozoan, fungal and bacterial microbes in drinking water.** Water Research, 39, 877-883. IWA – International Water Association, London, UK, 2005.
- MANSILLA, H.D.; CORNEJO, L.; LARA, F.; YÁÑEZ, J.; LIZAMA, C.; FIGUEROA, L. **Remoción de arsénico de aguas de Río Camarones, Arica, Chile.** Remoción de Arsénico Asistida por Luz Solar en Comunidades Rurales de América Latina. Proyecto OEA AE 141/2001. Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo. La Plata, Argentina, 2003.
- MÁRQUEZ-BRAVO, L.G. **Desinfección Solar.** Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Mor. México, 1998.
- MARTÍN-DOMÍNGUEZ, A.; ALARCÓN-HERRERA, T.; MARTÍN-DOMÍNGUEZ, I.; GONZÁLEZ-HERRERA, A. **Efficiency in the disinfection of water for human consumption in rural communities using solar radiation.** Solar Energy 78 (2005) 31–40. Elsevier. Disponível em: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com): Acesso em 24 de janeiro de 2006.

- MÉNDEZ-HERMIDA F.; CASTRO-HERMIDA J.A.; ARES-MAZÁS E.; KEHOE S.C.; MCGUIGAN K.G. **Effect of batch-process solar disinfection on survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts in drinking water.** Applied Environmental Microbiology, Vol. 71, No. 3, 1653-1654. Washington DC, USA, 2005.
- MINAYO, M.C.S. **Enfoque Ecológico de Saúde e Qualidade de Vida.** MINAYO, M.C.S.; MIRANDA, A.C. Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós. Editora Fiocruz. Rio de Janeiro, RJ, 2002.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria N°. 518/GM Em 25 de março de 2004. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br>. Acesso em 24 de junho de 2005.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em 12 de junho de 2005.
- MONTEIRO, P.C.G.; BRANDÃO, C.C.S.; SOUZA, M.A.A. **Viabilidade do Uso da Radiação Solar na Desinfecção da Água.** Universidade de Brasília – UnB, Departamento de Engenharia Civil, Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Brasília (DF). Disponível em: [http://www.crid.or.cr/crid/CD\\_Agua/pdf/por/doc14605/doc14605.pdf](http://www.crid.or.cr/crid/CD_Agua/pdf/por/doc14605/doc14605.pdf). Acesso em 25 de julho de 2005.
- MOSER, S.; HERI, S.; MOSLER, H.J. **Determinants of the diffusion of SODIS. A quantitative field study in Bolivia. Summary report.** Jan. 2005. Disponível em: [http://www.sodis.ch/files/Factors\\_SODIS-Diff\\_Bolivia.pdf](http://www.sodis.ch/files/Factors_SODIS-Diff_Bolivia.pdf). Acesso em 12 de janeiro de 2006.
- MST – MOVIMENTO DOS TRABALHADORES RURAIS SEM TERRA. **Homepage.** Disponível em: <http://www.mst.org.br>. Acesso em 2 de outubro de 2006.
- NAVARRO, M.B.M.A.; FILGUEIRAS, A.L.L.; COELHO, H.; ASENSI, M.D.; LEMOS, E.; SIDONI, M.; SOARES, M.S.; CARDOSO, T.A.O. **Doenças Emergentes e Reemergentes, Saúde e Ambiente.** MINAYO, M.C.S.; MIRANDA, A.C. Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós. Editora Fiocruz. Rio de Janeiro, RJ, 2002.
- OLIVEIRA, R.C. **O trabalho do antropólogo.** Editora UNESP, São Paulo (SP), 1998.
- OLIVEIRA, F.M. **Diagnóstico da Qualidade das Águas na Microbacia do Riacho Angico.** Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Dissertação de Mestrado. Campina Grande (PB), 2005.
- OMS – Organização Mundial de Saúde. **The PHAST Initiative. Participatory Hygiene and Sanitation Transformation. A new approach to working with communities.** WHO, Geneva, Switzerland, 1996.
- OMS – Organização Mundial de Saúde. **Water-related diseases.** Disponível em: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/diarrhoea/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diarrhoea/en/). Acesso em 31 de maio de 2006.

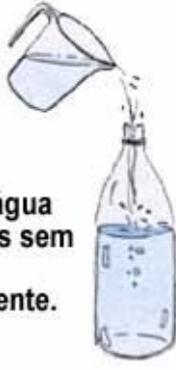
- OMS – Organização Mundial de Saúde. **World Health Statistics 2006**. WHO Press. Geneva, Switzerland, 2006.
- OTTERSTETTER, H.; ZEPEDA, F. **Ponderación de los riesgos microbianos y químicos en la desinfección del agua potable: la perspectiva de la Organización Panamericana de la Salud**. La Calidad del Agua Potable en América Latina. ILSI Press. Washington DC, USA, 1996.
- PATERNIANI, J.E.S.; DA SILVA, M.J.M. **Desinfecção de Efluentes com Tratamento Terciário Utilizando Energia Solar (SODIS): Avaliação do Uso do Dispositivo para Concentração dos Raios Solares**. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 10 – No 1. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro (RJ), 2005.
- PNAD/98 (Programa Nacional de Amostragem por Domicílios) – Jornal da Paraíba, Cidades – 23/09/2001.
- REBOUÇAS, A.C. **Água Doce no Mundo e no Brasil**. Águas Doces no Brasil. Instituto de Estudos Avançados da USP. Academia Brasileira de Ciências. São Paulo (SP), 2002. p. 1-37.
- REIFF, F.M. **El estado de la desinfección del agua potable en América Latina y el Caribe**. La Calidad del Agua Potable en América Latina. ILSI Press. Washington DC, USA, 1996. p. 101-114.
- REYNOLDS, J.; GASPARI, K.C. **Análisis de Costo-Efectividad**. PRICOR – Proyecto de Investigaciones Operativas en Atención Primaria de Salud. Maryland, USA, 1986.
- RODRIGUEZ, J. **Experiencias de aplicación de tecnología de purificación de agua con energía solar en zonas rurales de Perú**. Tecnología y Desarrollo. Vol. 2, No 1, 01/2006. Disponível em: [http://www.ipen.gob.pe/site/publicaciones/revista/revista\\_02\\_06/revista\\_02\\_06.html](http://www.ipen.gob.pe/site/publicaciones/revista/revista_02_06/revista_02_06.html). Acesso em 13 de fevereiro 2006.
- ROGERS, E.M. **Difusión of Innovations**. 5. Edition. Free Press. Ohio, USA, 2003.
- ROSE, A.; ROY, S.; ABRAHAM, V.; HOLMGREN, G.; GEORGE, K.; BALRAJ, V.; ABRAHAM, S.; MULIYIL, J.; JOSEPH, A.; KANG, G. **Solar disinfection of water for diarrhoeal prevention in southern Índia**. Archives of Disease in Childhood 2006; 91: 139-141. Disponível em: <http://adc.bmjournals.com>. Acesso em 15 de junho 2006.
- ROZEMBERG, B. **Participação Comunitária em Programas de Promoção em Saúde: elementos para uma avaliação crítica de metas e pressupostos**. MINAYO, M.C.S.; MIRANDA, A.C. Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós. Editora Fiocruz. Rio de Janeiro, RJ, 2002.
- SALATI, E.; LEMOS, H.M.; SALATI, E. **Água e o Desenvolvimento Sustentável**. Águas Doces no Brasil. Instituto de Estudos Avançados da USP. Academia Brasileira de Ciências. São Paulo (SP), 2002. p. 39-64.

- SANTOS, G.F. **Economia e Gestão da Política de Saúde no Período 1995/2002**. Disponível em: <http://www.abres.cict.fiocruz.br/>. Acesso em 11 de agosto de 2006.
- SILVA, M.A.V.; BRAGA, C.C.; AGUIAR, M.J.N.; NIETZSCHE, M.H.; SILVA B.B. **Atlas Climatológico do Estado da Paraíba**. 2ª. Edição. Universidade Federal da Paraíba. Núcleo de Meteorologia Aplicada. Campina Grande (PB), 1987.
- SMITH, H.M.; KAMINSKI, R.G.; NIWAS, S.; SOTO, R.J.; JOLLY, P.E. **Prevalence and Intensity of Infections of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura* and Associated Socio-demographic Variables in Four Rural Honduran Communities**. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Vol. 96, No. 3, 303-314. Rio de Janeiro, RJ, 2001
- SMITH, K.R.; EZZATI, M. **How Environmental Health Risks Change with Development: The Epidemiologic and Environmental Risk Transitions Revisited**. Annu. Rev. Environ. Resour. 2005. 30:291–333. Disponível em: <http://www.globalhealth.harvard.edu/Files/Smith%20and%20Ezzati%20-%20Risk%20Transition%20-%20ARE%202005.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2006.
- SOARES, M. **Treinamento e Capacitação das Comunidades**. CISTERNAS. Publicação temática do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Brasília (DF), 2004.
- SOBSEY, M.D. **Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains from Improved Water Supply**. Water, Sanitation and Health Department of Protection of the Human Environment; World Health Organization. Geneva, Switzerland, 2002.
- SODIS – SOLAR WATER DISINFECTION. **Homepage**. Disponível em: <http://www.sodis.ch>. Acesso em 30 de junho de 2005.
- SODIS – SOLAR WATER DISINFECTION. **Training Manual for SODIS Promotion**. SANDEC Report No. 13/06, 2006, EAWAG/ SANDEC, Dübendorf, Switzerland, 2006. Disponível em: <http://www.sodis.ch>. Acesso em 20 de fevereiro de 2006.
- SOLARTE, Y.; SALAS, L.M.; SOMMER, B.; DIEROLF, C.; WEGELIN, M. **Uso de la radiación solar (UV-A y temperatura) en la inactivación del *Vibrio cholerae* en agua para consumo humano. Factores que condicionan la eficiencia del proceso**. Colombia Médica, Vol. 28 N° 3. Cali, Colombia, 1997.
- SOMMER, B.; MARIÑO, A.; SOLARTE, Y.; SALAS, M.L.; DIEROLF, C.; VALIENTE, D.; MORA, D.; RECHSTEINER, R.; SETTER, P.; WIROJANAGUD, W.; AJARMEH, H.; AL-HASSAN, A.; WEGELIN, M. **SODIS – an emerging water treatment process**. J Water SRT-Aqua Vol. 46, No. 3, pp. 127-137. Oxford, UK, 1997.
- TEIXEIRA, M.; ARAN, D.; D'AREDE, C.; DIAS, I.; FLORIANO, H.; SANTANA, G. **Contas em Saúde no Estado da Bahia – 2002. Relatório Final**. Projeto Economia da Saúde. Secretaria de Saúde do Estado da Bahia, SESAB Instituto de Saúde Coletiva, ISC/Universidade Federal da Bahia. Salvador (BA), 2005.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 8. edição. Cortez Editora. São Paulo, 1998.

- TUNDISI, J.G. **Água no século XXI – Enfrentando a Escassez**. RiMa Editora. São Carlos (SP), 2003.
- UN MILLENNIUM DEVELOPMENT GOALS (MDG). NAÇÕES UNIDAS. Disponível em: <http://www.un.org/millenniumgoals>. Acesso em 31 de maio de 2006.
- UNICEF AUSTRIA. **News - Internationaler Weltwassertag: Schmutziges Wasser tötet 4.500 Kinder täglich**. Disponível em: <http://www.unicef.at/news/artikel.asp?id=557>. Acesso em 6 de junho de 06.
- UNICEF. STATISTICS, BASIC INDICATORS. Disponível em: [http://www.unicef.org/infobycountry/brazil\\_statistics.html](http://www.unicef.org/infobycountry/brazil_statistics.html). Acesso em 21 de junho de 2005.
- UNICEF/WHO/WATER SUPPLY AND SANITATION COLLABORATIVE COUNCIL. **Global Water Supply and Sanitation Assessment. 2000 Report**. Disponível em: <http://www.wssinfo.org/en/welcome.html>. Acesso em 31 de maio de 2006.
- VAUGHAN, J.P.; MORROW, R.H. **Epidemiologia para Municípios. Manual para Gerenciamento dos Distritos Sanitários**. Editora Hucitec. São Paulo (SP), 2002.
- VIEIRA, V.P.P.B. **Água Doce no Semi-Árido**. Águas Doces no Brasil. Instituto de Estudos Avançados da USP. Academia Brasileira de Ciências. São Paulo (SP), 2002. p. 509-532.
- VOLLENWEIDER, R.A. **Eutrophication: A Global Problem**. Water Quality Bulletin, Vol. 6, No. 3. Ontario, Canadá, 1981. p. 59-62.
- VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Vol. 1, 3ª Edição. DESA-UFGM, Belo Horizonte (MG), 2005.
- WEGELIN, M.; CANONICA, S.; MECHSNER, K.; FLEISCHMANN, T.; PESARO, F.; METZLER, A. **Solar water disinfection: scope of the process and analysis of radiation experiments**. J Water SRT-Aqua Vol. 43, No. 3, pp. 154-169. Oxford, UK, 1994.
- WEGELIN, M.; CANONICA, S.; ALDER, A.C.; MARAZUELA, D.; SUTER, M.J.F.; BUCHELI, T.D.; HAEFLIGER, O.P.; ZENOBI, R.; MCGUIGAN, K.G.; KELLY, M.T.; IBRAHIM, P.; LARROQUE, M. **Does sunlight change the material and content of polyethylene terephthalate (PET) bottles?** Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA; 50.3; 2001. Disponível em: <http://www.environmental-expert.com/magazine/iwa/jws/art2.pdf>. Acesso em 10 de junho de 2006.
- XAVIER, L.F.W.; MOREIRA, I.M.N.S.; HIGARASHI, M.M. *et al.* **Photodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) adsorbed onto silica gel chromatographic plates impregnated with TiO<sub>2</sub>**. Quím. Nova. [online]. May/June 2005, vol.28, no.3 [cited 30 July 2005], p.409-413. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422005000300009&lng=en&nrm=isso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000300009&lng=en&nrm=isso). Acesso em 5 de agosto de 2005.

## ANEXO

### 1 Cartaz usado no ensino de como aplicar o método SODIS nas pequenas comunidades

<p><b>1</b> Lave bem as garrafas antes de usá-las pela primeira vez.</p> 	<p><b>2</b></p>  <p>Coloque a água nas garrafas sem enche-las completamente.</p>	<p><b>3</b> Feche as garrafas e agite-as bem.</p> 
<p><b>4</b></p>  <p>Agora, termine de encher as garrafas.</p>	<p><b>5</b></p> <p>Coloque-as ao sol sobre uma placa escura...</p> 	<p><b>6</b></p>  <p>...ou num telhado</p>
<p><b>7</b></p>  <p>Deixe as garrafas ao sol durante 6 horas.</p>	<p><b>8</b></p> <p>Deixe a água esfriar. Depois, é só bebe-la.</p> 	<p>Copyright: Fundacion SODIS Universidad Mayor de San Simon Casilla 5783 Cochabamba, Bolivia sodis@supernet.com.bo sodisla@fcyt.umss.edu.bo</p>

## 2 Questionário de Diagnóstico

I. CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO E MORADORES							
NOME: _____ SEXO: 1. M 2. F (CHEFE DA FAMÍLIA)						S:	
ESCOLARIDADE: 1. Especialização até doutorado 2. Graduação (terceiro grau)		3. Ensino médio ou curso técnico 4. Ensino médio incompleto 5. 5a a 8a série - ensino fundamental		6. 1a a 4a série – ensino fundamental 7. Analfabeto		E:	
1.1 Desde quando mora nesta localidade? _____ / _____ mm aa (calcular anos->)						1.1	
1.2 Sempre morou nesta casa? 1.SIM 2. NÃO (se SIM, vá para 1.5)						1.2	
1.3 De onde veio? 1. Outra casa na mesma localidade 2. Outra casa no mesmo município		3. Outra cidade/região qual? _____				1.3	
1.4 Morava em condições melhores ou piores que as atuais? 1. PIORES 2. MELHORES 3. IGUAIS						1.4	
1.5 A sua casa é: 1. Própria 2. Alugada 3. Cedida 4. Outra Condição Qual? _____						1.5	
1.6 MORADORES DA PROPRIEDADE (ler as alternativas)							
	NOME	Relação com o chefe 1. Marido/mulher 2. Filho(a) 3. Parentes 4. Agregados 5. Locatários 6. Empregado	Idade	Ocupação principal anotar a profissão explicada em 1 ou 2 palavras	Condição de Ocupação 1. com carteira 2. sem carteira 3. autônomo 4. aposentado 5. desempregado 6. estudante	Rendimentos da ocupação principal  Rendimento bruto, sem descontos (mensal)	Instrução 1. Especialização 2. Graduação 3. Ensino médio ou curso técnico 4. Ensino médio incompleto 5. 5a a 8a série – ensino fundamental 6. 1a a 4a série – ensino fundamental 7. Analfabeto
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
II. DESCRIÇÃO DO LOTE							
2.1 Delimitação do lote (admite respostas múltiplas) 1. Sem delimitação 2. Cerca e arame 3. Muro 4. Recurso natural 5. Vegetação 6. Outra Qual? _____ * admite respostas múltiplas						2.1	

2.2 Dimensões do lote: Área em ha _____ Segundo morador	X NÃO SABE	2.2
---	------------	-----

<b>III. DESCRIÇÃO DA COZINHA</b>			
3.1 Possui Cozinha?	1. SIM	2. NÃO	3.1
3.2 A cozinha possui: 1. Pia com água contínua 2. Pia sem água contínua (girau) 3. Fogão a gás	4. Fogão a lenha 5. Fogão improvisado 6. Geladeira 7. Filtro		3.2
3.3 Localização	1. Fora da casa	2. Dentro da casa	3.3
3.4 Materiais predominantes			3.4
Material da cobertura (MC) 1. Telhado de cerâmica 2. Laje 3. Telhado de Fibro Cimento 4. Outro. Qual? _____	Material das Paredes (MP) 1. Tijolo cerâmico 8 furos 2. Tijolo maciço 3. Pau-a-pique / taipa 4. Madeira 5. Outro. Qual? _____	Revestimento interno (RI) 1. Sem revestimento 2. Reboco 3. Cerâmica / azulejo	MC: MP: RI:
3.5 Periodicidade da limpeza / manutenção da cozinha 1. Diária    2. Semanal    3. Mensal    4. Outra    5. Não sabe			3.5
OBSERVAÇÕES			

<b>IV. ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>				
4.1 Fonte de abastecimento predominante na casa: 1. Poço tubular    2. Poço amazonas    3. Nascente (Olho d'água)    4. Cisterna    5. Chafariz 6. Carro pipa    7. Outra _____			4.1	
4.2 Forma predominante de armazenamento: 1. Caixa d'água    2. Cisterna    3. Tambor de PVC fechado    4. Pote / Recipiente 5. Outro _____			4.2	
4.3 Quantos litros de água (em total) são consumidas por dia por pessoa? _____	X NÃO SABE		4.3	
4.4 Quantos litros de água para beber são consumidas por dia por pessoa? _____	X NÃO SABE		4.4	
4.5 A água chega em quantidade suficiente na sua casa?	1. SIM	2. NÃO	3. NÃO SABE	4.5
4.6 Falta água em sua casa?	1. SIM	2. NÃO	3. NÃO SABE	4.6
4.7 Quando costuma faltar água?			4.7	
1. Frequentemente (semanalmente) 2. Esporadicamente (mensalmente) 3. Raramente (poucas vezes ao ano)	4. Sazonalmente (períodos de estiagem) 5. Nunca 6. Não sabe			
4.8 Armazena água para períodos de escassez?	1. SIM	2. NÃO	4.8	
4.9 Onde armazena? 1. Caixa d'água    2. Cisterna    3. Tambor de PVC fechado    4. Pote / Recipiente 5. Outro _____			4.9	
4.10 Que água utiliza para cozinhar? 1. Poço tubular    2. Poço amazonas    3. Nascente (Olho d'água)    4. Cisterna    5. Chafariz 6. Carro pipa    7. Outra _____			4.10	
4.11 Características da água 1. Normal    2. Odor    3. Cor    4. Sabor (sal)    5. Turbidez / suspensões 6. Outra _____			4.11	

4.12 Tipo de tratamento: 1. Cloração 2. Fervura	3. Filtro 4. Não Sabe	5. Não trata 6.Outro _____	4.12
4.13 Que água utiliza para higiene pessoal? 1. Poço tubular    2. Poço amazonas    3. Nascente (Olho d'água)    4. Cisterna    5. Chafariz 6. Carro pipa    7. Outra _____			4.13
4.14 Características da água 1. Normal    2. Odor    3. Cor    4. Sabor (sal)    5. Turbidez / suspensões 6. Outra _____			4.14
4.15 Tipo de tratamento: 1. Cloração 2. Fervura	3. Filtro 4. Não Sabe	5. Não trata 6.Outro _____	4.15
4.16 Que água utiliza para beber? 1. Poço / Nascente    2. Cisterna    3. Chafariz    4. Rio / Lago    5. Carro pipa    6. Outra _____			4.16
4.17 Características da água 1. Normal    2. Odor    3. Cor    4. Sabor (sal)    5. Turbidez / suspensões 6. Outra _____			4.17
4.18 Tipo de tratamento: 1. Cloração 2. Fervura	3. Filtro 4. Não Sabe	5. Não trata 6.Outro _____	4.18
4.19 Se fervem a água, para ferver usam: 1. Gás    2. Lenha    3. Carvão.....4. não ferve			4.19
4.20 Se filtram a água, para filtrar usam: 1. Pano    2. Filtro de barro    3. Filtro de carvão / areia    4. Outro _____ 5. não filtra			4.20
4.21 Quanto pagou pela água no mês passado? R\$ _____			4.21
4.22 O que você acha da tarifa ( <i>não ler alternativas</i> ) 1. Cara    2. Barata    3. Razoável    4. Não sabe    5. Não paga			4.22
4.23 Tem cisterna (se não, vá para V Esgotamento)		1. SIM    2. NÃO	4.23
4.24 Origem da cisterna 1. Construído pelo morador    2. Projeto social (expl. Cáritas)    3. Outro _____    4. Não sabe			4.24
4.25 Quanto pagou/pagará pela cisterna? R\$ _____    X. Não sabe			4.25
4.26 O que você achou da tarifa ( <i>não ler alternativas</i> ) 1. Cara    2. Barata    3. Razoável    4. Não sabe    5. Não paga			4.26
4.27 Como está funcionando a cisterna? 1. BEM    2. MAL    3. MAIS OU MENOS    3. NÃO SABE			4.27
4.28 Por que? ( <i>admite respostas múltiplas</i> ) 1. manutenção pelos moradores    5. qualidade dos materiais 2. forma de uso pelos moradores    6. não sabe 3. projeto    7. Outra 4. execução da obra			4.28
4.29 Como era o abastecimento de água antes da cisterna? ( <i>admite respostas múltiplas</i> ) 1. Poço tubular    2. Poço amazonas    3. Nascente (Olho d'água)    4. Chafariz 5. Carro pipa    6. Outra _____			4.29
4.30 A instalação da cisterna trouxe melhorias? Quais benefícios ? malefícios? _____		1. SIM    2. NÃO	4.30
4.31 Está satisfeito com o serviço de abastecimento por cisterna? Por que?		1. SIM    2. NÃO	4.31

4.32 Quantos meses do ano faz uso da cisterna? _____	4.32
4.33 Utiliza outra forma de abastecimento de água além da cisterna? ? 1. SIM 2. NÃO Qual / quais ? Por que?	4.33
4.34 Abastece a cisterna com outro tipo de água? 1. SIM 2. NÃO (se NÃO, vá para 4.36)	4.34
4.35 Se sim, qual ou quais? 1. Poço tubular 2. Poço amazonas 3. Nascente (Olho d'água) 4. Chafariz 5. Carro pipa 6. Outra _____	4.35
4.36 Realiza limpeza / manutenção da cisterna? 1. SIM 2. NÃO Qual? Como?	4.36
4.37 Periodicidade da limpeza da cisterna: 1. Diária 2. Semanal 3. Mensal 4. Semestral 5. Anual 6. Outra 7. Não sabe	4.37
4.38 Realiza limpeza / manutenção do telhado / calhas? 1. SIM 2. NÃO Qual? Como?	4.38
4.39 Periodicidade da limpeza do telhado / calhas: 1. Diária 2. Semanal 3. Mensal 4. Semestral 5. Anual 6. Outra 7. Não sabe	4.39
4.40 Toma algum cuidado para evitar a entrada de resíduos na cisterna? 1.SIM 2.NÃO 3.NÃO SABE Qual?	4.40
4.41 Qual o sistema de coleta da água da cisterna? 1. Balde/Lata 2. Bomba manual 3. Motor elétrico 4. Outro _____	4.41
4.42 O sistema de coleta e armazenamento da cisterna apresenta alguma inadequação? 1.SIM 2.NÃO Qual?	4.42
OBSERVAÇÕES	

<b>V. ESGOTAMENTO</b>	
5.1 O esgoto do banheiro e da cozinha tem o mesmo destino? 1. SIM 2. NÃO 3. NAÕ SABE	5.1
5.2 Para onde vai o esgoto do banheiro (descarga)? 1. Fossa séptica 2. Vala / rede de drenagem / córrego 3. Fossa negra	4. Rede de esgoto 5. Rio / lago 6. Jogado na rua / logradouro 7. Não sabe 8. Outro _____ 5.2
5.3 Para onde vai o esgoto da cozinha? 1. Fossa séptica 2. Vala / rede de drenagem / córrego 3. Fossa negra	4. Rede de esgoto 5. Rio / lago 6. Jogado na rua / logradouro 7. Não sabe 8. Outro _____ 5.3
5.4 Reaproveita a água cinza da cozinha / banheiro? Como? Para que? 1.SIM 2.NÃO 3.NÃO SABE	5.4
5.5 Como está funcionando o esgoto da casa? 1. BEM 2. MAL 3. MAIS OU MENOS 3. NÃO SABE	5.5
5.6 Se mal ou mais ou menos, por que? ( <i>admite respostas múltiplas</i> )	
1. manutenção pelos moradores 2. forma de uso pelos moradores 3. projeto 4. execução da obra	5. qualidade dos materiais 6. não sabe 7. Outra 5.6

5.7 Está satisfeito com o esgoto? Por que?	1. SIM	2. NÃO	3. NÃO SABE	5.7
--	--------	--------	-------------	-----

<b>VI. COLETA DE LIXO</b>				
6.1 Qual o destino final do lixo da casa?	1. Deixa na porta de casa para ser coletado 2. Deixa em outro ponto para ser coletado 3. Leva para caçamba ou lixeira 4. Queima	5. Enterra 6. Jogado em terreno baldio 7. Jogado em rio / lagoa 8. Outro _____		6.1
6.2 Quantas vezes o lixo é retirado? (coleta ou recolhimento da lixeira / caçamba)	1. 1 vez/semana 2. 2 vezes / semana 3. 3 ou mais vezes / semana 4. Menos que 1 vez / semana 5. não retira			6.2
6.3 Como está funcionando a coleta do lixo da casa?	1. BEM 2. MAL 3. MAIS OU MENOS 4. NÃO SABE 5. não existe coleta			6.3
6.4 Se mal ou mais ou menos, por que? ( <i>admite respostas múltiplas</i> )	1. qualidade do serviço de coleta 2. periodicidade do serviço de coleta 3. forma de uso pelos moradores 4. localização das caçambas ou lixeiras	5. capacidade dos caminhões 6. não sabe 7. Outra _____		6.4
6.5 Tem alguma dificuldade para eliminar o lixo produzido? Qual? Por que?	1. SIM 2. NÃO 3. NÃO SABE			6.5
6.6 Realiza alguma separação do lixo produzido? Qual?	1. SIM 2. NÃO 3. NÃO SABE			6.6
6.7 Onde e como armazena o lixo produzido?	1. Sacos 2. Tambores 3. Buraco 4. Outro _____			6.7
6.8 Existe algum trabalho na comunidade de limpeza pública / coleta seletiva?	1. SIM 2. NÃO 3. NÃO SABE			6.8
6.9 Alguém da casa participa do trabalho? Quantas pessoas? Como?	1. SIM 2. NÃO			6.9
6.10 Existe lixo acumulado na propriedade? Que tipo de lixo?	1. SIM 2. NÃO			6.10

<b>VII. SAÚDE PÚBLICA</b>				
<b>a) Saúde infantil (crianças menores 5 anos) (se não têm filhos menores 5 anos, vai para 7.26)</b>				
7.1 Alguma criança da casa menor que 5 anos, teve diarreia nos últimos 15 dias?	1.SIM 2.NÃO 3.NÃO SABE			7.1
7.2 Se sim, qual ou quais _____ (marcar no. de ordem de criança)				7.2
7.3 Se sim, ela(s) foi (foram) levada(s) para o serviço de saúde?	1.SIM 2.NÃO 3.NÃO SABE			7.3
7.4 Ela(s) usaram algum tipo de soro de rehidratação oral?	1.SIM 2.NÃO 3.NÃO SABE			7.4
7.5 Se sim, qual	1. Preparada em casa 2. fornecida pelo posto de saúde ou pelo PSF 3. Outras, qual? _____			7.5

7.6 Alguma criança da casa menor que 5 anos, teve febre nos últimos 15 dias? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.6
7.7 Se sim, qual ou quais _____ (marcar no. de ordem de criança)	7.7
7.8 Se sim, ela(s) foi (foram) levada(s) para o serviço de saúde? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.8
7.9 Ela(s) usaram algum medicamento? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.9
7.10 Se sim, qual? _____	7.10
7.11 Alguma criança da casa menor que 5 anos, teve verminoses nos últimos 6 meses? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.11
7.12 Se sim, qual ou quais _____ (marcar no. de ordem de criança)	7.12
7.13 Se sim, ela(s) foi (foram) levada(s) para o serviço de saúde? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.13
7.14 Ela(s) usaram algum medicamento? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.14
7.15 Se sim, qual? _____	7.15
7.16 Alguma criança da casa menor que 5 anos, já teve dengue? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.16
7.17 Se sim, qual ou quais _____ (marcar no. de ordem de criança)	7.17
7.18 Se sim, ela(s) foi (foram) levada(s) para o serviço de saúde? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.18
7.19 Ela(s) usaram algum medicamento? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.19
7.20 Se sim, qual? _____	7.20
7.21 Alguma criança da casa menor que 5 anos, já teve leptospirose? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.21
7.22 Se sim, qual ou quais _____ (marcar no. de ordem de criança)	7.22
7.23 Se sim, ela(s) foi (foram) levada(s) para o serviço de saúde? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.23
7.24 Ela(s) usaram algum medicamento? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.24
7.25 Se sim, qual? _____	7.25
<b>b) Saúde pública em geral (crianças maiores de 5 anos, adultos, idosos)</b>	
7.26 Entre os crianças maiores de 5 anos, adultos e idosos teve alguma doença crônica nos últimos 6 meses? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.26
7.27 Se sim, qual ou quais 1 hipertensão 2. diabetes 3. doença de chagas 3. Outras, qual? _____	7.27
7.28 Entre os crianças maiores de 5 anos, adultos e idosos teve alguma doença aguda nos últimos 6 meses? 1.SIM 2.NÃO 3.NAÕ SABE	7.28

7.29 Se sim, qual/quais? 1. Diarréia    2. dengue    3. leptospirose    4. verminoses    5. Outra _____	<b>7.29</b>
7.30 Há agente de saúde comunitário e/ou profissional de saúde na localidade? 1. SIM 2. NÃO	<b>7.30</b>
7.31 Qual a periodicidade da visita do agente e/ou profissional de saúde? 1. mais de uma vez / semana    2. uma vez / semana    3. menos de uma vez / semana	<b>7.31</b>
7.32 Como está funcionando o atendimento pelo agente e/ou profissional de saúde? 1. BEM    2. MAL    3. MAIS OU MENOS    4. NÃO SABE	<b>7.32</b>
7.33 Por que? ( <i>admite respostas múltiplas</i> ) 1. qualidade do atendimento    4. qualificação dos agentes 2. periodicidade das visitas    5. não sabe 3. número de agentes    6. Outra _____	<b>7.33</b>
7.34 Quantas vezes costumam ir ao médico? 1. Frequentemente (semanalmente)    3. Raramente (poucas vezes ao ano) 2. Esporadicamente (mensalmente)    4. Nunca 5. Não sabe	<b>7.34</b>
7.35 O agente e/ou profissional de saúde faz esclarecimentos sobre: 1. tratamento da água    4. Doenças causadas pela água 2. tratamento da água para beber    5. Destino final do lixo / limpeza pública 3. Higiene pessoal    6. Doenças causadas pelo acúmulo de lixo 7. Não sabe 8. Nada	<b>7.35</b>
7.36 Qual o tratamento para água de beber sugerido pelo agente e/ou profissional de saúde? 1. Cloração    3. Filtro    5. Não trata 2. Fervura    4. Não Sabe    6. Outro _____ 7. Não sugere	<b>7.36</b>
7.37 Existe algum trabalho na comunidade sobre saúde pública? ? 1. SIM    2. NÃO    3. NÃO SABE Qual? Onde?	<b>7.37</b>
7.38 Alguém da casa participa do trabalho? ? Quantas pessoas? Como?    1. SIM    2. NÃO	<b>7.38</b>
7.39 Após a instalação da cisterna, houve melhoras na saúde dos familiares? Alguma doença tornou-se menos freqüente? Qual / Quais?    1.SIM    2.NÃO    3.NÃO SABE	<b>7.39</b>
OBSERVAÇÕES	

### 3 Ficha de Reconhecimento

<b>I. CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO E MORADORES</b>		
<b>NOME:</b> _____ (CHEFE DA FAMÍLIA)		
1.1 Quantas pessoas vivem na casa? _____		<b>1.1</b>
1.2 Quantas crianças menores de 5 anos? _____		<b>1.2</b>
1.3 Quantas crianças maiores de 5 anos? _____		<b>1.3</b>
<b>II. ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>		
2.1 Fonte/forma de abastecimento predominante para consumo humano: 1. Poço tubular    2. Poço amazonas    3. Nascente (Olho d'água)    4. Cisterna    5. Chafariz 6. Carro pipa    7. Outra _____		<b>2.1</b>
2.2 Faz algum tratamento na água? 1. SODIS    2. Cloração    3. Fervura    4. Filtro domestico 5. Outro _____		<b>2.2</b>
2.3 O que você acha da água que bebe? 1. Boa    2. Ruim    3. Péssima    4. Não sabe  Porque? _____		<b>2.3</b>
2.4 A qualidade da água é importante para a saúde?    1. SIM    2. NÃO    3. NÃO SABE  Porque? _____		<b>2.4</b>
<b>III. SODIS</b>		
3.1 Conhece ou já ouviu falar no SODIS?    1. SIM    2. NÃO		<b>3.1</b>
3.2 Se sim, já fizeram alguma vez o SODIS?    1. SIM    2. NÃO		<b>3.2</b>
3.3 Se já fizeram, ainda continuam fazendo? Porque? _____		<b>3.3</b>
3.4 Se não conhecem, gostariam de conhecer o SODIS?    1. SIM    2. NÃO		<b>3.4</b>

## 4 Ficha SODIS 1a

<b>I. CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO E MORADORES</b>		
<b>NOME:</b> _____ (CHEFE DA FAMÍLIA)		
1.1 Quantas pessoas vivem na casa? _____		<b>1.1</b>
1.2 Quantas crianças menores de 5 anos? _____		<b>1.2</b>
1.3 Quantas crianças maiores de 5 anos? _____		<b>1.3</b>
<b>II. ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>		
2.1 Fonte/forma de abastecimento predominante para consumo humano: 1. Poço tubular    2. Poço amazonas    3. Nascente (Olho d'água)    4. Cisterna    5. Chafariz 6. Carro pipa    7. Outra _____		<b>2.1</b>
2.2 Faz algum tratamento na água? 1. SODIS    2. Cloração    3. Fervura    4. Filtro domestico 5. Outro _____    6. não faz		<b>2.2</b>
<b>III. SODIS</b>		
3.1 Quantas garrafas estão sendo utilizadas por dia? _____		<b>3.1</b>
3.2 Qualidade das garrafas: 1. Novas    2. Velhas    3. Lisas    4. Arranhadas    5. Coloridas    6. Transparentes 7. Tampadas    8. Destampadas		<b>3.2</b>
3.3 Tamanho das Garrafas: 1. 500ml    2. 1 Litro    3. 2 Litros    4. 2,5 Litros    5. Maior que 3 Litros		<b>3.3</b>
3.4 Que horas coloca as garrafas ao sol? _____		<b>3.4</b>
3.5 Que horas tira? _____		<b>3.5</b>
3.6 Onde colocam as garrafas: 1 Telhado    2 Cisterna    3 Outro lugar, qual _____		<b>3.6</b>
3.7 Faz sombra? _____		1. SIM    2. NÃO <b>3.7</b>
3.8 Posição das garrafas: _____		1. Horizontal    2. Inclinação    3. Vertical <b>3.8</b>
3.9 Qualidade da água na garrafa: _____		1. Turva    2. Clara <b>3.9</b>
3.10 Tem algas? _____		1. SIM    2. NÃO <b>3.10</b>
3.11 Já usou o Turbidímetro? _____		1. SIM    2. NÃO <b>3.11</b>
3.12 Chacoalha a garrafa fazendo o SODIS: _____		1. SIM    2. NÃO <b>3.12</b>
3.13 Quantas pessoas fazem o SODIS na família? _____		<b>3.13</b>
3.14 Alguma criança participa fazendo o SODIS? _____ Por quê sim (não)? _____		0. não há criança    1. SIM    2. NÃO <b>3.14</b>
3.15 Utilizam copos pra beber a água? _____		1. SIM    2. NÃO <b>3.15</b>
3.16 Se sim, como estão os copos? _____		1. Limpos    2. Sujos <b>3.16</b>

<b>IV. DOENÇAS</b>				
4.1 Alguém na família teve diarreia esse mês?	1. SIM	2. NÃO	3. NÃO SABE	<b>4.1</b>
4.2 Alguma criança menor de 5 anos teve diarreia?	0. não há criança menor de 5 anos 1. SIM      2. NÃO      3. NÃO SABE			<b>4.2</b>
4.3 Alguém vomitou esse mês?	1. SIM	2. NÃO	3. NÃO SABE	<b>4.3</b>
4.4 Alguma criança menor de 5 anos vomitou?	0. não há criança menor de 5 anos 1. SIM      2. NÃO      3. NÃO SABE			<b>4.4</b>
4.5 Doenças mais frequentes na família: (0 nada, 1 Diarreia, 2 Febre, 3 Verminose, 4 Hipertensão, 5 Diabetes, 6 Gripe, 7 outros – <b>NÃO LER AS POSSIBILIDADES!!</b> ) _____ _____				<b>4.5</b>
<b>V. HIGIENE PESSOAL</b>				
5.1 Quanto se gasta com produtos de higiene pessoal por mês? _____				<b>5.1</b>
5.2 Quais os produtos que tem na casa? 1. Sabão    2. Pasta de dente    3. Escovas de dente    4. Detergente    5. Água sanitária ou desinfetante				<b>5.2</b>
5.3 Lava as mãos antes e depois de ir ao banheiro?	1. SIM	2. NÃO		<b>5.3</b>
5.4 Lava as mãos antes das refeições?	1. SIM	2. NÃO		<b>5.4</b>
5.5 As crianças têm o hábito de lavar as mãos?	0 não tem criança	1. SIM	2. NÃO	<b>5.5</b>
5.6 Como estão as toalhas de enxugar as mãos?	1. Limpas	2. Sujas		<b>5.6</b>
5.7 Corta periodicamente suas unhas e as das crianças?	1. SIM	2. NÃO		<b>5.7</b>
5.8 Quantas vezes escovam os dentes por dia? _____				<b>5.8</b>
<b>VI. HIGIENE COMIDA</b>				
6.1 Lavam as frutas e verduras antes de comer?	1. SIM	2. NÃO		<b>6.1</b>
6.2 Deixam as verduras de molho na água com água sanitária, cloro ou vinagre?	1. SIM	2. NÃO		<b>6.2</b>
<b>VII. HIGIENE ANIMAIS</b>				
7.1 Possui algum animal doméstico?	1. SIM	2. NÃO		<b>7.1</b>
7.2 Cria gado ou porco solto?	1. SIM	2. NÃO		<b>7.2</b>
7.3 As crianças têm algum contato com animais?	0 não tem criança	1. SIM	2. NÃO	<b>7.3</b>

## 5 Ficha SODIS 1b

<b>I. CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO E MORADORES</b>		
<b>NOME:</b> _____ (CHEFE DA FAMÍLIA)		
1.1 Quantas pessoas vivem na casa? _____		<b>1.1</b>
1.2 Quantas crianças menores de 5 anos? _____		<b>1.2</b>
1.3 Quantas crianças maiores de 5 anos? _____		<b>1.3</b>
<b>II. ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SODIS</b>		
2.1 Fonte/forma de abastecimento predominante para consumo humano: 1. Poço tubular    2. Poço amazonas    3. Nascente (Olho d'água)    4. Cisterna    5. Chafariz 6. Carro pipa    7. Outra _____		<b>2.1</b>
2.2 Faz algum tratamento na água? 1. SODIS    2. Cloração    3. Fervura    4. Filtro domestico 5. Outro _____    6. não faz		<b>2.2</b>
2.3 Conhece ou já ouviu falar no SODIS?	1. SIM    2. NÃO	<b>2.3</b>
2.4 Se sim, já fizeram alguma vez o SODIS?	1. SIM    2. NÃO	<b>2.4</b>
2.5 Se já fizeram, ainda continuam fazendo? Porque? _____	1. SIM    2. NÃO    3. NÃO SABE	<b>2.5</b>
2.6 Se não conhecem, gostariam de conhecer o SODIS?	1. SIM    2. NÃO	<b>2.6</b>
<b>III. SODIS PRÁTICA (somente se faz!)</b>		
3.1 Quantas garrafas estão sendo utilizadas por dia? _____		<b>3.1</b>
3.2 Qualidade das garrafas: 1. Novas    2. Velhas    3. Lisas    4. Arranhadas    5. Coloridas    6. Transparentes 7. Tampadas    8. Destampadas		<b>3.2</b>
3.3 Tamanho das Garrafas: 1. 500ml    2. 1 Litro    3. 2 Litros    4. 2,5 Litros    5. Maior que 3 Litros		<b>3.3</b>
3.4 Que horas coloca as garrafas ao sol? _____		<b>3.4</b>
3.5 Que horas tira? _____		<b>3.5</b>
3.6 Onde colocam as garrafas: 1 Telhado    2 Cisterna    3 Outro lugar, qual _____		<b>3.6</b>
3.7 Faz sombra?		1. SIM    2. NÃO <b>3.7</b>
3.8 Posição das garrafas:		1. Horizontal    2. Inclínada    3. Vertical <b>3.8</b>
3.9 Qualidade da água na garrafa:		1. Turva    2. Clara <b>3.9</b>
3.10 Tem algas?		1. SIM    2. NÃO <b>3.10</b>
3.11 Já usou o turbidímetro?		1. SIM    2. NÃO <b>3.11</b>

3.12 Chacoalha a garrafa fazendo o SODIS:	1. SIM	2. NÃO	3.12	
3.13 Quantas pessoas fazem o SODIS na família? _____			3.13	
3.14 Alguma criança participa fazendo o SODIS? 0. não há criança	1. SIM	2. NÃO	3.14	
Por quê sim (não)? _____				
3.15 Utilizam copos pra beber a água?	1. SIM	2. NÃO	3.15	
3.16 Se sim, como estão os copos?	1. Limpos	2. Sujos	3.16	
<b>IV. DOENÇAS</b>				
4.1 Alguém na família teve diarreia esse mês?	1. SIM	2. NÃO	3. NÃO SABE	4.1
4.2 Alguma criança menor de 5 anos teve diarreia?	0. não há criança menor de 5 anos			4.2
	1. SIM	2. NÃO	3. NÃO SABE	
4.3 Alguém vomitou esse mês?	1. SIM	2. NÃO	3. NÃO SABE	4.3
4.4 Alguma criança menor de 5 anos vomitou?	0. não há criança menor de 5 anos			4.4
	1. SIM	2. NÃO	3. NÃO SABE	
4.5 Doenças mais frequentes na família: (0 nada, 1 Diarreia, 2 Febre, 3 Verminose, 4 Hipertensão, 5 Diabetes, 6 Gripe, 7 outros – <b>NÃO LER AS POSSIBILIDADES!!</b> ) _____				4.5

## 6 Ficha SODIS 2

<b>I. CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO E MORADORES</b>		
<b>NOME:</b> _____ (CHEFE DA FAMÍLIA)		
1.1 Quantas pessoas vivem na casa? _____		<b>1.1</b>
1.2 Quantas crianças menores de 5 anos? _____		<b>1.2</b>
1.3 Quantas crianças maiores de 5 anos? _____		<b>1.3</b>
<b>II. SODIS</b>		
2.1 Está usando regularmente o SODIS? _____	1. SIM      2. NÃO	<b>2.1</b>
Se NÃO, porque não está usando? _____		
<b>III. SODIS PRÁTICA (somente se faz!)</b>		
3.1 Está gostando de usar o SODIS? _____	1. SIM      2. NÃO	<b>3.1</b>
Por quê? _____		
3.2 Tem algum gosto ruim? _____	1. SIM      2. NÃO	<b>3.2</b>
Qual? _____		
3.3 Alguém da família reclamou ou não gosta da idéia do SODIS? _____	1. SIM      2. NÃO	<b>3.3</b>
Por quê? _____		
<b>IV. SODIS GERAL (todos!)</b>		
4.1 Acha difícil fazer o SODIS? _____	1. SIM      2. NÃO	<b>4.1</b>
Se SIM, porque acha difícil? _____		
4.2 Tem alguma dificuldade em conseguir as garrafas? _____	1. SIM      2. NÃO	<b>4.2</b>
4.3 Como consegue as garrafas? <b>(NÃO LER AS RESPOSTAS!)</b>		<b>4.3</b>
1. Compra refrigerante    2. Ganha de amigos/família    3. Ganha do mercado 4. Outro _____    5. não consegue		
4.4 O que faz com as garrafas que já não prestam mais pra fazer o SODIS? <b>(NÃO LER AS RESPOSTAS!)</b>		<b>4.4</b>
1. Joga no lixo    2. Joga no lixo separado de plástico    3. Queima    4. Enterra 5. Outro _____    6. não sabe		
4.5 Além do SODIS, faz mais algum tipo de tratamento na água? Qual? <b>(NÃO LER AS RESPOSTAS!)</b>		<b>4.5</b>
1. Cloração    2. Fervura    3. Filtro domestico    4. Outro _____    5. não faz		



## **8 Conteúdo CD**

1. Dissertação em formato pdf (Adobe Acrobat)
2. Questionários em formato doc (Microsoft Office Word)
3. Material de divulgação em formato cdr (CorelDRAW)
  - SODIS Cartão
  - SODIS Calendário A4
  - SODIS Handout A4
  - SODIS Handout A5
  - SODIS Poster
4. Coleção de fotos das visitas de campo em formato jpg
5. TV-Documentário do projeto “Alternativas” da UFC em formato wmv

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)