



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE CARATINGA
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO CLORADOR
SIMPLIFICADO POR DIFUSÃO NA DESINFECÇÃO DA
ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM PROPRIEDADES
RURAS NA BACIA DO
RIBEIRÃO DO LAJE – CARATINGA/MG**

CARLOS HENRIQUE WERNERSBACH GUERRA

Caratinga
Minas Gerais – Brasil
Dezembro de 2006

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE CARATINGA
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO CLORADOR
SIMPLIFICADO POR DIFUSÃO NA DESINFECÇÃO DA
ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM PROPRIEDADES
RURIS NA BACIA DO
RIBEIRÃO DO LAJE – CARATINGA/MG**

CARLOS HENRIQUE WERNERSBACH GUERRA

Dissertação apresentada ao Centro
Universitário de Caratinga, como
parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação em Meio
Ambiente e Sustentabilidade, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

Caratinga
Minas Gerais – Brasil
Dezembro de 2006

CARLOS HENRIQUE WERNERSBACH GUERRA

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO CLORADOR
SIMPLIFICADO POR DIFUSÃO NA DESINFECÇÃO DA
ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM PROPRIEDADES
RURAS NA BACIA DO
RIBEIRÃO DO LAJE – CARATINGA/MG**

Dissertação apresentada ao Centro
Universitário de Caratinga, como parte
das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Meio Ambiente e
Sustentabilidade, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 08 dezembro de 2006.

Prof. D.Sc. Marcos Alves de Magalhães

Prof.^a Ph.D. Miriam Abreu Albuquerque
(Orientadora)

Prof. D.Sc. Márcio Rocha Francelino

Prof. D.Sc. Helena Facury Barbosa

*Ao meu Senhor, Deus, que me deu a sede do saber,
e essa oportunidade de matá-la, segurando-me
pelas mãos sempre que precisei.*

*Aos meus pais, que já não estão aqui para
compartilharem comigo esse momento, mas estão
presentes todo o tempo com o exemplo de vida que
me deixaram.*

*Ao meu filho Gabriel, a quem sempre amarei profunda e
incondicionalmente, e de quem sinto o maior orgulho de
ser pai, para que sirva de exemplo de persistência.*

Aos meus familiares, pelo incentivo e apoio.

*Às pessoas que me incentivaram e dividiram comigo as
alegrias e angústias dessa empreitada.*

*Ao meu amigo José Maria de Carvalho, por ter ajudado
a abrir as portas da Academia para mim.*

*Aos meus orientadores, pelo carinho e por toda atenção
e ensinamentos que me passaram.*

*Aos meus alunos e ex-alunos, para que essa conquista
sirva de estímulo para o aprimoramento profissional.*

*Dedico com todo amor essa conquista,
que, para min, representa a superação.*

RESUMO

GUERRA, Carlos Henrique Wernersbach. M.Sc. Centro Universitário de Caratinga, dezembro de 2006. **Avaliação da eficiência do clorador simplificado por difusão na desinfecção da água para consumo humano em propriedades rurais na bacia do Ribeirão do Laje – Caratinga/MG.** Professora Orientadora: Ph.D. Miriam Abreu Albuquerque. Co-orientador: Dsc. Marcos Alves de Magalhães

A água tem influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento do ser humano. Cerca de um quarto dos 4,8 bilhões de pessoas dos países em desenvolvimento não possuem acesso a fontes de água adequadas. Carvalho (1983), Silva e Araújo (2003), e outros, citam percentuais de contaminação por coliformes totais e fecais em água de cisterna que chegam a 91%. O presente estudo teve como objetivo, avaliar a eficiência do clorador simplificado por difusão na desinfecção da água utilizada para consumo humano, e para isso, fez-se análise microbiológica da água de 30 residências, correspondendo a 48% das existentes na bacia hidrográfica do Ribeirão do Laje, em Caratinga, MG localizadas à jusante do distrito de Santa Luzia, que utilizam água sem tratamento, captada de cisterna ou diretamente de nascente. Constatou-se que 90% das amostras analisadas estavam contaminadas com coliformes totais. Observou-se que a totalidade das amostras de água captadas de nascente estavam contaminadas por coliformes totais. Nenhuma captação de nascente está satisfatoriamente protegida. Quanto às cisternas, somente 28,6% possuem revestimento, 59% não possui tampa adequada, em 33% ocorre entrada de água de enxurrada no interior da

cisterna, 43% estão distante de cursos d'água, e a média de distância das que estão próximas é de 12 metros, o que mostrou ser o mais provável fator de contaminação da água. Constatou-se que 70% dos entrevistados desconhecem normas básicas de construção e manutenção de cisternas. Segundo a percepção dos moradores entrevistados cuja escolaridade média de 3,2 anos de estudo, todos classificam a água consumida como sendo "excelente" ou "boa", mas, contraditoriamente, 77% acreditam haver microorganismos patogênicos na água que consomem. Em 47% das residências pesquisadas não havia filtro doméstico para água. Implantou-se o clorador em 10 cisternas que apresentaram contaminação por coliformes, e observou-se que em três análises microbiológicas subseqüentes (10, 20 e 33 dias após implantação), não houve detecção de coliformes totais e fecais nas amostras. O teor de cloro ativo liberado pelo clorador ficou sempre abaixo de $0,2 \text{ mg L}^{-1}$, e mesmos com teores menores que $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ não houve detecção de coliformes. Segundo a percepção dos moradores entrevistados, o clorador não interfere significativamente no paladar e cheiro da água, o que não desestimula seu uso. Concluiu-se neste estudo, que o clorador simplificado por difusão é um método eficiente, simples, de baixo custo, e que deve ter sua utilização estimulada junto à população que não tem acesso à água tratada, aspecto que em muito contribuirá para que se reduzam os riscos de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Palavras-chaves: clorador, desinfecção da água, propriedades rurais

ABSTRACT

GUERRA, Carlos Henrique Wernersbach. M.Sc. University Center of Caratinga, December of 2006. **Evaluation of the efficiency of the clorador simplified for diffusion in the disinfection of the water for human consumption in country properties in the basin of the Ribeirão do Laje – Caratinga/MG.** Adviser: Ph. D. `apita Abreu Albuquerque. Committee member: Dsc. Marcos Alves de Magalhães

The present study it has as objective, to evaluate the efficiency of the clorador simplified for diffusion in the disinfection of the water used for human consumption, and for this, microbiological analysis of the water of 30 residences became, corresponding 48% of the existing residences in the hidrográfica basin of the Ribeirão do Laje, in Caratinga – MG located to the ebb tide of the district of Luzia Saint, that use water without treatment, caught of watering hole or spring. One evidenced that 90% of the analyzed samples were contaminated with total coliformes. It was observed that the totality of spring the caught water samples was contaminated by total coliformes. No `apitation of spring satisfactorily is protected. How much to watering holes, 29% only they possess covering, 59% does not possess adjusted cover, in 33% occurs entered of torrent water in the interior of the watering hole, 43% are distant of courses d'água, and the distance average to that they are next is of 12 meters, what it showed to be the most likely factor of contamination of the water. One evidenced that 70% of the interviewed ones are unaware of basic norms of construction and maintenance of watering holes. According to perception of the

interviewed inhabitants whose average escolaridade of 3,2 years of study, 100% classifies the consumed water as being “excellent” or “good”, but, contraditoriamente, 77% believe to have pathogenic microorganisms in the water that consume. In 47% of the searched residences it did not have domestic filter for water. The clorador in 10 watering holes was implanted that had presented contamination for coliformes, observed it that in three subsequent microbiological analyses (10, 20 and 33 days after implantation), did not have detention of total and fecais coliformes in the samples. The set free active chlorine text for the clorador was always below of 0,2 mg L⁻¹, and same with 0,1 lesser texts that mg L⁻¹ did not have detention of coliformes. According to perception of the interviewed inhabitants, the clorador does not intervene significantly with the palate and smells of the water, what it does not discourage its use. It was concluded in this study, that the clorador simplified for diffusion is an efficient, simple method, of low cost, and that it must have its use stimulated together to the population that does not have access to the treated water, aspect that in very will contribute so that the risks of transmission of illnesses of hídrica propagation are scrubbed.

Key-works: clorador, disinfection of the water, country properties

CONTEÚDO

| | |
|--|----|
| RESUMO | iv |
| ABSTRACT | vi |
| 1 - INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 - REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 A água como veículo de transmissão de doenças | 3 |
| 2.2 A qualidade da água para consumo humano | 7 |
| 2.3 Desinfecção da água | 12 |
| 2.4 O Clorador Simplificado por Difusão..... | 15 |
| 3 – MATERIAL E MÉTODO | 19 |
| 3.1 Área de estudo | 19 |
| 3.2 Caracterização física das captações e percepção dos usuários sobre a qualidade da água consumida | 20 |
| 3.3 Coleta de amostras de água..... | 21 |
| 3.4 Análise microbiológica da água | 22 |
| 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES | 28 |
| 4.1 Caracterização das captações e das propriedades..... | 28 |
| 4.2 Percepção da qualidade da água consumida pelos moradores, antes da cloração | 37 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.3 | Eficiência do clorador simplificado por difusão no tratamento da água para consumo doméstico..... | 39 |
| 4.4 | Percepção da qualidade da água consumida, pelos moradores, após a cloração | 45 |
| 5 | – CONCLUSÕES | 47 |
| 6 | - RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES | 50 |
| 7 | - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 51 |
| 8 | - ANEXOS..... | 54 |
| | Anexo 1 – Questionário | 54 |
| | Anexo 2 – Tabela para determinação do NMP de coliformes..... | 56 |
| | Anexo 3 – Orientações para construção de poços rasos (cisternas) e captação de águas de nascente | 57 |
| | Construção de poços rasos (cisternas) | 57 |
| | Desinfecção dá água de cisterna | 58 |
| | Captação de água de nascente..... | 59 |

1 - INTRODUÇÃO

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, representando, no homem, cerca de 60% de seu peso corporal, chegando a representar até 98% do peso de alguns animais aquáticos. Segundo Von Sperling (1996), estima-se que existam disponíveis na terra, $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de água, distribuídos da seguinte forma: água do mar – 97,0%; geleiras – 2,2%; água doce – 0,8%, sendo 97% de água subterrânea e 3,0% de água superficial.

A água tem influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento do ser humano. Onde existe boa água potável para atender à demanda, as populações têm progredido e melhorado seus padrões de vida (Gonzaga, 1996)

Segundo a Organização Pan-americana de Saúde – OPAS (2000) cerca de um quarto dos 4,8 bilhões de pessoas dos países em desenvolvimento não possuem acesso a fontes de água adequadas, e metade deste total não possui saneamento básico. O mesmo relatório afirma que “ocorrem, no mundo, 4 bilhões de casos de diarreia por ano, com 2,2 milhões de mortes, a maioria entre crianças de até cinco anos.” Água de qualidade, higiene e saneamento podem reduzir em até um terço os casos de doenças diarreicas.

Dados divulgados pela OPAS (2001), dão conta de que, a cada oito segundos, uma criança morre devido a uma doença relacionada à água; que, a cada ano, 5 milhões de pessoas morrem por doenças relacionadas à água, higiene ou saneamento; que, nos países da América Latina e Caribe, existem

168 milhões de pessoas sem água tratada, e as doenças de veiculação hídrica estão entre as três principais causas de morte; que, diarreias são responsáveis por 80 mil mortes de crianças;

Mattos e Silva (2002) afirmam que os coliformes são os indicadores biológicos específicos mais comumente utilizados para avaliar contaminação microbiológica de águas pela frequência com que se propagam na água, e por sua associação direta com a maioria das infecções intestinais conhecidas.

Viana *et al.* (1975), demonstraram que apenas 12,8% das águas utilizadas em granjas avícolas de Minas Gerais eram potáveis.

Carvalho (1983) detectou em pesquisa realizada no município de Ibitié, MG, que 86,6% das águas de poços rasos (cisterna), utilizadas para consumo humano, estavam contaminadas por coliformes fecais, e 63,3% por estreptococos fecais.

Silva e Araújo (2003), analisando a qualidade da água subterrânea para consumo humano em áreas urbanas de Feira de Santana (BA), detectaram contaminação por coliformes totais em 90,8%, e das amostras analisadas, e 65,8% por coliformes fecais. Já Freitas *et al.* (2001), em estudo realizado nos municípios de Duque de Caxias e São Gonçalo (RJ), mostraram que 55,5% das amostras de água examinadas apresentavam contaminação por coliformes fecais.

Gonzaga (1996) cita várias inspeções sanitárias realizadas em poços rasos, conclui que quase a totalidade deles encontra-se condenado por falta de proteção.

Os termos “cisterna” e “poço raso” aqui são utilizados como sinônimos, sendo definidos como: “cavidade aberta no solo para retirada de água”.

Nesse contexto, o presente estudo tem por finalidades realizar levantamento da qualidade microbiológica da água utilizada para consumo doméstico pelos moradores da bacia do Ribeirão do Laje, em Caratinga, MG, analisar as condições sanitárias dos poços rasos, e analisar a eficiência do clorador simplificado por difusão na desinfecção de águas de cisternas, para discutir possíveis alternativas capazes solucionar, ou pelo menos diminuir os riscos à saúde aos quais estão expostos os indivíduos que consomem água sem tratamento.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A água como veículo de transmissão de doenças

A água tem influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento do ser humano. Onde existe água potável de qualidade para atender à demanda, as populações têm progredido e melhorado seus padrões de vida (Gonzaga, 1996)

Amaral *et al.* (2003) afirmam que o risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica na zona rural é grande, em virtude da contaminação da água captada muitas vezes em poços rasos velhos, mal vedados e próximos a fontes de contaminação como fossas e pastagens de animais. A água de escoamento superficial, principalmente no período de chuvas, é o fator que mais contribui para contaminação da água de cisterna.

A contaminação de poços rasos com material fecal é facilitada pela pequena profundidade do lençol freático, que recebe contaminação, por percolação, de água de superfície. Essa fonte de contaminação é restrita a poços que utilizam aquíferos superficiais (Amaral *et al.*, 2003).

A maioria das doenças causadas por microorganismos de transmissão hídrica é de gravidade moderada, caracterizando-se principalmente por gastroenterites associadas a diarréias, dor abdominal e vômitos, podendo afetar uma pessoa ou toda uma população, podendo algumas delas, ser de extrema gravidade (OPAS,1999).

A Organização Mundial de Saúde - OMS (2004) lista como principais rotas de infecção, a ingestão (infecção gastrointestinal), inalação ou aspiração (infecção pulmonar) e o contato (infecção de pele e mucosas).

A OPAS (2001) agrupa as formas de contaminação das doenças de veiculação hídrica como sendo: a) diretamente pela água: provocadas pela ingestão de água contaminada com urina ou fezes, humanas ou de animais, contendo bactérias ou vírus patogênicos. Incluem cólera, febre tifóide, amebíase, leptospirose, giardíase, hepatite infecciosa, poliomielite, shigelose e diarreias agudas. b) Causadas pela falta de limpeza e de higiene com água: provocadas por má higiene pessoal ou contato de água contaminada na pele ou nos olhos. Incluem tracoma, conjuntivite bacteriana aguda, salmonelose, tricuriase, enterobiase, ancilostomiasas, ascaridíase. c) Causadas por parasitas encontrados em organismos que vivem na água ou por insetos vetores com ciclo de vida na água: Incluem esquistossomose, dengue, malária, febre amarela, filarioses e oncocercoses.

O QUADRO 1 apresenta, de forma sintética, algumas características das principais doenças de veiculação hídrica.

QUADRO 1 – Principais doenças de veiculação hídrica

| Doença Virais | Agente etiológico | Patogenicidade | Ocorrência e prevenção |
|--|---|---|---|
| Poliomielite (paralisia infantil) | poliovírus dos tipos 1, 2 e 3 | Ao penetrar no organismo, infecta o trato gastrointestinal, e atinge o Sistema Nervoso Central através da corrente sanguínea ou através das vias neurais, causando paralisia flácida e poliomielite bulbar. O único reservatório do vírus é o ser humano. | Erradicada no Brasil. Vacina oral – Sabin. |
| Hepatite infecciosa (Hepatite viral A e E) | Vírus HVA e HVE | O vírus possui grande tropismo pelos hepatócitos, único local onde fazem a replicação, causando o processo inflamatório do fígado, que caracteriza a doença. O período de incubação do vírus A é de 15 a 45 dias. Trata-se de uma doença aguda, portanto não existem portadores assintomáticos. | A maior incidência de Hepatite A está relacionada diretamente com condições sócio-econômicas mais precárias, onde existe menos saneamento. |
| Diarréias virais | Rotavirus Norwalk | Ao alcançar o intestino delgado, o Rotavirus multiplica-se extensivamente, causando febre, vômitos e diarréia. Período de incubação de 2 a 3 dias. A patogenicidade do agente Norwalk é a mesma do rotavirus. Período de incubação de 1 a 3 dias. | <u>Rotavirus</u> : quase a totalidade dos indivíduos, até o quarto ano de vida, já experimentou a infecção por rotavirus. Veronesi (1996). <u>Norwalk</u> : Estima-se que 1/3 dos surtos de gastroenterite são causados pelo Norwalk. Pelczar(1997). |
| Bacterianas | | | |
| Cólera | <i>Vibrio cholerae</i> (bacilo Gram-negativo), transmitido por reservatórios de água contaminada por fezes humanas. | Diarréia aguda e grave causada pelas enterotoxinas liberadas pelos vibriões após colonização da mucosa intestinal. Pode-se perder de 10 a 12 litros de água dia, causando desidratação que pode ser fatal. | Foco crônico na Índia e Nepal, disseminando pela Ásia, Oriente Médio e África. Em 1997 foram registrados 1.207.313 casos nas Américas, com 11.595 mortes. OPAS(1999). |

QUADRO 1 – Principais doenças de veiculação hídrica - Continuação.

| | | | |
|-----------------------------------|--|--|---|
| Shigelose (disenteria bacilar) | <i>Shigella sp.</i> (bacilos Gram-negativos) | Todas as cepas podem crescer no intestino grosso causando danos. Produzem enterotoxina que causa diarreia com muco e sangue, podendo apresentar febre. | Aproximadamente 17.000 casos de shigelose ao ano nos Estados Unidos. Prevenção: tratamento dos reservatórios. |
| Diarreia bacteriana | Vários bacilos, sendo o mais importante a <i>Escherichia coli</i> (bacilo Gram-negativo) | Embora seja parte da flora bacteriana intestinal do ser humano, algumas cepas podem causar diarreias aquosas por produção de enterotoxinas. Muco e sangue nas fezes são raros. | Endêmica no Brasil, ocorrendo principalmente em condições sócio-econômicas mais precárias, onde existe menos saneamento. |
| Febre Tifóide | <i>Salmonella Typhi</i> | Infecção sistêmica. Após a ingestão, os bacilos derem e penetram a parede intestinal e multiplicam-se próximo aos linfonodos. Eventualmente podem atingir a corrente sanguínea, onde liberam toxinas que causam febre elevada. | Ocorrência está diretamente relacionada ao saneamento básico, atingindo principalmente a faixa etária de 15 a 45 anos. Em declínio no Brasil. |
| Protozoários | | | |
| Amebíase (Disenteria amebiana) | <i>Entamoeba histolytica</i> | Após ingestão dos cistos (formas imóveis), estes passam ao intestino grosso onde se multiplicam na parede intestinal, destruindo as células. Transforma-se em trofozoítos (forma móvel) que se alimenta de células sanguíneas. A destruição tecidual pode causar diarreia grave. | Estima-se que 10% da população mundial está contaminada por <i>E. histolytica</i> . |
| Giardíase | <i>Giardia lamblia</i> (protozoário flagelado) | A Giardia pode invadir células superficiais do duodeno, e causar diarreia, cólicas, distensão abdominal, anemia, perda de peso. | Tem distribuição mundial ocorrendo principalmente em condições sócio-econômicas mais precárias, onde existe menos saneamento. |

QUADRO 1 – Principais doenças de veiculação hídrica - Continuação.

| Helmintos | | | |
|-----------------|----------------------------|---|--|
| Esquistossomose | <i>Schistosoma mansoni</i> | Sua forma infectante (cercaria) penetra na pele do homem ao entrar em contato com água contaminada. Após migração para o fígado, causa hipertensão portal levando às varizes de estômago e esôfago, ascite, esplenomegalia e outras complicações. | Endêmico em diversas regiões do Brasil (nordeste e sudeste principalmente), África e Ásia. |

Fonte: Veronesi (1996); Pelczar Jr.(1997); OPAS(1999); Brasil (2002); Brasil (2004b); Rakel (1997); Rouquyrol (1999)

2.2 A qualidade da água para consumo humano

O Ministério da Saúde (Brasil, 2004a) baixou a portaria 518/GM, de 25 de março de 2004, que veio substituir a portaria 1469 de 29/12/2000, com a finalidade de aprovar a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, estabelecendo um prazo máximo de 12 meses, para que as instituições ou órgãos de saneamento promovam as adequações necessárias a seu cumprimento, no que se refere ao tratamento por filtração de água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização e da obrigação do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

Cianobactérias são microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde. (Brasil, 2004a).

Cianotoxinas são toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo: a) microcistinas – hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores; b) cilindrospermopsina – alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração

e outros órgãos; e c) saxitoxinas – grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio (Brasil, 2004a).

Segundo a referida portaria, toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Entende-se por água potável, toda água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. Por vigilância da qualidade da água para consumo humano, o conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende a esta norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana. (Brasil, 2004a).

Os padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria 518/GM, no seu Capítulo IV, definem o padrão microbiológico, na água para consumo humano (em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras), como sendo isento de *Escherichia coli*, coliformes totais ou coliformes termotolerantes em 100 mL de água analisada. Para sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês, são toleradas presenças de coliformes totais em até 5% das amostras analisadas. Para sistemas que analisam menos de 40 amostras, é permitida uma única amostra com coliformes totais por mês. Em amostras individuais procedentes de poços rasos, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, toleram-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

Coliformes (bactérias do grupo coliforme) são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a

35,0 ± 0,5°C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β - galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo. Coliformes termotolerantes (subgrupo das bactérias do grupo coliforme) fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2°C em 24 horas, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal, e, *Escherichia Coli*, que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a 44,5 ± 0,2°C em 24 horas, produzindo a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente, e de eventual presença de organismos patogênicos. (Brasil, 2004a).

Outro padrão importante é a turbidez da água que interfere diretamente na eficácia da desinfecção com cloro. O valor recomendado pela portaria 518/GM do Ministério da Saúde (Brasil, 2004a) situa-se entre 0,5 e 2 UT (Unidade de Turbidez). Para redes de distribuição, a mesma portaria, no seu artigo 13º, estabelece que, após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg L⁻¹, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg L⁻¹ em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos. O teor máximo de cloro residual livre permitido em qualquer ponto do sistema, é de 2,0 mg L⁻¹ (artigo 16 § 2º – Brasil 2004a).

Segundo a Rede de Geotecnologia em Águas Subterrâneas - ReSub (2001), a fonte principal de todos os íons encontrados na água, seria a partir dos minerais que compõem as rochas, sendo que outros fatores como clima, meio físico, contaminações causadas pelo homem, e a qualidade da água de recarga, também interferem nas características das águas subterrâneas. O estudo dos parâmetros químicos gerais das águas subterrâneas tem por finalidade identificar e quantificar as principais propriedades e os constituintes químicos existentes.

A água considerada potável pela Portaria 518/GM deve apresentar níveis de substâncias químicas que não representam risco para a saúde, cujos valores máximos permitidos, expressos em mg L⁻¹, devem estar abaixo de:

chumbo: 0,01; cobre: 2; nitrato (como N): 10; nitrito (como N): 1; alumínio: 0,2; amônia (como NH₃): 1,5; ferro: 0,3; sódio: 200; sulfato: 250; sulfeto de hidrogênio: 0,05; zinco: 5,0. Quanto ao Potencial de Hidrogenação (pH), recomenda-se que, na água, deve ser mantido entre 6,0 e 9,5 (Brasil, 2004a).

O QUADRO 2 apresenta alguns riscos à saúde humana são causados por alguns elementos químicos acima mencionados.

QUADRO 2 – Riscos à saúde humana causados por elementos químicos

| Elemento | Fórmula | Descrição | Riscos à saúde |
|----------|-------------------------------|--|--|
| nitrato | NO ₃ ⁻ | Representa o estágio final da oxidação da matéria orgânica | Teores acima de 10 mg L ⁻¹ podem ser indicativos de contaminação por atividade humana (esgotos, fossas sépticas, depósitos de lixo, cemitério, adubos nitrogenados e resíduos de animais) |
| sulfato | SO ₄ ⁻² | Origina-se da oxidação do enxofre presente nas rochas e da lixiviação de compostos sulfatados (gipsita e anidrita) | O sulfato ferroso é de alta periculosidade se consumido na forma pura, podendo ser fatal se ingerido por crianças em quantidades superiores a 7,8 gramas. Teores superiores a 250 mg L ⁻¹ podem causar danos a saúde e também aumentar a salinidade do solo |
| ferro | Fe | Ocorre sob diversas formas químicas e aparece freqüentemente associado ao manganês | O alto teor de ferro em águas subterrâneas pode estar associado às ferrobactérias. O excesso deste elemento causa vômitos, cianose, fibrose generalizada dos órgãos internos, acompanhado de cirrose, diabetes, fibrose pancreática, além de problemas cardíacos. |
| alumínio | Al | Elemento metálico de número atômico 13 | Doses excessivas podem provocar dormências, queda de cabelos, envelhecimento precoce, paralisia dos membros inferiores, esclerose cerebral (doença de Alzheimer) |
| cobre | Cu | Elemento metálico número atômico 29 | Doses excessivas podem causar vômitos e diarreias |

QUADRO 2 – Riscos à saúde humana causados por elementos químicos – continuação

| | | | |
|-------|----|---|---|
| zinco | Zn | Elemento metálico de número atômico 30 | Doses excessivas podem provocar microcitose, comprometimento da resposta imune, baixos níveis de colesterol HDL |
| boro | B | Elemento não metálico de número atômico 5 | A intoxicação por este elemento causa salivação, náuseas, vômitos, cólicas, insuficiência renal, esterilidade etc. O ácido bórico causa diabetes, frio generalizado, edema ao redor dos olhos etc |

Fonte: Teixeira (1991); Feitosa e Filho (1997), apud ReSub (2001); Rakel (1997).

É importante ressaltar o que a Portaria 518/GM define como deveres e responsabilidades da União, Estados, Municípios e responsáveis pela operação do sistema de tratamento de água para consumo humano.

Compete à União, através do Ministério da Saúde, pela Secretaria de Vigilância em Saúde, a normatização das ações, e execução de ações de vigilância da qualidade da água em caráter complementar.

Aos Estados competem ações normativas, de apoio e execução de ações de vigilância da qualidade da água em caráter complementar, quando constatada insuficiência da ação municipal.

Aos Municípios cabe executar ações de vigilância da qualidade da água em sua área de competência; efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre: a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas; b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água; c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema, além de garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados.

Aos responsáveis pela operação do sistema público de tratamento de água compete manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída;

encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação do atendimento da Norma, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade; promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar controle das características das suas águas, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente; fornecer a todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída, mediante envio de relatório, dentre outros mecanismos, com periodicidade mínima anual e contendo, no mínimo, as seguintes informações: a) descrição dos mananciais de abastecimento, incluindo informações sobre sua proteção, disponibilidade e qualidade da água; b) estatística descritiva dos valores de parâmetros de qualidade detectados na água, seu significado, origem e efeitos sobre a saúde; e c) ocorrência de não conformidades com o padrão de potabilidade e as medidas corretivas providenciadas.

2.3 Desinfecção da água

Nem toda a água requer tratamento para consumo humano e abastecimento público, dependendo de sua qualidade em comparação com os padrões de potabilidade. Porém quase toda água distribuída por sistemas de abastecimento recebe cloração para melhorar sua qualidade bacteriológica (Azevedo Netto, 1991).

Até que a teoria dos microorganismos fosse estabelecida por Louis Pasteur, em 1880, havia a crença de que as doenças eram transmitidas através de odores. A desinfecção da água e dos esgotos surgiu como uma tentativa de se controlar a propagação das doenças através dos odores (Meyer, 1994; OPAS, 1999).

A desinfecção é um processo de destruição de microrganismos presentes na água. O processo mais comumente empregado é a utilização do cloro como agente desinfetante, por ser um método simples e econômico, de fácil disponibilidade, e pela excelente eficiência no controle de doenças transmissíveis pela água (Azevedo Netto, 1991).

Meyer (1994) descreve a evolução do processo de cloração, separando as etapas por décadas: 1905 – Primeira cloração de água potável, por Sir Alexandre Houston, cognominado “o pai da cloração”; 1908 a 1918, expansão da cloração das águas com aplicação de uma pequena quantidade de cloro; 1918 a 1928, acentuada expansão no uso de cloro líquido; 1928 a 1938, uso de cloraminas, adição conjunta de amônia e cloro, de modo a se obter um teor residual de cloraminas. Ainda não eram empregados testes específicos para se determinar os residuais de cloro; 1948 a 1958, refinamento da cloração; determinação das formas de cloro combinado e livre, e cloração baseada em controles bacteriológicos.

No Brasil, a cloração das águas foi iniciada em 1926, em São Paulo, e causou uma extraordinária redução nos casos de febre tifóide e outras doenças infecciosas intestinais (Azevedo Netto, 1991).

O cloro é um halogênio gasoso que não se encontra em estado livre na natureza. Isolado pela primeira vez em 1774, é irritante e sufocante, e não corrosivo em ambiente sem umidade. Torna-se corrosivo com pouca umidade. Comprimindo-se o cloro em recipiente fechado ele passa ao estado líquido, em condições de liberar gás. É largamente empregado na produção de celulose e papel, nos solventes e corantes, na indústria têxtil e na engenharia sanitária (Azevedo Netto, 1991).

A excelência do cloro como desinfetante deve-se ao fato de ser altamente oxidante, e de possuir a capacidade de penetrar na membrana que reveste os microrganismos e reagir com substâncias celulares vitais (Azevedo Netto, 1991).

Os agentes desinfetantes atuando por meio de processos físicos e/ou químicos, podem ocorrer por três mecanismos diferentes de acordo com Silva (2004): a) Destruição ou danificação da organização estrutural da célula com atuação na parede celular, causando disfunções pela combinação com ácidos ribonucléicos do citoplasma ou do núcleo, como os derivados do cloro na

inativação de bactérias e processos oxidativos avançados; b) Interferência no nível energético do metabolismo pela inativação de enzimas; c) Interferência na biossíntese e crescimento pela combinação com síntese de proteínas, ácidos nucleicos, enzimas etc., como os compostos clorados atuando nos vírus.

Deve-se ressaltar a extrema resistência que alguns microorganismos de formas encistadas apresentam à ação do cloro. Vários desses microorganismos, mesmo não sendo patogênicos ingerem e protegem outros microorganismos como vírus e bactérias, e depois os liberam novamente na água. Por exemplo, a *Entamoeba histolytica* suporta, em condições favoráveis, até 100 mg L⁻¹ de cloro (Vianna, 1992).

O QUADRO 3 apresenta os compostos de cloro mais comumente utilizados em desinfecções, segundo Azevedo Netto (1991).

QUADRO 3 – Principais compostos de cloro utilizados em desinfecções de água

| Compostos | Fórmula | Forma | cloro ativo, em % |
|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------------|
| Água sanitária | NaClO | Líquida | 2 a 3 |
| Cal clorada | CaOCl | Pó | 25 a 30 |
| Hipoclorito de sódio | NaClO | Líquido | 10 a 15 |
| Hipoclorito de cálcio | CaOCl ₂ | Pó, grãos | 65 a 75 |

A eficácia da cloração depende de fatores como: o tempo de contato do cloro com a água, que deve ser de, no mínimo, 30 minutos; o cloro residual livre, que em soluções alternativas de abastecimento é de 0,5 mg de cloro por litro de água, após ter recebido uma dosagem de 2,0 mg L⁻¹ durante a cloração; e a turbidez da água, a qual deve ser de no máximo 1 UT (Brasil, 2004a). Recomenda-se, portanto, que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos (Brasil, 2004a).

Vianna (1992) afirma que o cloro combina-se com impurezas presente na água para formar vários compostos que podem ser muito ativos ou desinfetantes fracos.

Apesar do Ministério da Saúde (Brasil, 2004a) recomendar que a cloração deva ser feita em pH menor que 8, Azevedo Netto (1991) sugere que a desinfecção da água deve ocorrer em valores de pH relativamente mais baixos, onde os compostos formados são mais ativos. Os compostos, ácido hipocloroso (HOCl) e dicloroamina (NHCl_2), que são os melhores desinfetantes, são formados em pH inferior a 6,0, enquanto o hipoclorito (OCl) e monoclорamina (NH_2Cl), que são compostos menos ativos, são formados em pH maior que 7,5. O ácido hipocloroso apresenta moléculas menores que penetram mais facilmente nas bactérias sendo mais bactericida que o hipoclorito.

Outros métodos são propostos para fazer desinfecção de água, como: fervura, radiação ultravioleta, e uso de energia solar (Silva, 2004; OPAS, 1999).

Silva (2004) apresenta um estudo sobre o uso de energia solar na desinfecção de água, que conclui que o sistema SODIS – Solar Water Desinfection (desinfecção de água utilizando energia solar) eliminou 100% das bactérias presentes na água, mas apresenta baixa eficiência na presença de nuvens, o que não garante continuidade do processo.

Portanto, o uso do cloro como desinfetante é o mais indicado pela sua eficiência, constância e facilidade de emprego. Uma das formas mais simples de cloração de água é apresentada por Viana (1988): o clorador simplificado por difusão.

2.4 O Clorador Simplificado por Difusão

Um dos métodos mais simples e econômicos de se fazer desinfecção de água em cisternas é o Clorador Simplificado por Difusão, que consiste na introdução de uma mistura de 340g de hipoclorito de cálcio com 850 de areia lavada em uma garrafa plástica, de um litro, onde são feitos dois furos opostos, de 6 mm de diâmetro, aproximadamente 10 cm abaixo do gargalo, para que o cloro possa sair da garrafa. Essa garrafa deve ser introduzida na cisterna,

amarrada com uma linha de nylon, mantendo-se o gargalo próximo à linha d'água (FIGURA 1). Cada garrafa é suficiente para tratar 2.000 litros de água, e pode permanecer por 30 dias dentro do poço raso (Viana, 1988).

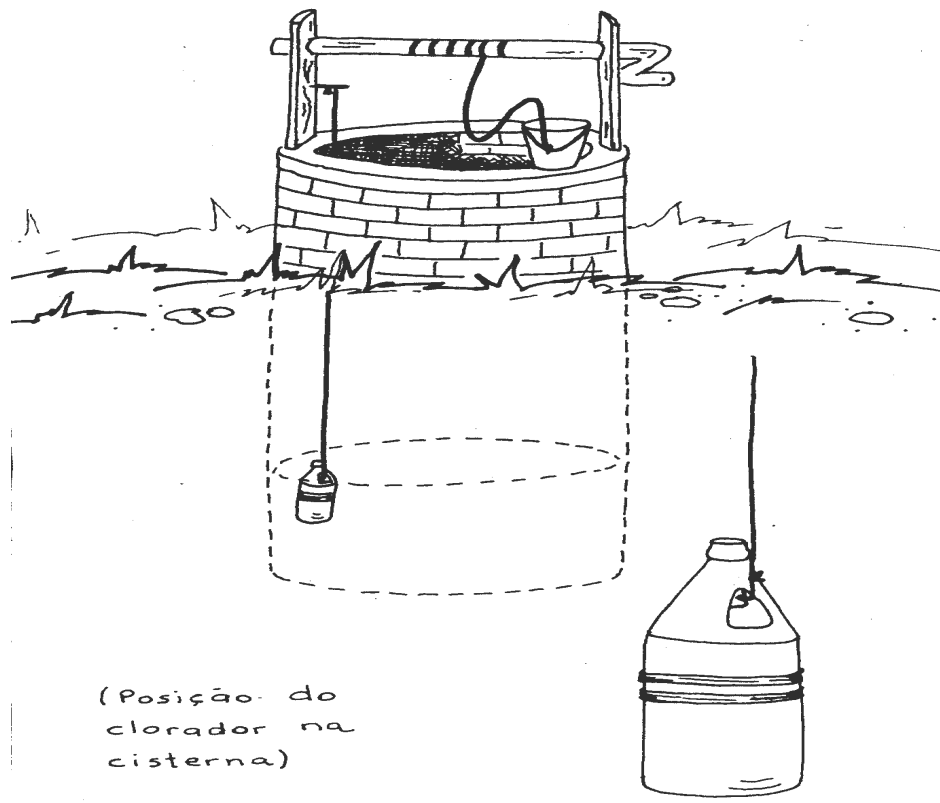


FIGURA 1: Posição da garrafa dentro da cisterna (Carvalho, 1983).

O custo final de um clorador, hoje (Novembro de 2006) é de aproximadamente R\$ 4,25 (quatro Reais e vinte e cinco centavos), visto que um pacote de 1 Kg de hipoclorito de cálcio custa em média R\$ 12,50, correspondendo a R\$ 0,0125 o grama. O custo da garrafa "pet" e da areia é desprezível.

Carvalho (1983) cita que os cloradores podem ser confeccionados com vários materiais, como cabaças, cocos, potes de barro e recipientes plásticos. Gonzaga (1996), estudando a eficiência do clorador simplificado por difusão, fez variações do modelo proposto por Viana (1988), alterando a granulometria da areia que serve como meio de suporte para difusão do desinfetante, utilizando areias retidas nas peneiras # 23 (0,589 mm) – areia grossa, e # 100

(0,147 mm) – areia mais fina. Alterou também o número de furos, passando dos 2 preconizados para 3 (um furo de mesma dimensão na tampa), e concluiu que o modelo ideal é aquele que utiliza areia de granulometria média (peneira # 48 = 0,295 mm) e somente dois furos de 6 mm acima do limite da mistura.

Carvalho (1983) estudou variação de clorador, buscando destacar o mais eficiente. Para tanto, utilizou cinco modelos assim descritos: Modelo 1 – cabaça com 2 orifícios opostos de 6 mm, e uma mistura de 100 g de hipoclorito de cálcio em 1000g de areia lavada; Modelo 2 – cabaça com 4 orifícios de 5 mm, com um saco plástico no seu interior contendo 4 furos opostos de 8 mm e uma mistura de 100 g de hipoclorito de cálcio em 1000g de areia lavada; Modelo 3 – cabaça com 4 orifícios opostos de 5 mm contendo uma mistura de 100 g de hipoclorito de cálcio em 1000g de areia lavada; Modelo 5 – garrafa plástica com 2 orifícios opostos de 6 mm contendo uma mistura de 340 g de hipoclorito de cálcio em 850 g de areia lavada. Dentre os modelos avaliados, o mais eficiente foi o modelo 5 (FIGURA 2).

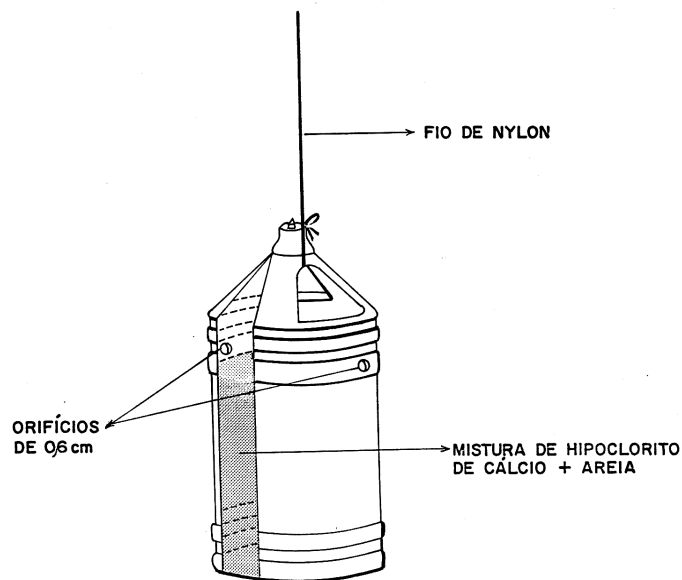


FIGURA 2: Modelo de Clorador Simplificado por Difusão (Carvalho, 1983).

O teor de cloro residual mínimo detectado por Gonzaga (1996), em condições de laboratório, após instalação de garrafa cloradora foi de 0,2 mg L⁻¹, o que satisfaz as exigências da portaria 518/GM do Ministério da Saúde para padrões de potabilidade da água. Carvalho (1983) afirma que valores de cloro residual inferiores a 0,1 mg L⁻¹, porém detectáveis, foram suficientes para reduzir ou mesmo eliminar bactérias do grupo coliformes.

Viana (1988) recomenda o uso de cloroscópios com escala a partir de 0,1 mg L⁻¹ (a maioria dos modelos disponíveis no mercado tem escala de 0,5 a 1,2 mg L⁻¹) para fazer avaliações do nível de cloro nas cisternas.

Esse método, recomendado por Gonzaga (1996), demonstra que após o segundo dia da instalação de uma garrafa cloradora em um recipiente com água altamente contaminada, não houve mais contagem de bactérias, até o fim da pesquisa (30 dias).

Gonzaga (1996) e Carvalho (1983) são unânimes ao recomendar o clorador simplificado por difusão, feito com garrafa plástica de 1000 mL com dois furos opostos de 6 mm, contendo uma mistura de 340 g de hipoclorito de cálcio e 850 g de areia lavada de granulometria média, para desinfecção de água de cisternas (poços rasos) pela sua simplicidade tecnológica, seu baixo custo e sua eficiência na desinfecção.

Existe pouca literatura disponível sobre o clorador simplificado por difusão, o que dificulta um maior aprofundamento sobre o assunto.

3 – MATERIAL E MÉTODO

3.1 Área de estudo

Foram selecionadas propriedades rurais na bacia hidrográfica do Ribeirão do Laje, localizadas no município de Caratinga - MG, situadas entre a rodovia Caratinga/Piedade e o distrito de Santa Luzia, que utilizam água de cisterna ou nascente para consumo doméstico, e não fazem cloração da mesma. Esse local foi escolhido, por representar as condições de captação de água para consumo doméstico na região leste de Minas Gerais e ser de fácil acesso, inclusive em períodos de chuva, para garantir que as amostras recolhidas cheguem ao laboratório dentro do tempo estipulado pela Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (Brasil, 2004c).

Após levantamento de coordenadas de todas as propriedades existentes na região anteriormente descrita utilizando um aparelho de GPS marca/modelo Garmim E-trex, foram sorteadas aleatoriamente 30 casas (48,4% das residências existentes), onde não houvesse qualquer tipo de tratamento de água no domicílio, para que se fizesse análise microbiológica da água e determinasse as que apresentassem contaminação por coliformes totais, que eram de interesse para o estudo. A FIGURA 3 mostra a distribuição espacial dos pontos de coleta dessas 30 amostras.

GPS (Global Position System) é um sistema de posicionamento que permite calcular com precisão, a partir de um receptor portátil, a posição na Terra, baseado em informações enviadas por uma constelação de 24 satélites.

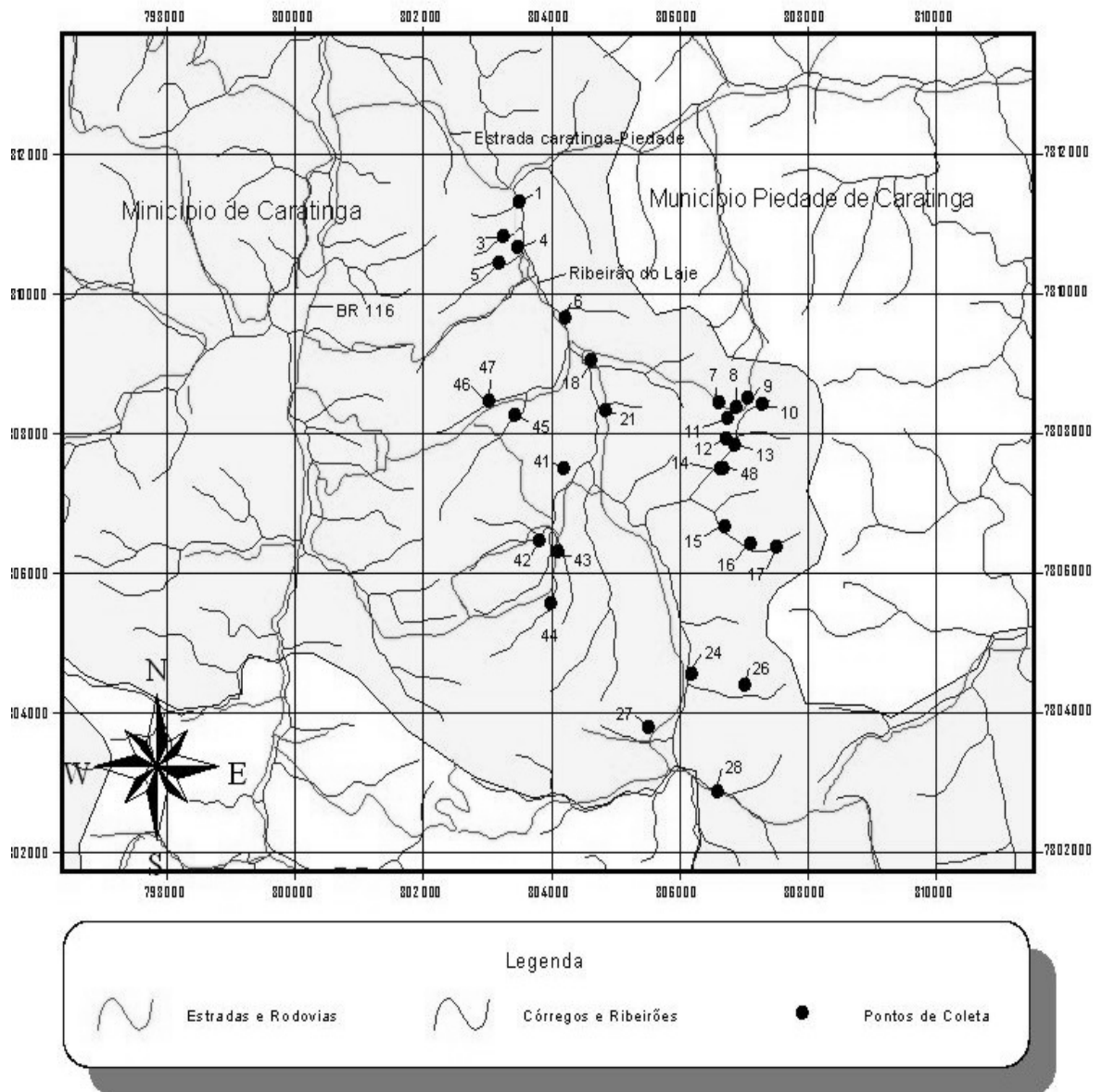


FIGURA 3: Localização dos pontos amostrados na bacia do Ribeirão do Laje.

3.2 Caracterização física das captações e percepção dos usuários sobre a qualidade da água consumida

Para caracterização física dos pontos de captação e da percepção dos usuários sobre a qualidade da água consumida, foi aplicado pelo próprio pesquisador, um questionário estruturado (Anexo 1). Além de avaliar o nível de informação e percepção dos moradores sobre a qualidade da água consumida,

foram registradas as observações e dados coletados do meio físico como: origem da água, caracterização dos mananciais, condições da captação e do reservatório doméstico de água, e possíveis fontes de contaminação da água. Concluído o trabalho de aplicação do questionário, análise bacteriológica da água, e feita a tabulação dos dados contendo informação sobre a origem da água usada para abastecimento, foram instalados os cloradores nas propriedades selecionadas para o estudo, ou seja, aquelas que apresentaram contaminação por coliformes totais ou fecais.

Após a conclusão da avaliação dos cloradores, foi aplicada a segunda parte do questionário (Anexo 1) nas famílias residentes nas propriedades que receberam o clorador nas cisternas, para aferir a avaliação que os moradores fizeram da água após implantação do clorador por difusão.

3.3 Coleta de amostras de água

As amostras de água foram coletadas entre os dias 4 e 25 de outubro de 2005 (primeira etapa), e acondicionadas em frascos de vidro com capacidade de 500 mL, de boca larga, com tampa, previamente lavados e autoclavados por 30 minutos, conforme preconizado pela Fundação Nacional de Saúde (Brasil, 2004c). Na primeira etapa foram realizadas análises de coliformes totais para seleção de mananciais contaminados, que receberiam o clorador. Na segunda etapa, realizada entre os dias 24 de abril e 19 de maio de 2006, foram colhidas amostras somente das residências abastecidas por cisternas, que apresentaram contaminação por coliformes totais, e novamente realizada análise microbiológica (coliformes totais e fecais) antes da colocação do clorador na cisterna.

As amostras de aproximadamente 250 mL foram colhidas nas torneiras das pias de cozinha, conforme técnica descrita a seguir, preconizada pelo Ministério da Saúde, através da Fundação Nacional de Saúde. (Brasil, 2004c):

O pesquisador:

- a) Deve lavar as mãos com água e sabão;

- b) Limpar a torneira do usuário com um pedaço de algodão embebido em álcool etílico 96° GL, interna e externamente;
- c) Abrir a torneira, deixando a água escorrer durante 1 ou 2 minutos;
- d) Fechar a torneira e flamba-la utilizando um isqueiro a gás;
- e) Abrir novamente a torneira deixando escorrer por aproximadamente 2 a 3 minutos;
- f) Coletar a amostra de água de aproximadamente 250 mL (metade do frasco);
- g) Tampar o frasco, identificando-o com o número da amostra correspondente ao número do questionário previamente aplicado;
- h) Colocar o frasco da amostra numa bolsa térmica com gelo;
- i) A bolsa térmica deve ser levada ao laboratório no prazo máximo de três horas após a coleta.

3.4 Análise microbiológica da água

As análises microbiológicas foram realizadas nos laboratórios do Centro Universitário de Caratinga, pelo próprio pesquisador, utilizando-se caldo lactosado marca Acumedia[®] e caldo verde brilhante (bile 2%) marca Biobras[®].

O caldo lactosado de concentração dupla, utilizados para diluições 1:1 foi preparado pesando-se 26 gramas do meio de cultura em balança de precisão (Marte As2000C) e diluindo-se em 1.000 mL de água destilada, e distribuindo 10 mL por tubo de ensaio, já com o tubo de Duran colocado na posição invertida dentro do tubo de ensaio. A seguir, os frascos foram tampados com chumaços de algodão (Brasil, 2004c).

O caldo lactosado de concentração simples, utilizado para diluições 1:10 e 1:100 foi preparado, pesando-se 13 gramas do meio de cultura e diluindo-se em 1.000 mL de água destilada distribuindo 10 mL por frasco, conforme descrito acima.

O caldo verde-brilhante-bile foi preparado pesando-se 40 gramas do meio de cultura desidratado e diluindo-se em 1.000 mL de água destilada,

distribuindo 10 mL por frasco, com tubo de Duran, tampados com chumaços de algodão.

Após o preparo todos os frascos foram autoclavados por 15 minutos a 121° C e 1 Kg cm⁻² de pressão, e esfriados, sendo em seguida guardados em geladeira até o momento do uso.

Em todas as amostras foram realizados dois testes. Primeiro, o presuntivo e depois o confirmatório. A finalidade desses testes foi determinar simplesmente se houve ou não contaminação da água analisada por bactérias do grupo coliformes (quantitativo), não se levando em consideração a presença de outros microorganismos na água. As bactérias do grupo coliformes são escolhidas como indicadores de contaminação microbiológica da água por estarem presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos; sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal; são facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água; possuem maior tempo de vida na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de serem incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático; são mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes do que os germes patogênicos (Brasil, 2004c).

No teste presuntivo, foram utilizados 15 tubos de ensaio com caldo lactosado, sendo 5 com concentração dupla, para cada amostra de água coletada (Brasil, 2004c).

Nos cinco tubos com concentração dupla foram acrescentados 10 mL da amostra de água, fazendo uma concentração de 1:1, tomando-se o cuidado de flambar a boca do frasco para evitar contaminação acidental. Em outros 5 tubos de concentração simples, foi acrescentado 1 mL da amostra de água, fazendo uma concentração de 1:10. Nos 5 tubos restantes, foi acrescentado 0,1 mL da amostra, fazendo uma concentração de 1:100.

Os tubos foram agitados para homogeneização e colocados em uma estufa bacteriológica (Nova Técnica®) com temperatura de 35 ± 0,5 °C por 48 horas. Após esse tempo, fez-se a leitura dos tubos. Os que apresentaram bolhas de gás dentro do tubo de Duran, foram considerados positivos. Registrou-se o número de tubos positivos para cada concentração, seguindo-se a ordem 1:1, 1:10, 1:100.

Para as amostras que não apresentaram formação de gás no tubo de Duran, a análise terminou, sendo essas classificadas como sendo negativas. As demais foram submetidas ao teste confirmatório.

O teste confirmatório foi feito separando-se os tubos positivos de cada diluição e um número igual de tubos com caldo verde-brilhante-bile. Utilizando-se uma alça de platina previamente flambada e fria, retirou-se uma porção da amostra positiva, e inoculou-se num tubo com meio de cultura. Os tubos inoculados foram levados à estufa bacteriológica por 48 horas. Como descrito acima, os tubos que apresentaram formação de gás foram considerados positivos, e o resultado registrado na ordem 1:1, 1:10, 1:100.

Nas amostras das cisternas onde foram instaladas as garrafas cloradoras, realizou-se a análise de coliformes fecais. Dos tubos positivos no teste presuntivo, retirou-se com uma alça de platina previamente flambada e fria, uma porção que foi inoculada em tubos com meio Ec (específico para *Escherichia coli*) e colocados por 24 horas em banho-maria a uma temperatura constante de $44,5 \pm 0,2$ °C, tendo-se o cuidado de observar se o conteúdo dos tubos estava completamente submerso. O cálculo do Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais é o mesmo já descrito.

De posse dos resultados, foi utilizada a Tabela para Determinação do NMP com 5 tubos (Anexo 2). Para determinação do NMP, verificam-se quantos dos cinco tubos de cada concentração apresentaram resultados positivos e localiza-se na tabela essa quantidade de tubos na seqüência 1:1, 1:10, 1:100, obtendo-se então o NMP.

3.5 Teste do clorador simplificado por difusão

O clorador simplificado por difusão inicialmente seria implantado em 10 residências (5 casas abastecidas por cisterna e 5 casas abastecidas por nascente), escolhidas por sorteio, dentre as que apresentaram resultados positivos para coliformes na primeira etapa da pesquisa. As demais, que apresentaram contaminação, e não foram sorteadas, e que tivessem interesse na desinfecção da sua água de uso doméstico, seriam instruídos a montar e

implantar o clorador, sob supervisão do pesquisador, porém, não participariam dessa pesquisa.

Devido a problemas (volume das caixas, falta de regularidade do volume armazenado) que impediram a utilização do clorador em nascentes, optou-se por implantá-los somente nas casas abastecidas por cisternas que apresentaram contaminação por coliformes totais.

Das 14 cisternas analisadas, 12 apresentaram contaminação por coliformes totais e receberam, com autorização dos proprietários, uma garrafa cloradora. No quinto dia após instalação das garrafas, foi realizada uma vistoria nas condições das garrafas. Na casa de número 18, a família, preocupada com a contaminação da água, e o gosto de cloro, resolveu fazer uma nova cisterna, e tirou a garrafa da existente, e expressaram o desejo de não participar mais da pesquisa, afirmando não suportar o gosto de cloro na água. Na casa 13, a família também retirou a garrafa devido ao gosto do cloro. Restaram, portanto, 10 famílias que continuaram a participar da pesquisa.

Os cloradores foram montados utilizando garrafas de plástico tipo “pet” de 1.500 mL, contendo 340 g de cloro em pó marca HTH, e 850 g de areia média, de rio, peneirada com peneira de cal # 50. Cada garrafa recebeu dois furos de 6 mm de diâmetro, em posições opostas, a 10 cm da borda. Para tampar a garrafa, foi utilizada sua própria tampa plástica.

Carvalho (1983) e Gonzaga (1996) utilizaram em seus experimentos garrafas plásticas de 1.000 mL, porém, ao montar os cloradores para esse experimento, observou-se que os furos ficavam abaixo da linha do material nas garrafas, daí, optou-se por utilizar garrafas de 1.500 mL.

No preparo da mistura, foi utilizada uma balança digital (Filizola[®]), para pesagem do cloro e da areia. Utilizando uma luva de látex, misturou-se os dois componentes em bacia plástica, e a mistura adicionada à garrafa com um funil.

Os cloradores inseridos dentro das cisternas foram fixados por um fio de nylon à borda das mesmas para que a tampa da garrafa ficasse fora da linha d'água. Foi garantida a razão de um clorador para cada 2.000 litros de água, conforme preconizado por Viana (1988) .

O cálculo do volume de água das cisternas foi realizado utilizando-se a fórmula de volume de cilindro reto:

$$V = \pi r^2 \times h$$

Onde: r = raio da cisterna, e h = altura da água na cisterna.

No momento da instalação dos cloradores, foi colhida uma amostra de água para análise microbiológica, e outra para determinação de pH e turbidez de cada cisterna.

Carvalho (1983) em seu estudo com clorador simplificado por difusão, fez análises de monitoramento da água com 3, 14, 17, 23, 28 e 31 dias, mas neste estudo, optou-se por monitorar a água com 10, 20 e 30 dias de implantação dos cloradores, visto que os valores encontrados por Carvalho (1983) não variaram significativamente nos intervalos.

No décimo dia após implantação dos cloradores, foi avaliado *in loco* o teor de cloro livre, utilizando um colorímetro não digital marca/modelo Hidraulis® HD Disk - DPD, e analisado o pH utilizando-se um kit de análise de cloro e pH da marca Genco®. Esse, utilizado somente para pH, apresenta uma escala com os seguintes valores: 6.8, 7.2, 7.4, 8.2. O objetivo dessa análise era somente determinar se a água apresentava pH ácido ou alcalino, sem determinação precisa de valor. Foi coletada também uma amostra para análise microbiológica, em frasco estéril, conforme descrito anteriormente.

No vigésimo e trigésimo terceiro dias após implantação do clorador, todo o procedimento acima descrito foi repetido. A única exceção foi a casa de número 16, onde houve resultado positivo no vigésimo dia devido ao fato da linha de fixação do clorador ter se rompido, e o mesmo encontrava-se deitado no fundo da cisterna. Nessa análise, o teor de cloro não foi detectado, e o NMP de coliformes totais foi de 170, e coliformes fecais foi 9. No mesmo dia o clorador foi reposicionado e nova análise realizada cinco dias após. A contagem de coliformes havia zerado.

Após a última coleta, no trigésimo terceiro dia de instalação dos cloradores, as garrafas foram retiradas das cisternas.

3.6 Análise estatística dos resultados

Para análise estatística dos resultados, os dados dos questionários e resultados de análises microbiológicas foram compilados em uma planilha do M.S. Excel[®], e analisados com a versão de demonstração do software SAEG (Sistema para Análises Estatísticas), versão 8.1, de 2003.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização das captações e das propriedades

A amostra inicialmente selecionada, conforme descrito na metodologia foi composta por 30 (trinta) propriedades rurais, localizadas fora da área urbana do Distrito de Santa Luzia, na microbacia do Ribeirão do Laje. Dessas, 46,7% utilizam água de cisterna, 50,0% de nascente, e 3,3% de poço artesiano. Em relação à contaminação por coliformes totais, a amostra de água de poço artesiano (1 ocorrência) não apresentou contaminação; 85,7% das águas de cisterna apresentaram contaminação, e 100% das águas de nascente estavam contaminadas com coliformes (FIGURA 4). Das amostras de água utilizada para consumo doméstico, em 90% havia presença de coliformes totais.

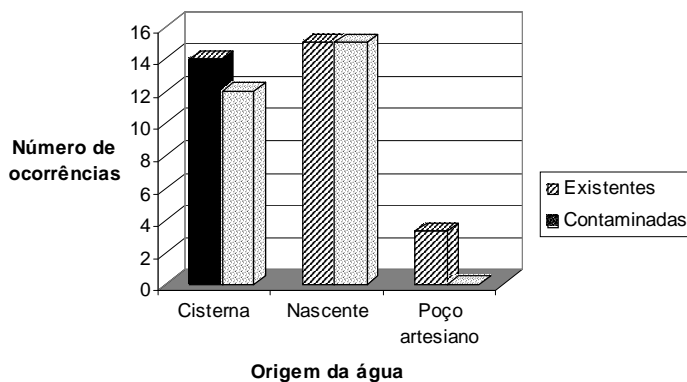


FIGURA 4: Distribuição das amostras analisadas quanto à origem da água e contaminação.

O Quadro 4 detalha a localização geográfica dos pontos amostrados, a origem da água e o NMP de coliformes totais das águas analisadas.

QUADRO 4 – Localização, origem da água e NMP de coliformes das amostras analisadas.

| Amostra | Latitude | Longitude | Origem | NMP |
|----------------|-----------------|------------------|----------------|------------|
| 1 | 803314 | 7811006 | Cisterna | 27 |
| 3 | 803148 | 7810307 | Cisterna | 900 |
| 4 | 804185 | 7809512 | Nascente | 170 |
| 5 | 802979 | 7808320 | Nascente | 34 |
| 6 | 803402 | 7808125 | Poço artesiano | 0 |
| 7 | 804595 | 7808901 | Nascente | 240 |
| 8 | 806861 | 7808220 | Nascente | 4 |
| 9 | 806595 | 7807357 | Nascente | 1600 |
| 10 | 806663 | 7806518 | Cisterna | 17 |
| 11 | 807089 | 7806274 | Nascente | 1600 |
| 12 | 807474 | 7806238 | Cisterna | 900 |
| 13 | 807258 | 7808278 | Cisterna | 1600 |
| 14 | 807044 | 7808373 | Nascente | 1600 |
| 15 | 803465 | 7811169 | Cisterna | 240 |
| 16 | 800184 | 7810967 | Cisterna | 170 |
| 17 | 803246 | 7810964 | Cisterna | 350 |
| 18 | 803442 | 7810533 | Cisterna | 1600 |
| 21 | 806579 | 7808308 | Nascente | 1600 |
| 24 | 806725 | 7808073 | Cisterna | 0 |
| 26 | 806691 | 7807780 | Cisterna | 0 |
| 27 | 806656 | 7807365 | Cisterna | 1600 |
| 28 | 806841 | 7807699 | Cisterna | 170 |
| 41 | 7803565 | 805486 | Nascente | 170 |
| 42 | 7804415 | 806148 | Cisterna | 1600 |
| 43 | 7804265 | 806992 | Nascente | 280 |
| 44 | 7807347 | 804158 | Nascente | 170 |
| 45 | 7806317 | 803775 | Nascente | 110 |
| 46 | 7805422 | 803959 | Nascente | 90 |
| 47 | 7806165 | 804057 | Nascente | 80 |
| 48 | 7808193 | 804807 | Nascente | 13 |

A região onde se localiza o Ribeirão do Laje, apresenta clima ameno, com abundância de água superficial, e conforme observado, o lençol freático é pouco profundo (a profundidade média das cisternas é de 3,65 m). O solo possui um horizonte A húmico profundo, medindo em alguns pontos, mais de

um metro de profundidade. Nessa bacia, a cultura predominante é a do café, seguido de olericultura e alguma atividade pecuária.

Observou-se qual o tipo de utilização do solo localizado acima do ponto de captação, e se isso teria influência sobre a qualidade da água. Existiam pastagens acima de 43,3% dos pontos de captação estudados, e em 30,0% deles existia cultura de café acima da captação. Nos demais (26,7%), especialmente as águas de cisterna, não havia utilização do solo para atividades econômicas. Em nenhum caso foi detectada olericultura acima do ponto de captação. A distância média das pastagens ou cultivos até a captação foi superior a 80 metros. O fato de haver pastagem ou cultivo acima do ponto de captação, não foi, nesse estudo, fator estatisticamente determinante de contaminação microbiológica, visto que apresentam coeficientes de correlação, respectivamente -0,059 e 0,01.

Em relação à caracterização das cisternas, elas apresentaram as seguintes dimensões médias: diâmetro de 95 cm, com profundidade de 3,56 metros, altura d'água de 1,22 metros, média de volume de água estimado em 0,86 m³. Todas as cisternas pesquisadas encontravam-se tampadas, porém, somente 57,1% das cisternas dispunham de tampas adequadas, ou seja, de cimento, conforme preconizado por Viana (1988).

Segundo Viana (1988), os poços rasos (ou cisternas), devem ter suas paredes revestidas com tijolos ou cimento (manilha), e conter um revestimento externo de, no mínimo 3 metros de profundidade por 10 cm de largura, de concreto ou argila, para evitar a infiltração de água contaminada do solo para dentro da cisterna. Além disso, o mesmo autor sugere a construção de um anel de concreto de 1 metro de largura ao redor da abertura do poço raso, pelo mesmo motivo. Dentre as cisternas analisadas, apenas 28,6 % possuem algum tipo de revestimento. Geldreich, apud Amaral (2003), afirma que a água de escoamento superficial é o principal fator de modificação da qualidade microbiológica da água subterrânea.

De maneira geral, os moradores não conhecem as técnicas de construção de cisternas, pois 70% dos entrevistados não souberam citar sequer a metade das recomendações para construção de cisterna. Corroborado com os dados obtidos nas entrevistas, durante visita às propriedades, observou-se cisternas

sem condição de fornecer água de qualidade quanto ao aspecto microbiológico, como as mostradas nas FIGURAS 5 a 10.

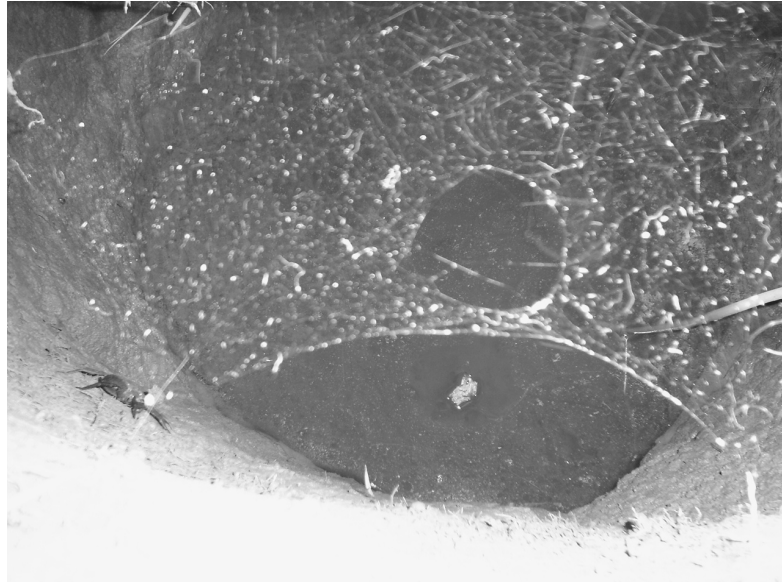


FIGURA 5: Vista parcial de uma cisterna mal conservada.

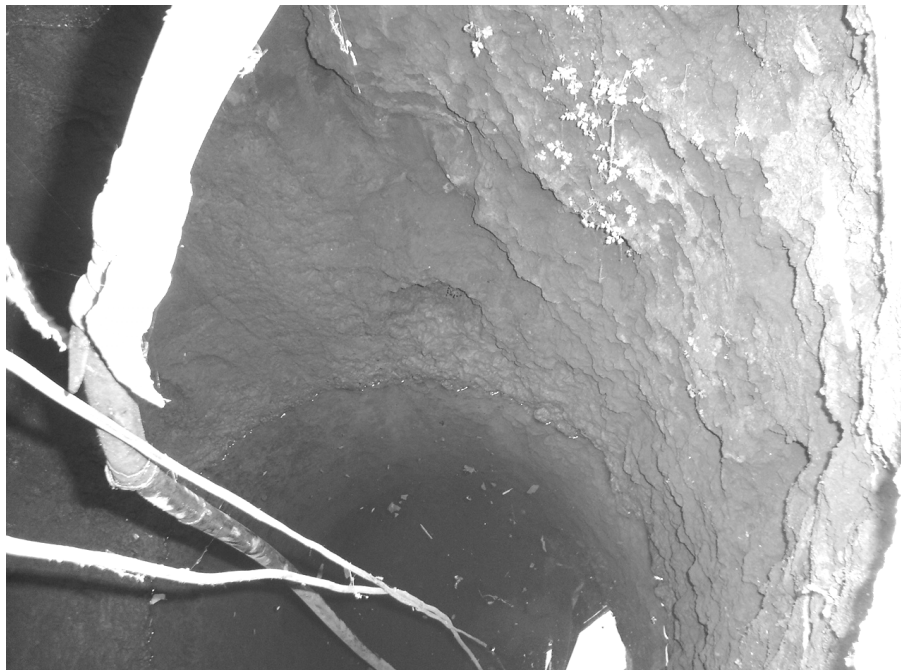


FIGURA 6: Cisterna sem revestimento e com sujeira na água.



FIGURA 7: Cisterna tampada inadequadamente.



FIGURA 8: Vista de outra cisterna tampada inadequadamente e sem proteção contra enxurrada.



FIGURA 9: Cisterna localizada em ponto mais baixo, sujeita a enxurrada.



FIGURA 10: Cisterna sem revestimento e mal tampada. Durante a visita foi observado um rato morto dentro da mesma

Dentre as cisternas estudadas somente duas foram construídas segundo as especificações descritas anteriormente, mas, curiosamente, apresentavam contaminação por coliformes totais e fecais, provavelmente devido à contaminação do lençol freático (FIGURAS 11 e 12).

\



FIGURA 11: Vista parcial de uma cisterna revestida com manilha



FIGURA 12: Vista externa de uma cisterna revestida, tampada, com borda elevada, mas rodeada de lixo

A análise de correlação entre as variáveis “cisterna revestida” e “NMP de coliformes” retorna um valor de correlação igual a 0,0251. Segundo Maletta (2000), coeficientes de correlação entre 0,00 - 0,20 são considerados insignificantes ou indiferentes. Portanto, nesse estudo, o fato da cisterna não ser revestida não é a causa principal de contaminação da água. Gonzaga (1996) afirma que a contaminação local de poços rasos, a menos que estejam em níveis inferiores ao de fossas, ou muito perto delas, é causada por erros de construção ou manuseio deles, o que se confirma neste trabalho.

Em relação à disposição da cisterna no terreno, Viana (1988) afirma que ela deve ficar no ponto mais elevado em relação a possíveis focos de contaminação, como fossas, esgoto, etc, e a pelo menos 15 metros de distância de fossas e coleções hídricas. Na amostra analisada, 85,7% das cisternas não ficam no ponto mais elevado do terreno, mas também não estão localizadas abaixo do nível das fossas, e em 33,3% das cisternas entra água de enxurrada. Na análise de correlação entre o fato de entrar enxurrada na cisterna e o NMP de coliformes foi verificado um coeficiente de 0,24, o que não

foi significativo nesse estudo, visto que as mostras foram coletadas em período de seca.

Amaral (2003) demonstra que existe diferença significativa no número de coliformes obtidos nos períodos de estiagem ($2,6 \times 10^2$) e chuva ($6,5 \times 10^2$) nas captações localizadas em pontos mais baixos do terreno.

Na amostra estudada, 80% das cisternas estão distantes de fossas. Considerou-se distante, as cisternas com distância igual ou maior que 50 m de fossa ou córrego. Das que estão próximas, a distância média é de 21 metros, variando de 8 (uma ocorrência) a 50 metros. A análise de correlação entre distância da cisterna à fossa e NMP de coliformes nesse estudo apresentou um coeficiente de - 0,355 (fraca).

Das cisternas estudadas, 42,8%, estão distantes de córregos, mas, das que se encontram próximas, a distância média é de 11,8 metros, variando de 6 a 20 metros. Observa-se, que a distância média da cisterna ao córrego é muito pequena, sendo inferior aos 15 metros, preconizados por Viana (1988). A análise de correlação entre distância do curso d'água e número de coliformes apresentou coeficiente de 0,732 (muito acentuada). Um dos motivos observados que pode justificar essa proximidade, é o fato dessas casas serem construídas muito próximas ao curso d'água, para facilitar o esgotamento sanitário, e em algumas delas, é feito diretamente no córrego, contaminando-o.

As 15 nascentes analisadas distam em média 419 metros do reservatório doméstico, com moda de 300 metros. Somente 13,3% delas possuem alguma proteção (caixa de alvenaria, sem tampa) em torno da captação, mas mesmo assim, precária. Viana (1988) afirma que a água deve ser captada antes de brotar na superfície, através de um sistema fechado, entretanto, nenhuma das nascentes visitadas, a água era captada antes de brotar na superfície. Em todas elas, a água é transportada por tubo de pvc ou mangueiras até o reservatório doméstico. A captação é feita sempre por gravidade.

Na área de estudo predominam captações de água aflorando na superfície, correndo a céu aberto, e depois sendo represada em pequenas caixas de alvenaria sem tampa, ou em pequenas "barragens" feitas de pedra e solo compactado, sem nenhum tipo de proteção, de onde, através de cano ou mangueira deságuam nos reservatórios domésticos.

Dos reservatórios domésticos encontrados, 83,3% são de amianto, sendo que, somente 6,7% não possuem tampa adequada. Os demais são de fibra de vidro e alvenaria, porém com tampa. A capacidade média dos reservatórios é de 428 litros, com moda de 250 litros (50%). Em relação à frequência de limpeza dos mesmos, constatou-se que 39,3% são lavados semestralmente, e 57,1% anualmente, e 3,6% são lavados com frequência superior a um ano.

Em relação à contaminação da água no reservatório, pode-se afirmar que o risco é pequeno, levando-se em consideração a frequência de limpeza e o elevado número de reservatórios tampados.

4.2 Percepção da qualidade da água consumida pelos moradores, antes da cloração

O perfil dos moradores entrevistados apresenta os seguintes dados: 56,7% são do sexo masculino, idade média de 49,4 anos (variando de 19 a 76), escolaridade média de 3,2 anos de estudo (moda 4 anos), com tempo médio de residência na propriedade de 12,4 anos, e 83,3% informaram serem os proprietários da casa.

Quanto à percepção da qualidade da água consumida pelos moradores, 76,7% a consideram como sendo boa, e 23,3% dos entrevistados, como excelente, mas, contraditoriamente, 76,7% acreditam haver microorganismos na água capazes de causar enfermidades. Essa contradição pode ser explicada pelo fato do parâmetro microbiológico não fazer parte dos parâmetros utilizados por eles para classificar a água que consomem. Quando questionados sobre os parâmetros utilizados para classificar a qualidade da água que consomem, 83,3% dos entrevistados dizem que é em função da limpeza, e 50% declararam que é pelo sabor, ou seja, a presença de microorganismos não é parâmetro de qualidade considerado pelos entrevistados.

Observa-se que a totalidade dos entrevistados afirma que a água de qualidade é fundamental para a saúde, mas essa qualidade resume-se ao paladar e turbidez da água, somente parâmetros sensoriais. Sabe-se que é difícil para pessoas com média de escolaridade de 3,2 anos fazer abstrações

que os permitam refletir sobre algo não palpável, como contaminação química ou biológica. Nem mesmo entre os entrevistados de maior escolaridade fizeram-se referências a padrões não perceptíveis.

Sobre a constância da qualidade da água dentro do ano, 69% dos entrevistados afirmam ser a mesma. Já 31% dos entrevistados afirmam haver variações na qualidade da água, e a maioria (90%) destes atribui a piora na qualidade ao período chuvoso, quando a água torna-se “amarela”, “escura”, “sujo de folhas”. Dos entrevistados que afirmaram haver alteração na qualidade da água, 90% declararam que consomem água de nascente.

Um fator de risco no consumo de água, é a ausência de filtro doméstico, fato observado em 46,7% das residências pesquisadas. Paradoxalmente, 76,7% dos entrevistados acreditam haver microorganismos na água capazes de causar doenças, 10% afirmam não acreditar, e 13,3% afirmam não saber se existem (FIGURA 13).

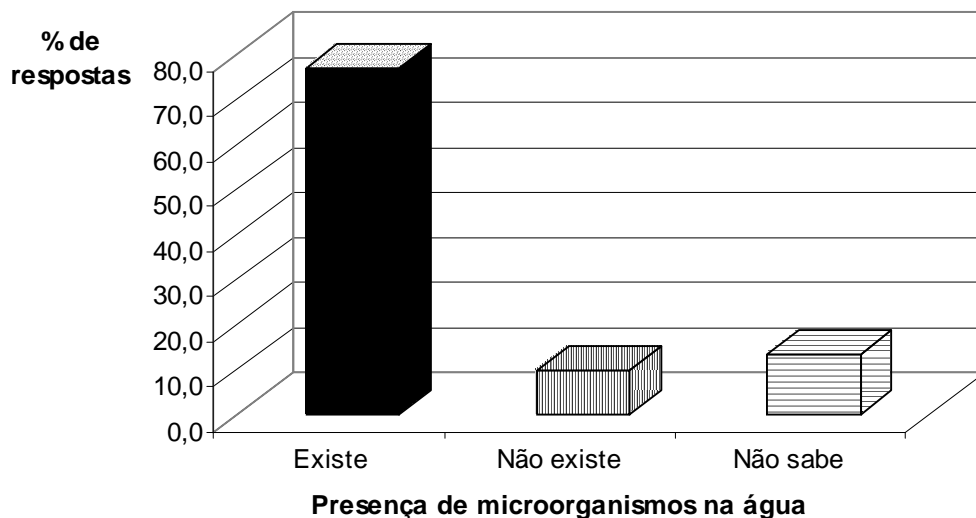


FIGURA 13: Distribuição percentual dos entrevistados quanto à existência de microorganismos na água de consumo doméstico.

Sabe-se que o filtro doméstico de água, especialmente o filtro de barro com vela, não é capaz de reter microorganismos como bactérias e vírus. Como esses são destruídos pela cloração da água, uma parte do problema está

resolvido com este tratamento. Porém, segundo Vianna (1992), alguns encistados como a *Entamoeba histolytica* suportam concentrações de até 100 mg L⁻¹ de cloro, sendo, portanto, encontrados em águas cloradas. Esses protozoários devido às suas dimensões são facilmente retidos na vela do filtro. Alguns microorganismos se aderem a sedimentos, que com a filtração também ficam retidos na vela junto com esses sedimentos. Diante disso, pode-se afirmar com segurança que, para se consumir água de boa qualidade microbiológica, além do uso do filtro que é de fundamental importância, deve-se proceder a desinfecção da água. Como menos da metade das residências pesquisadas possui filtro, mesmo com a instalação do clorador, os consumidores dessa água ainda estão expostos à contaminação por parasitos intestinais que vão lhes causar danos à saúde.

Quanto aos casos de diarreia entre os moradores da área em estudo no último ano, 83,3% dos entrevistados afirmam não terem ocorrido. Dos que relataram casos de diarreia na família, não os associam à ingestão de água da cisterna ou nascente, atribuindo a causa a algum alimento que ingeriram. Todos são unânimes em afirmar que a água nunca causou diarreia em ninguém da família.

Em relação à percepção da diferença de sabor entre a água consumida em casa e a água clorada da cidade 83,3% afirmam perceber diferença e que a água clorada tem gosto pior que a água de suas casas. Alguns chegaram a afirmar que evitam ingerir água quando vão à zona urbana onde há água tratada, devido ao gosto do cloro.

Quando indagados se aceitariam clorar a água utilizada em suas casas, caso houvesse contaminação, todos os entrevistados concordaram em implantar o clorador por difusão, mesmo sabendo, por experiência própria de consumir água clorada na cidade, que o sabor da água irá se alterar.

4.3 Eficiência do clorador simplificado por difusão no tratamento da água para consumo doméstico

Os cloradores foram inicialmente instalados em todas as cisternas que apresentaram contaminação por coliformes totais ou fecais, conforme

distribuição apresentada no QUADRO 5. No quinto dia após instalação dos cloradores (metade do tempo entre instalação e a primeira análise), foi feita uma vistoria nas cisternas para verificação da posição das garrafas. Nas casas de número 13 e 18, a família havia retirado a garrafa afirmando não suportar o gosto de cloro, e desistindo de participar da pesquisa. Nas demais, a garrafa encontrava-se na posição correta.

Antes da instalação das garrafas, foi realizada análise microbiológica para detecção de coliformes totais e fecais, e determinação do pH.

QUADRO 5: Resultados de análises feitas antes da instalação dos cloradores

| Nº. de Amostras | NMP de coliformes totais/100mL | NMP de coliformes termotolerantes (fecais)/100mL | pH |
|------------------------|---------------------------------------|---|-----------|
| 01 | 44 | 0 | < 6,8 |
| 03 | 300 | 9 | < 6,8 |
| 10 | 21 | 0 | < 6,8 |
| 12 | 110 | 6 | < 6,8 |
| 13 | 900 | 17 | < 6,8 |
| 15 | 50 | 0 | < 6,8 |
| 16 | >1600 | 9 | < 6,8 |
| 17 | 14 | 0 | < 6,8 |
| 18 | >1600 | 50 | < 6,8 |
| 27 | 8 | 0 | < 6,8 |
| 28 | 170 | 4 | < 6,8 |
| 42 | >1600 | 11 | < 6,8 |

Como os cloradores somente foram instalados nas cisternas que apresentaram resultados positivos para coliformes totais ou fecais, o QUADRO 5 mostra que 100% de amostras estavam contaminadas por coliformes totais, e 66,6% por coliformes fecais. A portaria 518/GM do Ministério da Saúde (Brasil, 2004) afirma que “em amostras individuais procedentes de poço rasos, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada,

tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou, coliformes termotolerantes”. Portanto, as amostras que apresentaram somente coliformes totais, estavam liberadas para consumo, mas ainda assim fizeram parte da pesquisa, para analisar a capacidade do clorador de fazer desinfecção da água para os coliformes totais e fecais.

A primeira mensuração do teor de cloro, pH, e análise bacteriológica da água foi realizada dez dias após a instalação das garrafas cloradoras, e os valores encontrados estão apresentados no QUADRO 6. Nessa ocasião, também foi realizada nova inspeção das cisternas para avaliar a posição das garrafas e nível d'água. Não foram observadas quaisquer alterações no nível d'água das cisternas.

QUADRO 6: Resultados de análises realizadas no décimo dia após instalação dos cloradores

| Nº. de Amostras | NMP de coliformes totais | NMP de coliformes termotolerantes (fecais) | pH | Teor de cloro ativo (mg L⁻¹) |
|------------------------|--|---|-----------|--|
| 1 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,2 |
| 3 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,2 |
| 10 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 12 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,2 |
| 13 | Abandonou a pesquisa por decisão própria | | | |
| 15 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,2 |
| 16 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,3 |
| 17 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 18 | Abandonou a pesquisa por decisão própria | | | |
| 27 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,4 |
| 28 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,2 |
| 42 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,2 |

Azevedo (1991), afirma que o cloro reage à água podendo produzir compostos com capacidades diferentes de desinfecção. Em pH inferior a 6,0

produz o ácido hipocloroso (HOCl), que é um excelente desinfetante, o que justifica por que a cloração é mais eficiente em águas com pH baixo.

Em função disso, analisou-se o pH das cisternas, utilizando-se um kit para análise de cloro e pH (descrito na Metodologia), e observou-se que todas se apresentaram ácidas, o que favorece a ação do cloro. Isso pode ser confirmado observando-se que em todas as amostras analisadas, no décimo dia de desinfecção, não houve presença de nenhum tipo de coliforme (total ou fecal), mesmo em águas fortemente contaminadas.

Observa-se que as cisternas que apresentaram teor de cloro ativo de 0,3 e 0,4 mg L⁻¹ são cisternas que possuem pouca utilização, devido ao número de habitantes da casa. Mesmo nas cisternas cujo teor de cloro foi de 0,1 mg L⁻¹, houve desinfecção satisfatória. A portaria 518/GM do Ministério da Saúde (Brasil, 2004a) estabelece, que é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg L⁻¹ em qualquer ponto da rede de distribuição, e que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg L⁻¹.

Carvalho (1983), em pesquisa com cloradores simplificados por difusão, concluiu que níveis de cloro residual inferiores a 0,1 mg L⁻¹, porém detectáveis, em águas de cisternas, foram suficientes, em alguns casos, para eliminar bactérias do grupo coliformes.

No vigésimo dia da implantação dos cloradores, novas análises foram realizadas, exatamente da mesma forma que as primeiras. Os resultados obtidos não diferiram dos primeiros, exceto no teor de cloro ativo, e na amostra de n.º16, onde foi detectada a presença de coliformes totais e fecais (QUADRO 7).

QUADRO 7: Resultados de análises realizadas no vigésimo dia após instalação dos cloradores

| Nº. de Amostras | NMP de coliformes totais | NMP de coliformes termotolerantes (fecais) | pH | Teor de cloro ativo (mg L ⁻¹) |
|---------------------------------------|--------------------------|--|-------|---|
| 1 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 3 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 10 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 12 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 15 | 0 | 0 | 6,8 | < 0,1 |
| 16 | 170 | 9 | < 6,8 | Não detectável |
| 16 (5 dias após reposição da garrafa) | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 17 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 27 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,2 |
| 28 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,2 |
| 42 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |

Após confirmação da contaminação na cisterna 16, foi realizada uma inspeção nesta, e detectou-se que o fio de sustentação da garrafa havia se rompido, e a mesma encontrava-se no fundo da cisterna, com um dos furos voltado para baixo. A garrafa foi retirada, e novamente posicionada, e cinco dias após, novas análises foram realizadas, e observou-se novamente a ausência de coliformes, e a volta do teor de cloro a 0,1 mg L⁻¹.

Outro dado observado foi na cisterna 15, que apresentou a maior redução do teor de cloro, sendo detectado valor abaixo de 0,1 mg L⁻¹. A garrafa permaneceu na posição original, mas soube-se que o consumo de água daquela cisterna era muito grande, pois servia a duas residências, e existia na propriedade outra cisterna que era utilizada quando a água da que estava na pesquisa diminuía muito. Soube-se também que constantemente misturava-se água das duas cisternas na caixa d'água. Isso, segundo informações, ocorreu durante o tempo da pesquisa, mas, mesmo assim, não se detectou coliformes na água enquanto houve detecção de cloro. As amostras de água que sempre foram colhidas na torneira,. Pode-se atribuir a redução do teor de cloro ativo ao grande volume de água utilizado.

Nessa mesma cisterna, observou-se uma elevação do pH nessa segunda análise, passando de <6,8 para 6,8. Essa alteração pode ser explicada pela presença de água das duas cisternas na caixa.

Em função da existência da outra cisterna, e da mistura de água das duas fontes na caixa d'água, foi realizada uma análise de coliformes na outra cisterna. Não houve presença de coliformes fecais, mas o NMP de coliformes totais foi de 21.

A última análise foi realizada no trigésimo terceiro dia de implantação dos cloradores. Como o tempo de uso de um clorador é de 30 dias, esperava-se que fosse detectada contaminação nas águas das cisternas, mas, não foi o que se observou. De maneira geral, o teor de cloro livre decaiu a valores iguais ou menores que 0,1 mg L⁻¹, e somente na cisterna de nº. 15, não foi detectada presença de cloro livre na água, o que já era esperado, em função do grande consumo, e da mistura de águas descrita acima. Essa mesma cisterna foi a única que apresentou presença de coliformes totais (NMP = 33), e ausência de coliformes fecais (QUADRO 8). Nessa análise, o pH voltou a ser < 6,8.

QUADRO 8: Resultados de análises realizadas no trigésimo terceiro dia após instalação dos cloradores

| Nº. de Amostras | NMP de coliformes totais | NMP de coliformes termotolerantes (fecais) | pH | Teor de cloro ativo (mg L ⁻¹) |
|-----------------|--------------------------|--|-------|---|
| 1 | 0 | 0 | < 6,8 | < 0,1 |
| 3 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 10 | 0 | 0 | < 6,8 | < 0,1 |
| 12 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 15 | 33 | 0 | < 6,8 | Não detectado |
| 16 | 0 | 0 | < 6,8 | < 0,1 |
| 17 | 0 | 0 | < 6,8 | < 0,1 |
| 27 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 28 | 0 | 0 | < 6,8 | 0,1 |
| 42 | 0 | 0 | < 6,8 | < 0,1 |

Quanto ao teor de cloro ativo encontrado nas amostras analisadas, em várias cisternas houve uma queda média de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ entre o décimo e vigésimo dias, mas esse fato não foi a moda. Do vigésimo ao trigésimo dia somente a cisterna relacionada como amostra número 16 manteve inalterado o teor de cloro, mas isso pode ser explicado pelo fato da garrafa ter permanecido alguns dias no fundo da cisterna, sem liberação de cloro. Todas as demais cisternas apresentaram diminuição do teor de cloro.

Carvalho (1983), em seu estudo, obteve significativas variações do teor de cloro, e vários resultados com teor cloro detectável, porém, menor que $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, o que não foi observado nessa pesquisa. Possivelmente, esse fato poderá ser atribuído à utilização de garrafa de 1.500 mL em lugar das de 1.000 mL utilizadas por Carvalho (1996). Optou-se pela utilização da garrafa de 1.500 mL, pois, nas garrafas de 1.000 mL, os furos não estavam ficando acima do limiar da mistura, o que poderia comprometer a eficiência do clorador.

Comparando-se os resultados do trabalho semelhante, realizado por Gonzaga (1996) com o atual, observa-se que o teor de cloro manteve-se mais estável no presente trabalho, e que a eficiência do clorador foi maior (100% após 10 dias, 90% após 20 dias, e 90% após 33 dias, contra 62,1% após 15 dias e 82,7% após 30 dias, no estudo de Gonzaga (1983)).

4.4 Percepção da qualidade da água consumida, pelos moradores, após a cloração

Após a instalação dos cloradores, já na primeira visita para inspeção das garrafas, realizada no quinto dia do experimento, os moradores relataram, quase unanimemente, que nos três primeiros dias o cheiro e gosto de cloro estavam “fortes”, mas que os mesmos foram decaindo no decorrer dos dias, e já não os incomodava muito. As exceções foram as casas 13 e 18 que retiraram a garrafa por não estarem suportando o gosto.

No decorrer do experimento, em entrevistas realizadas no décimo dia, todos os participantes afirmaram não perceber gosto e cheiro expressivos de cloro, e por isso não se sentiam incomodados. 30% dos entrevistados

afirmaram nem lembrar que estavam consumindo água clorada, pois não percebiam gosto algum.

Nas visitas subseqüentes, ocorridas no 20º e 33º dia, não houve nenhuma mudança nas respostas obtidas no 10º dia, quanto ao gosto e cheiro de cloro. Não foi relatado nenhum caso de desconforto gástrico ou intestinal correlacionado ao cloro da água.

Em relação à contaminação microbiológica, todos os entrevistados afirmaram sentirem-se seguros quanto à qualidade da água, por acreditarem realmente não haver mais microorganismos nela. As famílias foram informadas dos resultados das análises após cada coleta de amostra.

Um dado relevante observado, diz respeito à aceitação do método por parte dos entrevistados, onde todos os dez solicitaram orientações sobre como montar um clorador, onde comprar cloro em pó, como fazer monitoramento da qualidade da água, dentre outras, pois queriam continuar utilizando o clorador em suas casas, por entenderem que é de grande importância ingerir água de boa qualidade. Para minimizar o desconforto do gosto de cloro nos primeiros dias, sugeriram armazenar certa quantidade de água para tomar, até que o paladar melhorasse.

Outra solicitação feita com muita frequência foi sobre as técnicas corretas de construção de cisternas e preservação dos mananciais, para tentar diminuir a contaminação da água.

5 – CONCLUSÕES

De maneira geral, todas as cisternas avaliadas apresentam problemas na sua construção e conservação, o que compromete a qualidade da água, devido ao desconhecimento por parte dos moradores, de noções técnicas de construção de cisternas. Porém, apesar de todos os problemas detectados, como falta de revestimento da parede, falta de tampa adequada, localização em ponto mais baixo do terreno, dentre outras, a única falha que, apresentou relevância estatística foi a distância das cisternas ao curso d'água. As demais variáveis citadas não apresentaram correlação estatística com o NMP de coliformes.

Quanto à distância da cisterna à fossa, os moradores respeitaram o mínimo de 15 metros entre ambas, preconizados por Viana (1983), para evitar contaminações, não sendo este, portanto, um possível fator de contaminação.

Quanto às águas de nascentes utilizadas para abastecimento das casas estudadas, a captação ocorreu após afloramento da água. Nenhuma delas apresentava proteção adequada ao redor do ponto de captação, o que pode explicar a contaminação por coliformes totais de todas as amostras analisadas.

Em relação aos reservatórios domésticos de água, os moradores estão conscientes da importância de mantê-los tampados, mas, não pelo fato de haver risco de contaminação, mas sim pelo medo de surgimento do mosquito *Aedes aegypti*, conforme veiculado na mídia, em todas as campanhas de combate à Dengue.

Conclui-se também neste estudo, que somente os parâmetros visuais, gustativos e olfativos são utilizados pelos moradores para fazer a classificação da água. Parâmetros microbiológicos e químicos não são levados em consideração, provavelmente pelo fato de não serem aspectos do dia-a-dia deles.

Considerando os aspectos avaliados, pode-se perceber que a falta de informação sobre qualidade de água na população estudada, o que os coloca em risco de contraírem doenças. Essa falta de informação, certamente não é por desinteresse dos moradores, mas sim, por falta de uma política de saúde mais abrangente, que não seja focada somente no assistencialismo, com tratamento médico-hospitalar e distribuição gratuita de alguns medicamentos, entre eles, antiparasitários, para tratar o que poderia ser evitado, e sim, uma política que, realmente, proporcione condições para que os indivíduos mantenham sua saúde, através de ações conscientes, críticas e reflexivas sobre o que deve ou não ser feito.

O sistema de desinfecção pelo clorador simplificado por difusão, mostrou-se eficiente quando utilizado dentro dos parâmetros sugeridos na literatura. Independentemente do NMP de coliformes, e do tipo de coliforme (se total ou fecal), houve eliminação total deles em todas as amostras estudadas. O clorador simplificado por difusão é um sistema muito simples de ser construído e instalado, porém, requer, pelo menos nos primeiros trinta dias de uso, o monitoramento do teor de cloro ativo na água, aspecto que dispensa análise microbiológica, desde que seja detectado cloro na água, o que assegura ausência de coliformes na mesma.

O clorador simplificado por difusão, não reduz a contaminação microbiológica do lençol freático, visto que, imediatamente após a parada de liberação de cloro, detectou-se contaminação da água por coliformes totais e fecais. Ele possui ação efetiva somente na água armazenada dentro da cisterna.

Um dos fatores preocupantes antes do início do experimento, referia-se à aceitação, por parte dos moradores, da alteração no paladar da água que consumiam, em função da utilização do cloro. Como 100% dos entrevistados, que permaneceram até o fim do experimento, afirmaram não se sentirem

incomodados com o paladar, conclui-se que o clorador foi bem aceito. Estes passaram a difundir entre os vizinhos, os benefícios do clorador.

Por fim, pode-se afirmar que o clorador simplificado por difusão é um instrumento fundamental para manutenção da qualidade microbiológica da água consumida pela população rural ou que não tenham acesso à água tratada por se tratar de um sistema simples, barato e altamente eficiente na descontaminação da água de cisterna, mas, não deve ser o único instrumento.

6 - RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

Após a realização desse estudo e baseado nas conclusões apresentadas, seguem algumas recomendações que, se aplicadas, podem resultar em grandes benefícios para as populações rurais, no que diz respeito à proteção de sua saúde.

A primeira e principal recomendação, é que se façam, através dos órgãos de extensão rural, governos municipais, instituições de ensino e pesquisa e sociedade organizada, ações de educação sanitária, com objetivo de instrumentalizar os moradores da zona rural para construção de captações seguras, e preservação da qualidade da água utilizada para consumo doméstico. Em anexo encontram-se algumas orientações para construção de poços rasos (cisternas) e captação de águas de nascente.

Outra recomendação é a necessidade de um estudo específico, controlado, para fazer desinfecção de água de nascente, muito comumente utilizada na zona rural, com um clorador adaptado ao tamanho dos reservatórios e fluxo de água, o que não foi possível neste estudo.

Os resultados também apontam para a necessidade de utilização de outro parâmetro para avaliar quantidade de cloradores por cisternas, que não seja somente o volume de água - um clorador para até 2.000 L.

Faz-se necessário um outro estudo, em condições controladas de laboratório, para avaliar se a utilização de garrafa de 1.500 mL em lugar das de 1.000 mL, preconizadas por Viana (1988), melhora o desempenho do clorador.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Luiz Augusto *et al.* Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.37, n.4, p.510-514 agosto 2003. ISSN 0034-8910.

AMARAL, Luiz Augusto *et al.* Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados em uma área urbana: utilização de colifagos em comparação com indicadores bacterianos de poluição fecal. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.28, n.5, p.345-348 2004. ISSN 0034-8910.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano. **Manual de saneamento das cidades e edificações**. Pini: São Paulo, 1991. ISBN 85-7266-046-1

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. 5ª. Ed. Fundação Nacional de Saúde . Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518/GM, de 25 de março de 2004**. Diário Oficial da União. Brasília, 25/03/2004a .

BRASIL, Ministério da Saúde. **Guia de bolso: Doenças infecciosas e parasitárias**. volumes 1 e 2. Ministério da Saúde, Brasília, 2004b.

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. Brasília, 2004c.

CARVALHO, Ângela Cleusa F.B. **Efeito dos cloradores simplificados sobre a qualidade bacteriológica de água de poços rasos (cisternas) na comunidade de Bom Jardim, Ibirité-MG**. Dissertação de mestrado. Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte. 1983

FREITAS, Marcelo Bessa de; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.17, n.3, p.651-660. maio/jun. 2001. ISSN 0102-311X.

GONZAGA, Antônio Sérgio Marx. **Clorador por difusão: Avaliação de desempenho e de parâmetro de projeto**. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte. 1996. 72 p.

IBGE. Série Manuais Técnicos em Geociência, número 1, **Manual técnico da Vegetação Brasileira**, Rio de Janeiro, 1992, 123p.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. EMBRAPA/CNPS/SBCS, Rio de Janeiro. 1996, 45p.

MALETTA, Carlos Henrique Mudado. Bioestatística – Saúde Pública, 3ª. Ed. Belo Horizonte. Editora Independente, 2000. ISBN 85-85002-09-3.

MATTOS, Maria Lúcia T.; SILVA, Marcelo Dutra. **Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão**. Comunicado Técnico 61. EMBRAPA: Pelotas-RS. 2002.

MEYER, Sheila T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.10, n.1. Jan/mar. 1994. ISSN 0102-311X.

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde. **Água e Saúde**. 2001 Disponível em: <<http://www.opas.org.br/sistema/fotos/agua.pdf>>. Acesso em 12/12/2004.

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde – Escritório Regional para Europa. **La Desinfección del Agua**. OPAS/HEP/99/38; 1999; disponível em: <<http://www.opas.org.br/ambiente/UploadArq/aguadesi.pdf>>. Acesso em 10/03/2005.

OMS – World Health Organization. **Guidelines for Drinking Water Quality**. 3ª. Ed. Genebra, 2004. p 121-144; 221-296. ISBN – 9 24 144638 7.

PELCZAR Jr, J. M.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2ª. Ed., V.2, Pearson Educacional: São Paulo, 1997. ISBN 85-346-0454-1.

RAKEL, Robert E. **Tratado de Medicina de Família**. 5ª. ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1997.

ReSub - Rede de Geotecnologia em Águas Subterrâneas. **Caracterização hidrológica básica dos municípios de São Pedro da Aldeia e Iguaba Grande**, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.civil.uff.br/resub/downloads/iguabaespd.PDF>>. Acesso em 01/06/2005.

ROUQUAYROL, Maria Zélia, FILHO, Naomar A.. **Epidemiologia & Saúde**. 5ª. Ed. Medisi: Rio de Janeiro, 1999. ISBN: 85-7199-191-x.

SILVA, Carlos Henrique P. M.. **Bacteriologia: Um texto ilustrado**. 1ª. Ed. Eventos: Rio de Janeiro, 1999. ISBN 85-86582-05-0.

SILVA, Marcelo J. Moreira. **Desinfecção de água utilizando energia solar (SODIS): Inativação e recrescimento bacteriano**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Civil. Campinas, 2004.

SILVA, Rita de Cássia Assis da; ARAUJO, Tânia Maria de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência e Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, vol.8, nº.4, p.1019-1028. 2003. ISSN 1413-8123.

VERONESI, Ricardo; FOCACCIA, Roberto. **Tratado de Infectologia**. 2ª. Ed. Atheneu: Rio de Janeiro, 2002. ISBN 85-7379-517-4.

VIANA, F.C.; MOREIRA, E.C.; BARBOSA, M. **Qualidade bacteriológica das águas de granjas avícolas de Estado de Minas Gerais**. Arq. Escola de Veterinária UFMG, Belo Horizonte, 1975.

VIANA, Francisco Cecílio. **Construção de poços rasos – cisternas – e do uso de cloradores por difusão**. 4ª. Ed. UFMG. Belo Horizonte, 1988.

VIANNA, Marcos Rocha. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água**. 2ª. Ed. Instituto de Engenharia Aplicada: Belo Horizonte, 1992.

von SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. Belo Horizonte: 1996. ISBN 85-704-114-6.

8 - ANEXOS

Anexo 1 – Questionário

QUESTIONÁRIO n° _____

Localização da residência (coordenadas de GPS) _____

Responsável pelas informações: _____

Sexo: Masculino Feminino Idade: _____

Escolaridade (anos de estudo): _____

Tempo de residência no domicílio: _____ Propriedade da casa: _____

Origem da água: Mina cisterna Poço artesiano

Tipo de cisterna: Revestida (tijolo manilha
 cimento Outro (_____
 Não revestida Parcialmente revestida

Diâmetro da cisterna: _____ Profundidade total: _____

Altura do nível da água _____

Cisterna tampada? Sim (_____) Não

Tampa adequada? Sim Não

Há entrada de água de enxurrada na cisterna? Sim Não

Distância da captação à casa _____ m

Existe fossa próxima à captação? Sim (_____ metros) Não

Existe córrego próximo à captação? Sim (_____ metros) Não

A captação está no ponto mais alto do terreno? Sim Não

Forma de captação: manual bombeamento gravidade balde e corda

Meio de transporte da captação à casa: cano (gravidade bomba) balde

Reservatório domiciliar

cx alvenaria c/ tampa cx alvenaria s/ tampa cx amianto c/tampa
 cx amianto s/tampa tambor ferro outro _____

Capacidade do reservatório _____ m³

Freqüência de limpeza do reservatório _____

Qual a importância da água para a saúde? _____

Vc acha que a água que utilizam é: __ muito ruim __ ruim __ razoável __ boa __ muito boa

A qualidade da água é a mesma durante todo o ano? Sim Não

Se NÃO, qual época ela é pior? _____

A que vc atribui a piora da qualidade da água? _____

Vc acredita que possa haver micróbios capazes de causar doenças na água que vcs consomem? Sim Não Não sabe

Alguém da casa já teve diarreia ou outra doença por causa da água no último ano?

Conhece as recomendações para construção de cisternas?

Poderia citar algumas?

PERCEPÇÃO DA ÁGUA APÓS INSTALAÇÃO DO CLORADOR

Você percebeu gosto ou cheiro diferente na água depois da instalação do clorador?__

Se SIM, quanto tempo durou essa diferença?

Alguém teve dor abdominal ou desconforto gástrico associado ao cloro?

Vc se sente mais seguro consumindo água depois da instalação do clorador?

Anexo 2 – Tabela para determinação do NMP de coliformes

| Combinação de positivos | NMP/100 ml | Limites | |
|-------------------------|------------|----------|----------|
| | | Inferior | Superior |
| 0-0-0 | < 2 | - | - |
| 0-0-1 | 2 | 1.0 | 10 |
| 0-1-0 | 2 | 1.0 | 10 |
| 0-2-0 | 4 | 1.0 | 13 |
| 1-0-0 | 2 | 1.0 | 11 |
| 1-0-1 | 4 | 1.0 | 15 |
| 1-1-0 | 4 | 1.0 | 15 |
| 1-1-1 | 6 | 2.0 | 18 |
| 1-2-0 | 6 | 2.0 | 18 |
| 2-0-0 | 4 | 1.0 | 17 |
| 2-0-1 | 7 | 2.0 | 20 |
| 2-1-0 | 7 | 2.0 | 21 |
| 2-1-1 | 9 | 3.0 | 24 |
| 2-2-0 | 9 | 3.0 | 25 |
| 2-3-0 | 12 | 5.0 | 29 |
| 3-0-0 | 8 | 3.0 | 24 |
| 3-0-1 | 11 | 4.0 | 29 |
| 3-1-0 | 11 | 4.0 | 29 |
| 3-1-1 | 14 | 6.0 | 35 |
| 3-2-0 | 14 | 6.0 | 35 |
| 3-2-1 | 17 | 7.0 | 40 |
| 4-0-0 | 13 | 5.0 | 38 |
| 4-0-1 | 17 | 7.0 | 45 |
| 4-1-0 | 17 | 7.0 | 46 |
| 4-1-1 | 21 | 9.0 | 55 |
| 4-1-2 | 26 | 12 | 63 |
| 4-2-0 | 22 | 9.0 | 56 |
| 4-2-1 | 26 | 12 | 65 |
| 4-3-0 | 27 | 12 | 67 |
| 4-3-1 | 33 | 15 | 77 |
| 4-4-0 | 34 | 16 | 80 |
| 5-0-0 | 23 | 9 | 86 |
| 5-0-1 | 30 | 10 | 110 |
| 5-0-2 | 40 | 20 | 140 |
| 5-1-0 | 30 | 10 | 120 |
| 5-1-1 | 50 | 20 | 150 |
| 5-1-2 | 60 | 30 | 180 |
| 5-2-0 | 50 | 20 | 170 |
| 5-2-1 | 70 | 30 | 210 |
| 5-2-2 | 90 | 40 | 250 |
| 5-3-0 | 80 | 30 | 250 |
| 5-3-1 | 110 | 40 | 300 |
| 5-3-2 | 140 | 60 | 360 |
| 5-3-3 | 170 | 80 | 410 |
| 5-4-0 | 130 | 50 | 390 |
| 5-4-1 | 170 | 70 | 480 |
| 5-4-2 | 220 | 100 | 560 |
| 5-4-3 | 280 | 120 | 690 |
| 5-4-4 | 350 | 160 | 820 |
| 5-5-0 | 240 | 100 | 940 |
| 5-5-1 | 300 | 100 | 1300 |
| 5-5-2 | 500 | 200 | 2000 |
| 5-5-3 | 900 | 300 | 2900 |
| 5-5-4 | 1600 | 600 | 5300 |
| 5-5-5 | ≥1600 | - | - |

Fonte: Brasil (2004c)

Anexo 3 – Orientações para construção de poços rasos (cisternas) e captação de águas de nascente

Construção de poços rasos (cisternas)

De acordo com Viana (1991) e Gonzaga (1996), alguns aspectos devem ser levados em consideração antes de se iniciar a escavação de uma cisterna. Disso, depende fundamentalmente a qualidade da água a ser obtida.

- A cisterna sempre deve ficar em ponto (nível) mais alto que a fossa.
- A cisterna deve estar localizada em ponto que não seja atingido por enxurrada.
- A cisterna deve ficar distante pelo menos 15 metros da fossa e qualquer curso de água superficial, seja córrego, lagoa ou rio, para evitar a contaminação subterrânea da água.
- A cisterna não deve ser escavada a menos de 30 metros de plantações comerciais, que utilizam adubos ou agrotóxicos.
- A cisterna nunca deve estar em nível mais baixo que o de cursos superficiais de água.
- Não deve haver escoamento superficial de qualquer tipo de efluente doméstico nas proximidades (a menos de 5 metros) da captação, pelo risco de contaminação do solo e infiltração pelas paredes laterais da cisterna.
- A área em torno da cisterna deve ser cercada num raio de pelo menos 5 metros, para evitar que animais defiquem nessa área e contamine o solo.

Em relação à construção da cisterna, devem ser observados alguns critérios para evitar que a qualidade microbiológica da água seja afetada por fatores externos (Viana, 1991).

- A parede da cisterna deve ser revestida com tijolos ou manilhão para evitar desmoronamento da parede, ou infiltração de água pelas paredes.
- Ao redor do revestimento da parede, nos primeiros três metros de profundidade, deve-se fazer uma escavação de 10 cm de largura que deverá ser cheio de concreto ou argila, para prevenir a infiltração de água de superfície pela parede.
- Caso não queira preencher esse espaço com concreto ou argila, pode-se utilizar lona plástica sem emendas, revestindo a face externa das manilhas.
- No fundo da cisterna, deve-se colocar uma camada de aproximadamente 10 cm de brita.
- Deve-se construir um anel de concreto, de aproximadamente um metro de diâmetro ao redor da cisterna para evitar infiltrações de água de superfície. Caso não queira fazer o anel de concreto, fazer um montículo impermeabilizado com argamassa ao redor da cisterna.
- Deve-se fazer uma caixa de alvenaria, acima do nível do solo, ao redor da cisterna, onde será colocada a tampa.
- Deve-se tampar a cisterna com tampa de concreto (oferece melhores resultados que a de madeira), que vede hermeticamente a entrada, para evitar a penetração de poeira, insetos ou pequenos animais que podem contaminar a água.
- A água deverá ser retirada por bomba manual ou elétrica, e nunca por corda e balde, o que causará contaminação da água.

Desinfecção da água de cisterna

O sistema de desinfecção ora estudado, mostrou-se altamente eficiente na desinfecção da água de cisternas, mas existem alguns cuidados que devem ser observados para que se tenha segurança no seu uso.

- A instalação de um clorador deve ser precedida de uma inspeção sanitária na cisterna, e um trabalho de educação sanitária junto aos usuários do sistema.
- Caso haja um potencial fator de contaminação da água da cisterna, esse, se possível, deverá ser removido antes da instalação do clorador.
- É fundamental que se faça monitoramento do teor de cloro livre na água nos primeiros trinta dias de instalação do clorador, pois simples detecção de cloro na água, já é suficiente para que haja desinfecção da mesma, não havendo necessidade de análise microbiológica.
- O clorador deverá ser vistoriado semanalmente para que haja garantia de seu posicionamento, o que interfere diretamente na sua eficiência.
- Deve-se ter cuidado na perfuração dos dois orifícios de 6 mm de diâmetro, para que essa medida não seja ultrapassada, fato que interfere na eficiência do clorador, por aumentar a liberação de cloro e diminuir a vida útil do mesmo.
- As garrafas plásticas tipo “pet” de 1,5 litros devem ser preferidas às garrafas de 1 litro, pois os furos na garra de 1,5 litros ficam sempre acima da linha da mistura, o que é recomendado.
- A linha de fixação da garrafa na cisterna deve ser de nylon 0,50 mm ou mais espessa, para evitar rompimento, que poderia comprometer a eficiência da desinfecção da água, se a garrafa for ao fundo da cisterna.

Captação de água de nascente

As famílias que optarem por utilizar água de nascente ou “mina” devem tomar algumas providências para diminuir o risco de contaminação da água na captação.

A área da captação deve ser cercada num raio de 10 metros, para evitar a presença de animais que podem beber da água, além do risco deles defecarem e contaminarem a água com coliformes fecais.

A água deve ser captada antes do afloramento, introduzindo-se um cano no “olho d’água” para captação.

Deve-se construir uma caixa de alvenaria, com tampa de concreto bem ajustada, no ponto de captação, para evitar contaminação por poeira, material orgânico, insetos ou animais.

Com esses cuidados, é possível a colocação de uma bóia na entrada do reservatório doméstico, para controlar o fluxo e volume na caixa d’água, o que permitiria o uso de clorador dimensionado para o volume da caixa.

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](#)