

I-100 – A PRESENÇA DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA EM CISTERNAS TEM FAVORECIDO O CONSUMO DE UMA ÁGUA COM MELHOR QUALIDADE BACTERIOLÓGICA PELAS FAMÍLIAS DE ZONAS RURAIS?

Jacqueline Evangelista Fonseca⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Carolina Ventura da Silva

Nutricionista (UFV). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG). Doutoranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG).

João Luiz Pena

Engenheiro civil (FUMEC). Cientista Social (UFMG). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG).

Léo Heller

Engenheiro civil (UFMG). Mestre em Engenharia Sanitária (UFMG). Doutor em Epidemiologia (UFMG). Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Desembargador Alfredo de Albuquerque, 20/202- Santo Antônio- Belo Horizonte - MG - CEP: 30330-250 - Brasil - Tel: (31) 3297-7381 - e-mail: jacefonseca@hotmail.com

RESUMO

A construção de cisternas para captação de água de chuva, intensificada no semiárido brasileiro, especialmente após a implementação do P1MC, trouxe inúmeros benefícios para as famílias dessa região. Apesar disso, ainda são necessários estudos que avaliem como essas cisternas estão sendo utilizadas e se sua presença tem possibilitado o consumo de água com melhor qualidade. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi o de comparar a qualidade bacteriológica da água consumida por famílias rurais que possuem em suas casas sistemas de captação de água de chuva em cisternas com a qualidade da água consumida pela população que não foi beneficiada com a construção desses sistemas, em dois municípios de Minas Gerais: Berilo e Chapada do Norte. Além disso, procurou-se averiguar alguns comportamentos dessas famílias relacionados com a qualidade da água. No total, foram selecionados 100 domicílios, sendo 50 portadores das cisternas para captação de água de chuva (grupo 1) e 50 dependentes de outras fontes alternativas de abastecimento (grupo 2). Para a investigação das práticas relacionadas ao tipo de abastecimento de água foram aplicados questionários com perguntas referentes à existência e aos tipos de tratamento empregados e também aos cuidados praticados durante o manejo da água. O monitoramento da qualidade microbiológica da água ocorreu em três etapas distintas ao longo dos anos de 2009 e 2010 e os indicadores analisados foram a concentração de coliformes totais e de *Escherichia coli*. Das 256 amostras totais analisadas (sendo 126 provenientes de casas do grupo 1 e 130 do grupo 2) a presença de *E. coli* foi detectada em 70,3% e 62,5% das amostras obtidas dos grupos 1 e 2, respectivamente. Em relação aos coliformes totais esses percentuais aumentam para 92,1% no grupo 1 e 95,4% no grupo 2. Todavia, para ambos os indicadores, o emprego dos testes estatísticos indicou não haver diferença significativa ao comparar os dois grupos. Esses resultados são compatíveis com as informações obtidas nos questionários, nos quais foi confirmado que 40% dos domicílios beneficiados com as cisternas utilizam-na como reservatório para outras fontes além da água de chuva e, em ambos os grupos, foram constatadas práticas que aumentam os riscos de contaminação da água a ser ingerida. Essas evidências reforçam a necessidade de periódica educação sanitária para as famílias rurais, até que comportamentos adequados para a manutenção da qualidade da água passem a fazer parte da rotina dessa população.

PALAVRAS-CHAVE: Cisternas, Captação de água de chuva, Fontes desprotegidas, Qualidade bacteriológica, Comportamentos de risco.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com a maior disponibilidade de água doce do mundo. Todavia, dada a sua dimensão geográfica e as suas condições climáticas diferenciadas, algumas regiões sofrem problemas de escassez hídrica, fazendo com que milhares de brasileiros enfrentem, diariamente, dificuldades para ter acesso à água.

Nesse contexto, região crítica é o semiárido brasileiro, caracterizado por uma sazonalidade marcante entre períodos secos e chuvosos. A pluviosidade média anual de 750 mm é superior ao que chove em Berlim ou Paris por ano (FEBRABAN, s.d.). Esse valor seria suficiente para atender às necessidades da região, todavia, as chuvas são irregulares e concentradas em poucos meses do ano, além das altas temperaturas e da elevada taxa de evapotranspiração que contribuem para que os mananciais superficiais disponíveis fiquem expostos a perdas consideráveis do volume hídrico (BRASIL, 2005).

Por tudo isso, a população residente no semiárido brasileiro sofre sérias restrições no acesso à água, destacando-se a situação da zona rural, que ainda recebe menor cobertura de água canalizada quando comparada com a zona urbana. Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, referentes ao ano de 2009, indicaram que no Brasil, 93% dos domicílios das áreas urbanas possuem abastecimento de água proveniente de uma rede geral de distribuição e somente 7% dependem de outras formas de abastecimento como, por exemplo, poços, nascentes, reservatórios abastecidos por carro-pipa e coleta de água de chuva. Já nas áreas rurais esses dados se invertem, sendo que somente 33% dos domicílios são abastecidos por uma rede geral de distribuição de água, enquanto 67% dependem de fontes alternativas (IBGE, 2009).

Dentre essas fontes alternativas, algumas soluções individuais para abastecimento de água frequentemente adotadas por famílias de zonas rurais do semiárido brasileiro são: captação direta em rios, lagos, represas e nascentes, perfuração de poços rasos e profundos e construção de barragens subterrâneas, alternativas estas que nem sempre garantem a utilização de uma água com qualidade adequada. No caso da captação direta, a ausência de barreiras sanitárias para a proteção dos mananciais superficiais eleva o risco de contaminação da água por substâncias nocivas à saúde humana. As famílias que dependem da água subterrânea também estão sujeitas a algumas limitações, pois a maior parte do semiárido brasileiro é constituída por rochas cristalinas, caracterizadas por elevada impermeabilidade e forte presença de sais que podem tornar a água salobra, acima dos limites de potabilidade. Em muitos casos, também, os poços perfurados são secos, ou então, apresentam baixas vazões (CIRILO *et al.*, 2003). Além de tudo isso, é recorrente o fato de algumas famílias serem obrigadas a percorrer longos trajetos para buscar água, o que lhes consome um tempo grande que poderia ser empregado em outras atividades produtivas. Segundo pesquisa desenvolvida pela ONG Diaconia (DIACONIA, 1999 *apud* FEBRABAN e AP1MC, 2003), famílias do semiárido pernambucano despendem mais de 1 hora/dia na obtenção de água, o que representa, aproximadamente, o consumo de 30 horas/mês ou quatro dias de trabalho/mês.

Nova alternativa que vem sendo amplamente difundida nos últimos anos é a captação de água de chuva por meio de cisternas. Tal fato se deve, principalmente, à atuação do Programa de Formação e Mobilização para Convivência com o Semi-Árido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC, idealizado em 1999 pela Articulação do Semi-Árido Brasileiro (ASA). A meta principal do programa é a construção de um milhão de cisternas de placa para armazenamento de água de chuva, a fim de beneficiar aproximadamente cinco milhões de pessoas residentes na área rural do semiárido, sem fonte de água potável nas proximidades de suas casas, ou com precariedade nas fontes existentes.

Cada família selecionada recebe uma cisterna de placa, com capacidade para armazenar 16.000 litros de água o que, segundo a ASA, é suficiente para uma família de cinco pessoas beber, cozinhar e escovar os dentes por aproximadamente oito meses, período médio de estiagem no semiárido brasileiro. A água de chuva é recolhida e armazenada através de calhas no telhado da residência que ficam conectadas à cisterna. Considerando que os telhados das casas tenham uma área mínima de 40m², é necessário uma pluviosidade de 500 mm para saturar a capacidade de armazenamento da cisterna. Para favorecer a qualidade dessa água e previamente à construção das cisternas, as famílias beneficiadas participam de cursos de capacitação que, além de esclarecer sobre os cuidados necessários com a manutenção das cisternas, discutem temas relacionados à situação hídrica do semiárido, como conviver com essa realidade e outras especificidades locais.

É indubitável que a construção das cisternas pelo P1MC permitiu novas oportunidades e maior comodidade para as famílias que antes sofriam com a escassez hídrica. Todavia, ainda são necessários estudos que avaliem

como esses sistemas estão sendo utilizados pela população beneficiada e para quais fontes de água as cisternas estão atuando como reservatório. Será somente para água de chuva? Além disso, é preciso investigar sobre a ocorrência ou não de tratamento da água armazenada e se a construção das cisternas realmente está favorecendo o consumo de uma água com qualidade superior àquela consumida pelas famílias que não foram beneficiadas.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi comparar a qualidade microbiológica da água consumida por famílias rurais que possuem em suas casas sistemas de captação de água de chuva em cisternas com a qualidade da água consumida pela população que não foi beneficiada com a construção desses sistemas, em dois municípios do Médio Vale do Jequitinhonha. Além disso, procurou-se averiguar os comportamentos das famílias relacionados com a qualidade da água, como a existência e os tipos de tratamento empregados e também os cuidados praticados durante o manejo da água.

É importante destacar que este trabalho constitui uma das etapas propostas para um projeto mais amplo, cujo objetivo é fazer uma avaliação epidemiológica do PIMC. Esse projeto vem sendo desenvolvido por alunos do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG, mas ainda não foi finalizado.

MÉTODOS

Os municípios escolhidos para a execução da pesquisa foram Berilo e Chapada do Norte, ambos localizados na região do Médio Vale do Jequitinhonha, no Norte de Minas Gerais. O estudo foi desenvolvido por período aproximado de um ano, ao longo de 2009 e 2010, sendo que em Berilo e Chapada do Norte a coleta de dados iniciou-se, respectivamente, em setembro e em outubro de 2009.

Dentre os 590 domicílios que já haviam sido escolhidos para participar da avaliação epidemiológica do PIMC, foram selecionados 100 para a análise da qualidade microbiológica da água. Desses, 50 domicílios possuíam sistemas de captação de água de chuva em cisternas (grupo 1) e 50 dependiam de outras fontes alternativas de abastecimento (grupo 2). Dada a grande extensão da zona rural dos municípios escolhidos e a má qualidade das estradas de acesso, essa seleção foi realizada levando-se em consideração a maior facilidade para chegar até as casas, mas atentando-se para não perder a homogeneidade nos critérios de seleção entre os grupos estudados.

No primeiro contato com as famílias participantes e para cada um dos domicílios, foi aplicado um questionário (denominado questionário completo) que além das questões necessárias para a avaliação epidemiológica do PIMC continha uma seção com perguntas relativas ao tipo de abastecimento de água adotado pelas famílias. Foram elaborados dois questionários distintos que se diferenciavam somente nessa seção.

O questionário aplicado para o grupo 1 (questionário 1) continha 31 perguntas na seção de abastecimento de água que averiguavam, dentre outras questões, a origem da água armazenada nas cisternas, sua finalidade, o manuseio e os cuidados com as mesmas, a ocorrência ou não do tratamento da água aí armazenada, a entidade responsável pela construção da cisterna, o tempo de duração da água de chuva na cisterna e a participação dos moradores em cursos de capacitação previamente ao recebimento das caixas coletoras. O outro questionário, aplicado para o grupo 2 (questionário 2), era um pouco menor, sendo que, na mesma seção, possuía somente 19 perguntas. Essas investigavam, principalmente, sobre a fonte de água utilizada pela família, para quais usos ela era destinada, quais os cuidados em relação aos recipientes coletores e ao local de armazenamento da água e também se o seu tratamento era realizado.

Para o monitoramento da qualidade microbiológica da água, as amostras foram coletadas e analisadas em três etapas distintas: no início, no meio e no fim do período de execução da pesquisa. No total, procurou-se analisar 150 amostras de água provenientes de casas com sistemas de captação de água de chuva em cisternas e outras 150 procedentes de fontes de abastecimento sem proteção sanitária, como, por exemplo, de rio, barragem, mina, cacimba e caminhão-pipa. A distribuição das amostras por município, etapa e tipo de abastecimento de água analisado está representada na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição das amostras de água coletadas, por etapa, período e município e correspondência entre o período de aplicação dos questionários e as respectivas etapas de monitoramento da qualidade da água.

Tipo de abastecimento	<u>1ª etapa (set. e dez./2009)</u> (Questionário completo)		<u>2ª etapa (abr. e mai./2010)</u> (1ª ficha de acompanhamento)		<u>3ª Etapa (out./2010)</u> (2ª ficha de acompanhamento)		Total
	Berilo	Chapada do Norte	Berilo	Chapada do Norte	Berilo	Chapada do Norte	
Com cisterna	20	30	20	30	20	30	150
Sem cisterna	20	30	20	30	20	30	150
Total	40	60	40	60	40	60	300

Vale ressaltar que, nas três etapas, os domicílios monitorados foram sempre os mesmos em ambos os municípios. Além disso, como a coleta de dados foi realizada em um período relativamente extenso, para acompanhar os indicadores de interesse para a avaliação epidemiológica do PIMC, aplicou-se, em cada domicílio, um breve questionário (denominado ficha de acompanhamento) que incluía, também, perguntas relativas à fonte principal de água utilizada pela família. Assim, foi possível averiguar se a mesma não havia mudado em relação ao período inicial da pesquisa e, em caso afirmativo, qual era a nova fonte de água. Essas fichas foram respondidas em duas etapas subsequentes à data de aplicação do questionário completo, sendo que a primeira e a segunda aplicação das fichas de acompanhamento ocorreu em datas próximas à realização das segunda e terceira etapas de monitoramento da qualidade da água, respectivamente (Tabela 1).

Neste estudo optou-se por analisar a água que estava sendo utilizada pelos moradores para beber e que, portanto, estaria diretamente relacionada com o estado de saúde dos seus usuários. Dessa forma, para a coleta das amostras, o morador presente na casa no momento da visita era questionado sobre o local de armazenamento final da água. Ou seja, independentemente se a casa possuía ou não cisternas para a captação de água de chuva, a amostra analisada, geralmente, foi retirada de filtros de barro, baldes, galões ou bombonas que eram os locais finais de armazenamento da água que seria consumida. As coletas foram realizadas pelo entrevistador da pesquisa ou pelo próprio morador quando ele, assim, solicitava. Nesse último caso o morador era instruído sobre a maneira correta de realizar a coleta, a fim de evitar contaminações da amostra.

Os indicadores de contaminação fecal analisados foram os coliformes totais e a *Escherichia coli*, como é recomendado pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde para água destinada ao consumo humano. A quantificação dessas bactérias foi realizada pela Técnica do Substrato Definido, citado nos *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998). Todas as análises foram realizadas nos laboratórios da COPANOR de Chapada do Norte ou de Berilo, no mesmo dia em que as amostras foram coletadas.

Para a análise dos dados, somente alguns resultados das perguntas referentes aos questionários completos foram apresentados. Sobre o questionário 1, maior enfoque foi dado para as perguntas que investigaram a origem da água armazenada nas cisternas e o manuseio e os cuidados com as mesmas. Para o questionário 2, foram priorizadas as questões referentes à fonte principal de água utilizada pela família e para quais usos ela era destinada. A existência de tratamento da água e a forma como esse tratamento era realizado também foi comparada nos dois grupos estudados.

A análise dos dados de monitoramento da qualidade da água foi realizada por meio da estatística descritiva, através de gráficos do tipo “Box-Plot”. Para verificar se houve diferença significativa nos resultados encontrados para a ausência e presença de coliformes totais ou *E. coli*, ao comparar os dois tipos de abastecimento de água, empregou-se o teste de Qui-quadrado (X^2). Tais análises foram realizadas no programa Excel (versão 2003). Para a comparação da qualidade microbiológica das diferentes fontes de água, em relação à concentração dos indicadores averiguados, foi utilizado o teste *U* não-paramétrico de Mann-Whitney, utilizando o software *Statistica 6*. Ressalta-se que, para a execução das análises, os limites de detecção inferior (< 1,0 NMP/100 mL) e superior (> 2.419,6 NMP/100 mL) da técnica empregada foram substituídos por 0 NMP/100 mL e 2.419,6 NMP/100 mL, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PRÁTICAS SANITÁRIAS

A análise das respostas obtidas com a aplicação do questionário completo para o grupo 1 revelou que, dos 50 entrevistados, 60% afirmaram armazenar nas cisternas somente água de chuva, 2% não souberam responder e os 38% restantes confirmaram que além da água de chuva, armazenam, também, água proveniente de poço artesiano, rio, nascente ou caminhão-pipa (Figura 1). Desses últimos, quando questionados acerca da frequência com que misturam água de outras fontes na cisterna, 53% afirmaram que sempre, 42% responderam que somente quando a água de chuva da caixa coletora está acabando e 5% não souberam responder.

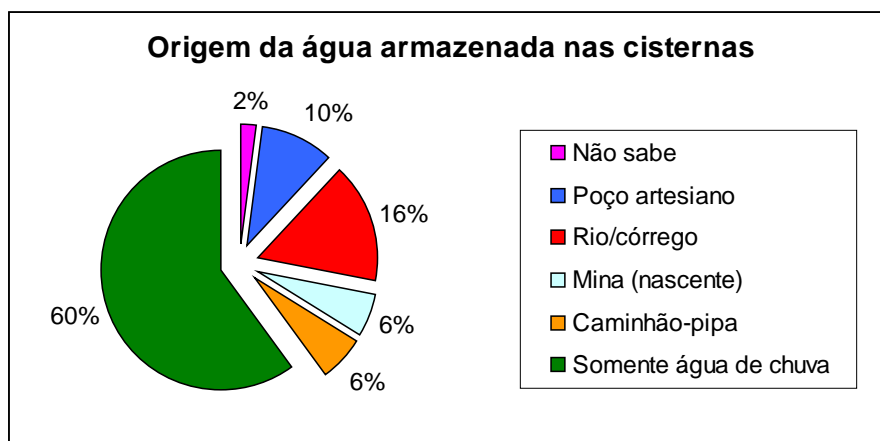


Figura 1: Porcentagem das respostas obtidas no questionário 1 para questão sobre a origem da água armazenada nos sistemas de captação de água de chuva em cisternas.

Os resultados obtidos para a pergunta que investigava os usos para os quais a água desses sistemas era destinada estão apresentados na Figura 2. Para responder a essa questão, os entrevistados podiam marcar mais de uma opção dentre as alternativas apresentadas e por isso a Figura 2 mostra o número de respostas positivas obtidas para cada um dos usos apresentados. Ressalta-se também que, dentre os entrevistados que declararam colocar somente água de chuva dentro das cisternas, apenas 11 afirmaram utilizá-la como é proposto pela ASA para que a água de chuva seja suficiente para abastecer uma família composta por cinco integrantes, por aproximadamente oito meses: quatro moradores responderam utilizá-la para beber, cozinhar e escovar os dentes e sete garantiram utilizá-la somente para beber e cozinhar.

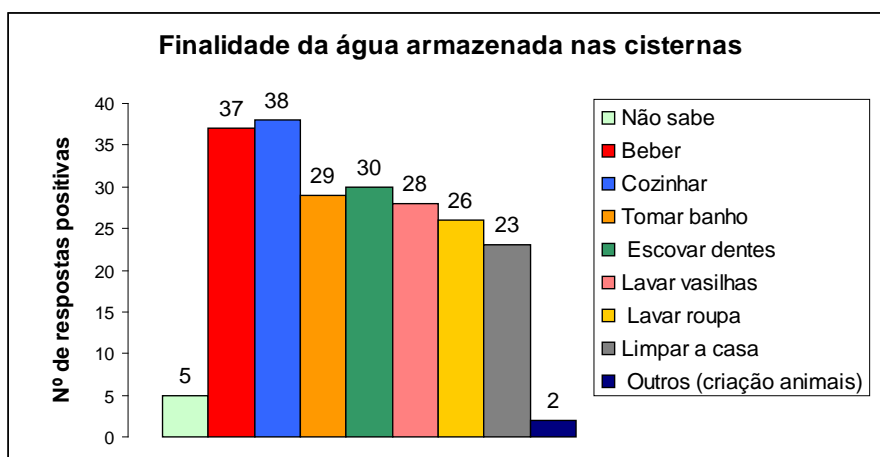


Figura 2: Respostas obtidas no questionário 1 para questão acerca da finalidade da água armazenada nos sistemas de captação de água de chuva em cisternas.

Nas perguntas referentes às medidas adotadas para garantir a qualidade da água armazenada nas cisternas, a maioria dos usuários confirmou empregar as quatro barreiras sanitárias investigadas, apresentadas na Tabela 2. Essas medidas, que também são sugeridas na cartilha confeccionada pelo Ministério do Desenvolvimento Social

e Combate à Fome (MDS) para a ação de construção de cisternas (BRASIL, 2010) impedem a entrada de folhas, insetos e outros pequenos animais que podem representar uma fonte de contaminação da água.

Tabela 2: Respostas dos integrantes do grupo 1 acerca do emprego de barreiras sanitárias para proteção da água armazenada nas cisternas.

BARREIRAS SANITÁRIAS	Sim		Não		Não sabe		Total
	n	%	n	%	n	%	n
Limpeza das calhas do telhado antes da 1ª chuva?	40	80	4	8	6	12	50
Faz desvio da 1ª água de chuva?	44	88	1	2	5	10	50
Tela de proteção nas tubulações de entrada e saída das cisternas?	36	72	12	24	2	4	50
Tampa da caixa bem conservada (fechando totalmente a entrada)?	43	86	7	14	0	0	50

Outras recomendações sugeridas na cartilha do MDS para garantir o manejo adequado da água armazenada nas cisternas são: utilizar a bomba para a retirada da água, separar uma vasilha limpa para transportá-la da cisterna até dentro da casa e filtrá-la e tratá-la com cloro antes do consumo. Todavia, os resultados obtidos com esse estudo revelaram que, na prática, essas recomendações nem sempre estão sendo empregadas pelos beneficiados com os sistemas de captação de água de chuva em cisternas. Como é apresentado na Figura 3, somente 12% dos usuários desses sistemas utilizam bombas (manual ou sapo) para a retirada da água das cisternas, enquanto 68% afirmaram utilizar baldes ou outros recipientes para tal fim. 12% relataram alternativas diferentes como a presença de torneiras instaladas nas cisternas e em um dos casos o entrevistado afirmou utilizar a mangueira de molhar as plantas.

Dentre os que responderam fazer uso das bombas, 20% afirmaram que as mesmas já apresentaram algum defeito, inviabilizando o manejo adequado. Além disso, dentre os usuários de baldes e outros recipientes 65% responderam que os mesmos são guardados juntamente com as vasilhas da cozinha, 6% os deixam em cima das cisternas e os 29% restantes relataram guardar em lugares diversos, como em algum cômodo da casa ou fora da mesma e também dentro das próprias cisternas. Observa-se, portanto, que muitos dos usuários entrevistados mantêm comportamentos que aumentam os riscos de contaminação da água através da introdução de recipientes dentro das cisternas, que podem conter impurezas por nem sempre ficarem guardados em locais adequados. E mesmo os que utilizam bombas, podem aumentar as chances de contaminação da água, quando as mesmas estragam e assim precisam recorrer para o uso de baldes.

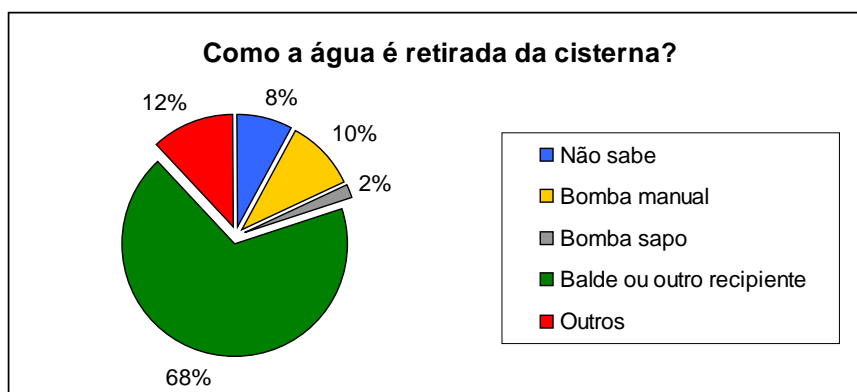


Figura 3: Percentual de respostas obtidas no questionário 1 para pergunta relativa à forma como a água é retirada das cisternas.

O descumprimento das recomendações sugeridas na cartilha do MDS fica mais uma vez comprovado no caso desse estudo, pois apesar de 70% dos entrevistados assegurarem realizar o tratamento da água antes de consumi-la, 22% afirmaram não empregar nenhum tipo de tratamento e 8% não souberam responder à pergunta. Quando indagados sobre a forma de tratamento da água utilizada para beber (Figura 4) somente 6% responderam agir conforme as recomendações do MDS, que defendem o emprego de duas etapas para o tratamento da água: primeiro a filtração da água retirada das cisternas, utilizando filtros comuns encontrados no comércio ou outros tipos caseiros e, em seguida, a aplicação do cloro a estas porções menores de água antes do

consumo (BRASIL, 2010). A maior parte dos entrevistados (34%) respondeu fazer, primeiro, a cloração e posteriormente a filtração, indicando, nesses casos, que a aplicação do hipoclorito de sódio (ou água sanitária) ocorria, provavelmente, nas próprias cisternas. Uma parcela bem grande dos usuários (31%) também afirmou empregar somente a filtração para tratar a água, o que é preocupante já que esse mecanismo não é capaz de remover organismos como as bactérias do grupo coliformes, cujas dimensões são bem inferiores à porosidade dos filtros.

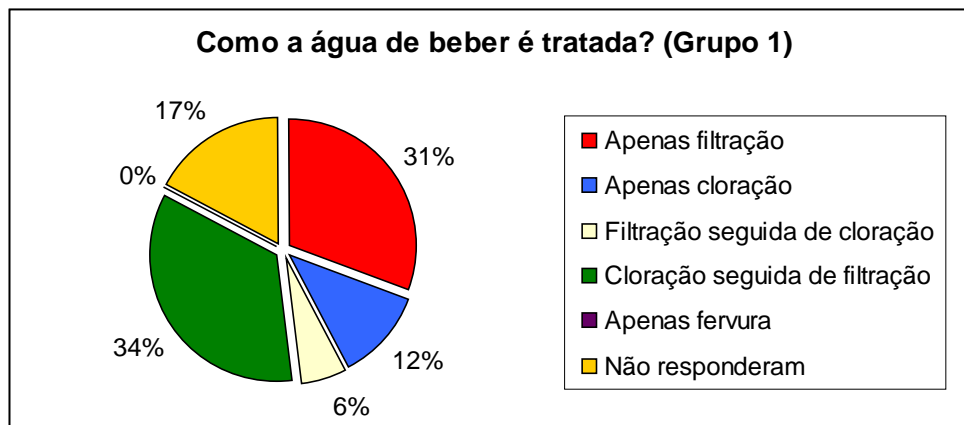


Figura 4: Percentual de respostas obtidas no questionário 1 para pergunta relativa à forma de tratamento da água que é ingerida.

Vale ressaltar para o grupo 1 que, dentre as 50 cisternas para captação de água de chuva, 66% foram construídas pelo P1MC, 12% pelo Fundo Cristão para as Crianças, 4% pela prefeitura local ou estado, 4% pelo Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas Gerais (IDENE), 6% eram particulares e as demais foram construídas com recursos de outros convênios. Somente um dos entrevistados não soube especificar a entidade responsável pela construção da cisterna.

Em relação às respostas obtidas com a aplicação do questionário 2, ficou constatado, para o grupo que não tinha acesso aos sistemas de captação de água de chuva em cisternas (50 entrevistados), que a água utilizada nas residências era obtida principalmente de rios (64%), nascentes (32%), barragens (2%) e cacimbas (2%). Todas essas fontes estão fortemente vulneráveis à contaminação, devido aos fenômenos de poluição pontual como também de poluição difusa e por isso podem ser consideradas como fontes de abastecimento de água sem proteção sanitária.

A finalidade da água proveniente dessas fontes está apresentada na Figura 5 e os resultados não diferem muito dos obtidos com a aplicação do questionário 1. Todavia, no grupo 2, 100% dos entrevistados afirmaram utilizar a água para beber e a maioria marcou todos os outros usos apresentados como opção de resposta, com exceção da limpeza da casa.

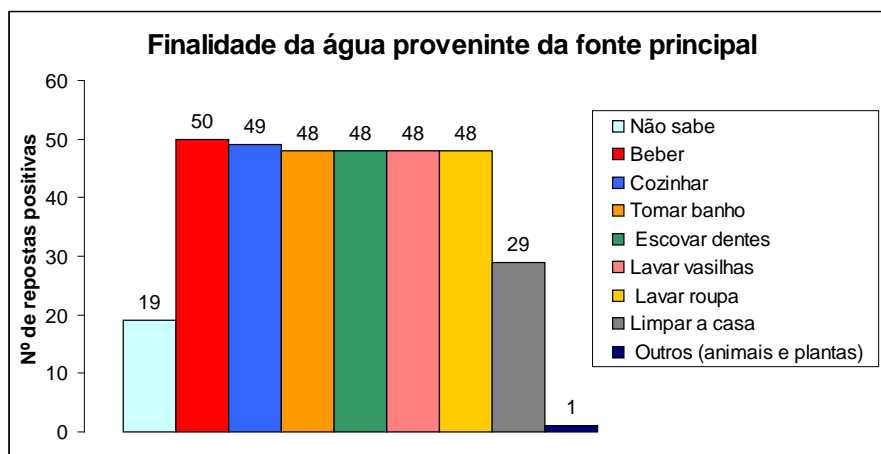


Figura 5: Respostas obtidas no questionário 2 para questão acerca da finalidade da água que é utilizada como fonte principal.

Sobre o tratamento da água investigado dentre os participantes do grupo 2, 74% dos entrevistados asseguraram que realizam o tratamento da água antes de consumi-la, 22% não empregam nenhum tipo de tratamento e 4% não souberam responder à pergunta. Apesar disso, nas respostas obtidas para a questão que investigava o tipo de tratamento empregado para a água de beber (Figura 6), uma porcentagem maior de entrevistados (52%) afirmou aplicar somente a filtração e uma porcentagem menor (2%) confirmou o emprego de filtração seguida de cloração. Isso é um indício de que, os cursos de capacitação oferecidos à população beneficiada, previamente ao recebimento das cisternas, foram capazes de sensibilizar pelo menos parte dos beneficiados, já que o percentual dos usuários pertencentes ao grupo 1 que seguem as recomendações do MDS (6%), apesar de também ser um valor baixo, ainda é maior que o observado dentre os entrevistados do grupo 2. Além disso, somente 20% de todos os integrantes do grupo 2 afirmaram aplicar a cloração unicamente ou em pelo menos uma etapa do tratamento da água, enquanto que, no grupo 1, esse percentual eleva-se para 52%.

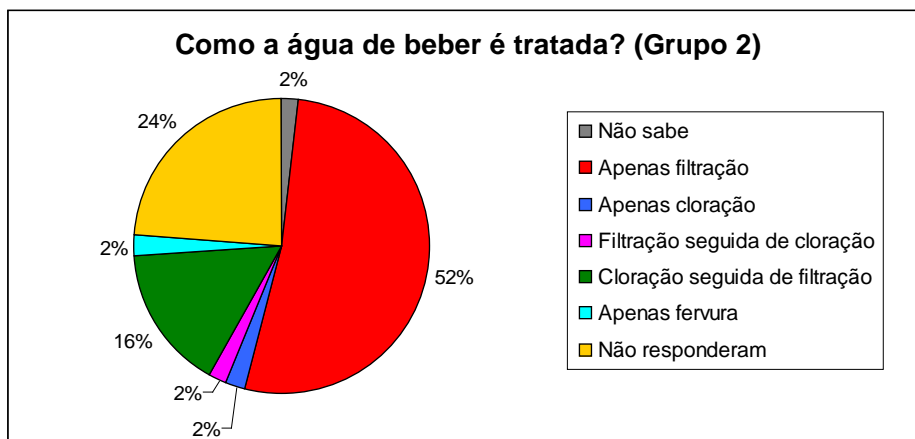


Figura 6: Percentual de respostas obtidas no questionário 2 para pergunta relativa à forma de tratamento da água que é ingerida.

Em relação ao local de armazenamento da água a maioria dos entrevistados manifestou um comportamento positivo que favorece a manutenção da sua qualidade. 66% afirmaram estocar a água em caixas d'água tampadas, enquanto somente 8% alegaram guardá-la em caixas sem tampa. Dos demais, 2% armazenam em vasilhas de cozinha e 24% em baldes ou bacias. Os participantes do grupo 2 também foram questionados sobre o local de armazenamento do balde (ou outro recipiente) utilizado para retirar a água da caixa. Das respostas obtidas, ficou constatado que em 46% dos casos a água chega diretamente na torneira e que em 34% o recipiente é guardado juntamente com as vasilhas de cozinha, ou seja, um lugar que geralmente é mantido limpo. Tais medidas evitam as contaminações durante o manuseio da água. Dos 20% restantes, dois não especificaram o local, sete responderam na cozinha (mas sem detalhar onde) e apenas um respondeu no chão.

MONITORAMENTO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

Durante a coleta das amostras para monitoramento da qualidade da água ocorreram perdas em todas as etapas, distribuídas conforme mostrado na Tabela 3, justificadas ou por falhas durante a análise das amostras ou por ausência de moradores nas residências no dia da coleta. Desta forma, no total, foram analisadas 256 amostras de água.

Tabela 3: Distribuição do número de amostras perdidas por município e por etapa.

Tipo de abastecimento	1ª etapa		2ª etapa		3ª Etapa		Total
	Berilo	Chapada do Norte	Berilo	Chapada do Norte	Berilo	Chapada do Norte	
Com cisterna	0	15	1	0	3	3	22
Sem cisterna	0	10	1	5	0	6	22
Total	0	25	2	5	3	9	44

Os resultados sobre a manutenção da fonte inicial de abastecimento de água averiguadas nas etapas 2 e 3, por meio das fichas de acompanhamento, estão apresentados nas tabelas 4 e 5. Observa-se que, para ambas as fichas, a quantidade de moradores que não as devolveu (ou devolveu sem preenchê-las) foi relativamente alta, acarretando em uma perda total de 24% no caso da primeira ficha de acompanhamento e 33% no caso da segunda. Nesses casos, considerou-se que a fonte de água permaneceu a mesma em todas as etapas de realização das coletas.

Tabela 4: Acompanhamento da fonte principal de água utilizada nos domicílios, durante a 2ª etapa da coleta das amostras.

1ª Ficha de Acompanhamento	Com Cisterna		Sem Cisterna		Total
	n (nº de casas)	%	n (nº de casas)	%	n (nº de casas)
Perda	13	26	11	22	24
Mudou a fonte principal de água	1*	2	4	8	5
Permaneceu com a mesma fonte	36	72	35	70	71
Total	50	100	50	100	100

* Na segunda etapa do monitoramento da qualidade da água considerou-se que esse domicílio fazia parte do grupo 2 (sem cisternas para captação de água de chuva).

Tabela 5: Acompanhamento da fonte principal de água utilizada nos domicílios, durante a 3ª etapa da coleta das amostras.

2ª Ficha de Acompanhamento	Com Cisterna		Sem Cisterna		Total
	n (nº de casas)	%	n (nº de casas)	%	n (nº de casas)
Perda	18	36	15	30	33
Mudou a fonte principal de água	2*	4	6**	12	8
Permaneceu com a mesma fonte	30	60	29	58	59
Total	50	100	50	100	100

* Na terceira etapa do monitoramento da qualidade da água considerou-se que esses domicílios faziam parte do grupo 2 (sem cisternas para captação de água de chuva).

** Na terceira etapa do monitoramento considerou-se que um desses seis domicílios fazia parte do grupo 1 (com cisternas para captação de água de chuva)

Dentre os moradores habitantes de casas que possuíam sistemas para captação de água de chuva em cisternas, na primeira ficha, somente um afirmou que passou a utilizar água de rio como fonte principal de abastecimento, enquanto que, na segunda ficha, dois moradores alegaram mudança: um domicílio passou a utilizar, também, água de rio e o outro água proveniente de mina. Para evitar distorções nas conclusões obtidas, durante a realização das análises dos dados obtidos, esses domicílios foram realocados para o grupo de casas sem cisternas, nas respectivas etapas em que ocorreram as mudanças.

Para as casas que não possuíam sistemas de captação de água de chuva em cisternas, ocorreu alteração da fonte principal de abastecimento de água em quatro e seis domicílios, como constatado nos dados da primeira e segunda fichas de acompanhamento, respectivamente. Dentre os moradores dessas dez casas, oito responderam que passaram a utilizar água de rio, mina, barragem ou poço artesiano. Um desses moradores não especificou a nova fonte principal e outro afirmou ter recebido a cisterna para captação de água de chuva. No primeiro caso, como as fontes originais (referentes à primeira etapa da coleta das amostras) foram substituídas por outras, também consideradas como fontes sem proteção sanitária, para a análise dos dados, esses domicílios permaneceram no mesmo grupo em que foram inicialmente alocados (sem cisternas). O mesmo ocorreu para o domicílio onde não foi especificada a nova fonte. Somente aquele que recebeu a cisterna para captação de água de chuva foi realocado para o grupo 1 na análise dos dados da terceira etapa.

Dessa forma, considerando as perdas e as colocações acima, das 256 amostras totais analisadas, 126 foram classificadas como provenientes de casas com cisternas para captação de água de chuva e as 130 restantes classificadas como integrantes do grupo 2.

As Figuras 7 e 8 apresentam, respectivamente, a estatística descritiva para as concentrações de coliformes totais e *E. coli*, comparando os resultados obtidos para as amostras de água provenientes de casas com sistemas de captação de água de chuva em cisternas com as oriundas de casas abastecidas por meio de fontes sem proteção

sanitária, coletadas durante as 3 etapas. Para ambos os indicadores observa-se que as concentrações foram mais elevadas para as casas que utilizam a cisterna. Sobre os coliformes totais (Figura 7), os valores máximos e mínimos e os percentis 25% e 75% foram semelhantes para todas as casas, independentemente do tipo de abastecimento utilizado. Todavia a mediana obtida para casas com cisternas (1413,60 NMP/100mL) foi bem acima que a obtida para casas sem cisternas (520,25 NMP/100mL).

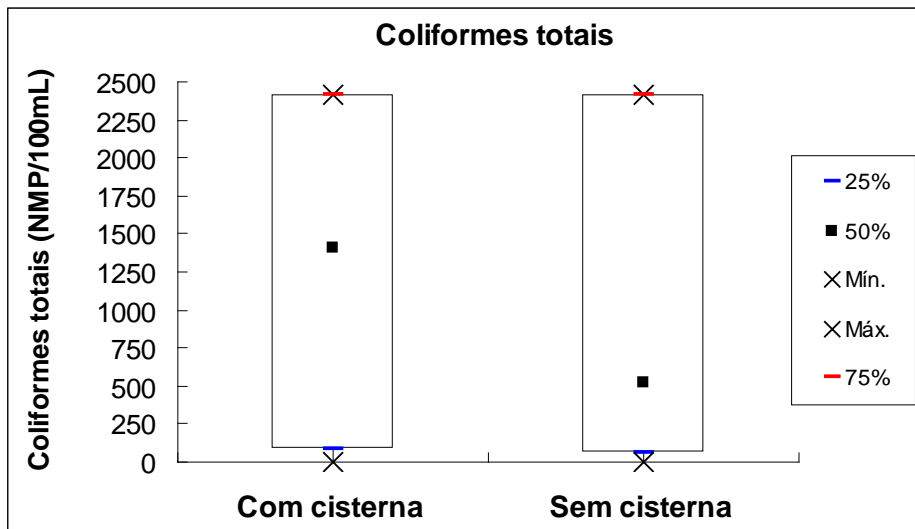


Figura 7: Estatística descritiva para as concentrações de coliformes totais em casas com e sem sistemas de captação de água de chuva em cisternas.

Em relação à Figura 8 observa-se que as medianas para a concentração de *E. coli* foram semelhantes (4,10 e 3,10 NMP/100mL para casas com e sem cisterna, respectivamente) enquanto que o percentil 75% foi maior para casas com cisterna (38,98 NMP/100mL) do que para as casas sem cisterna (21,00 NMP/100mL).

Ressalta-se que, como mostrado na Figura 1, das 50 casas estudadas pertencentes ao grupo 1, somente em 30 os moradores alegaram que utilizam a cisterna exclusivamente para armazenar água de chuva. Nos demais domicílios os usuários afirmaram utilizar a cisterna como reservatório de água proveniente de outras fontes. Sendo assim, a qualidade microbiológica inferior observada para a água procedente de casas com cisterna quando comparada com casas que não as possuem pode estar sendo afetada pela influência dessas outras fontes de água que são mais susceptíveis à contaminação e que somente em 6% dos casos estão recebendo tratamento adequado (Figura 4).

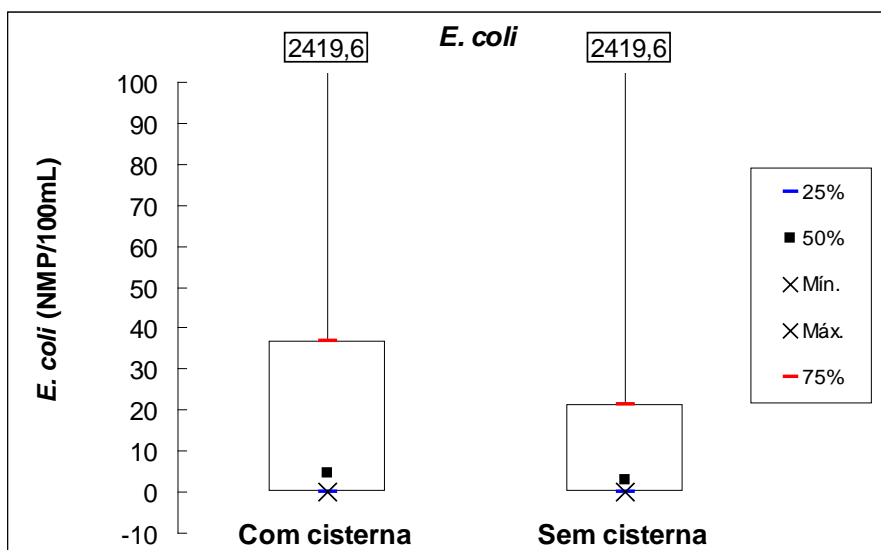


Figura 8: Estatística descritiva para as concentrações de *E. coli* em casas com e sem sistemas de captação de água de chuva em cisternas.

Além disso, como neste estudo as amostras submetidas à análise foram coletadas dos recipientes finais de armazenamento da água que seria utilizada para beber, não é possível afirmar, para o grupo 1, que todas as amostras eram provenientes das cisternas. Sabe-se que dos 50 moradores pertencentes a esse grupo, 37 responderam no questionário completo que utilizam a água das cisternas para beber (Figura 2), sete não especificaram os usos ou não souberam responder e seis não marcaram a opção “beber”. Sendo assim, para o grupo 1, somente é possível assegurar que 12% das amostras analisadas não eram provenientes das cisternas. Sobre as 88% restantes, acredita-se que tenham sido retiradas das cisternas, mas isso pode não ser verídico caso a água da cisterna tenha acabado, ou por outro motivo específico, os moradores tenham optado por ingerir água de uma fonte alternativa, que não das cisternas. Ressalta-se, também, que dos 30 moradores que afirmaram colocar apenas água de chuva nas cisternas, 70% confirmaram utilizá-la para beber.

Xavier e colaboradores (2006) também realizaram em Tuparetama (PE) a avaliação da qualidade bacteriológica da água proveniente de 66 domicílios da zona rural que possuíam cisternas para captação da água de chuva. Nesse caso, as coletas foram realizadas em dois pontos dentro de uma mesma casa, sendo um na própria cisterna e outro no pote ou filtro, de onde os moradores tiravam a água para consumo doméstico. Das 132 análises totais realizadas, a presença de *E. coli* foi detectada em 46 amostras (35%). Dessas, para amostras provenientes de uma mesma casa, a contaminação foi constatada, somente para amostras retiradas das cisternas, em três casos e somente para as amostras retiradas dos filtros, em 15 casos. Nos 28 casos restantes, tanto as amostras das cisternas (14), quanto às dos filtros (14) estavam contaminadas por *E. coli*. Nesse último caso infere-se que a contaminação ocorreu ainda nas cisternas e mesmo depois de transportada para os filtros a água armazenada não foi desinfetada. Nos demais, como a contaminação foi maior para as amostras retiradas dos filtros é possível inferir, para esse estudo, que enquanto armazenada nas cisternas, a água estava isenta do indicador de contaminação fecal analisado. Todavia, o transporte para os recipientes finais de armazenamento da água que seria consumida foi realizado de forma inadequada acarretando a contaminação da mesma. Esses resultados corroboram com a metodologia empregada nessa pesquisa para o local de coleta das amostras, uma vez que, mesmo quando a água de dentro das cisternas possui qualidade adequada, o consumo de uma água isenta de contaminação fecal pode não estar garantido caso sejam utilizados baldes ou outros recipientes contaminados para o seu transporte até o interior da casa e caso a água retirada não seja submetida à desinfecção.

Dentre as 256 amostras analisadas, a porcentagem daquelas que se enquadram no padrão de potabilidade para fontes alternativas de abastecimento de água estabelecido pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), ou seja, que não apresentam *E. coli* independentemente da presença ou não de coliformes totais, foi maior para as casas que não possuem cisternas (36,2%) do que para aquelas que as têm (31,0%). Em pesquisa realizada por Brito *et al.* (2005) também foi detectada a presença de *E. coli* em 70% das amostras de água armazenadas em cisternas localizadas na zona rural de Petrolina, PE. De forma semelhante a atual pesquisa os autores ressaltam que esse dado não reflete exatamente a qualidade microbiológica da água de chuva, pois as cisternas também eram abastecidas com águas de outras fontes (carro-pipa).

O emprego do teste de X^2 para comparação entre proporções adotando um nível de significância de 5% e 1 grau de liberdade mostrou não haver diferença significativa ao comparar a presença e ausência de *E. coli* dentre as casas que possuem com aquelas que não possuem cisterna. Portanto, a análise para estes dados, mostrou que possuir ou não a cisterna não influencia na presença/ausência desse indicador na água.

Em relação aos coliformes totais, a contaminação foi menor nas amostras provenientes de casas com cisterna. O percentual de ausência deste indicador passou de 7,94% nas casas com cisterna para 4,61% nas casas sem cisterna, diferindo, portanto, do resultado obtido para o parâmetro *E. coli*. Entretanto, o emprego do teste de X^2 , ($\alpha=0,05$ e G.L=1) também indicou não haver diferença significativa ao comparar a presença e ausência de coliformes totais nos dois tipos de abastecimento de água analisados.

O teste U de Mann-Whitney, aplicado a um nível de significância de 5%, também indicou não haver diferença significativa tanto para a concentração de *E. coli* ($p=0,34$) quanto para a concentração de coliformes totais ($p=0,40$) comparando-se as casas que utilizam ou não as cisternas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho sugere, para a amostra analisada, que a presença dos sistemas de captação de água de chuva em cisternas nos domicílios não melhorou a qualidade da água que vem sendo consumida pelos beneficiados. Os testes estatísticos indicaram que a utilização desses sistemas não está interferindo na qualidade microbiológica da água, tanto para a presença/ausência, quanto para a concentração dos indicadores bacteriológicos de contaminação fecal analisados. Tal equivalência pode estar sendo influenciada pelo fato de 40% dos domicílios que possuem a cisterna utilizarem-na como reservatório de água proveniente de outras fontes, provavelmente mais suscetíveis à contaminação bacteriológica, como rio, nascentes e caminhão-pipa. Além disso, foi constatado, com a aplicação dos questionários completos, que participantes de ambos os grupos mantêm comportamentos inadequados para a garantia da qualidade microbiológica adequada da água que será ingerida. Dentre eles pode-se citar a não realização do tratamento da água ou o emprego de técnicas insuficientes/impróprias para remover os organismos patogênicos e a manutenção dos recipientes utilizados para manejo final da água que será consumida em ambientes suscetíveis à contaminação.

Para ambos os tipos de abastecimento também foi confirmado que a maioria das amostras estava em desacordo com o padrão de potabilidade da água para consumo humano, estabelecido pelo Ministério da Saúde. O percentual de violação foi de 62,5% para as amostras de água provenientes de casas sem cisternas e de 70,3% para amostras provenientes de casas com cisterna.

A situação constatada não desmerece o trabalho executado pelo P1MC que, certamente, vem oferecendo à população sertaneja maior comodidade e facilitando o acesso a informações que lhes permitem lutar por condições melhores e por maior inserção social. Todavia, reforça a importância do trabalho executado pelos gestores do P1MC, durante as oficinas de capacitação realizada com os beneficiários do Programa, para que informações corretas relativas aos cuidados com a manutenção e operação das cisternas, bem como ao tratamento da água sejam transmitidas de forma acessível à população, para que a mesma seja sensibilizada e, assim, consiga aplicar os conhecimentos ensinados. Além disso, as prefeituras locais deveriam oferecer cursos de capacitação aos agentes de saúde para que continuamente possam lembrar às famílias da importância da educação sanitária para a manutenção da qualidade da água. Estas práticas deveriam ser periodicamente transmitidas, tanto aos usuários dos sistemas de captação de água de chuva em cisternas quanto aos demais moradores da área rural, até que sejam completamente internalizadas e passem a fazer parte da rotina dessa população.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio recebido pela ASA, pelas prefeituras de Berilo e Chapada do Norte e pelas ONGs ARAI (Associação Rural de Assistência à Infância) e ACHANTI (Associação Chapadense de Assistência às Necessidades do Trabalhador e da Infância). Também agradecem ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para a execução do trabalho e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento fornecido para a participação no 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20ª ed. Washington APHA/AWWA/WPCF, 1998.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 2004.
3. _____. Ministério da Integração Nacional; Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional; Agência de Desenvolvimento do Nordeste. *Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido – PDSA* (versão preliminar para discussão). Brasília, 2005. 137 p.
4. _____. Tribunal de Contas da União. Secretaria de Fiscalização de Avaliação de Programas de Governo. *Relatório de Auditoria Operacional na Ação de Construção de Cisternas para Armazenamento de Água – 2º Monitoramento*. 2010. 54 p.

5. BRITO, L. T.; PORTO, E. R.; SILVA, A. S.; SILVA, M. S. L.; HERMES, L. C.; MARTINS, S. S. Avaliação das características físico-químicas e bacteriológicas das águas das cisternas da comunidade de Atalho, Petrolina-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS – TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA, 5., 2005. Teresina-PI: ABCMAC. *Resumos...* Teresina- PI: ABCMAC, 2005.
6. CIRILO, J. A.; ABREU, G. H. F. G.; COSTA, M. R.; GOLDEMBERG, D.; COSTA, W. D.; BALTAR, A. M.; AZEVEDO, L. G. T. Soluções para o Suprimento de Água de Comunidades Rurais Difusas no Semi-Árido Brasileiro: Avaliação de Barragens Subterrâneas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 8, n. 4, p. 5-24, out/dez 2003.
7. DIACONIA. Diagnóstico da Situação Hídrica de 22 Comunidades do Sertão do Pajeú. Recife, Diaconia, 1999 *apud* FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS (FEBRABAN) e ASSOCIAÇÃO PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS PARA O SEMI-ÁRIDO (APIMC). *ANEXO II do Acordo de Cooperação Técnica e Financeira celebrado entre FEBRABAN e APIMC*. Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semi-Árido: Um Milhão de Cisternas Rurais – PIMC. Sumário Executivo, 2003. 48p.
8. FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS (FEBRABAN). Participação da Febraban no Projeto Cisternas. Programa de Formação e Mobilização para Convivência com o Semi-Árido: Projeto 1 Milhão de Cisternas. Disponível em: <http://sustentabilidade.bancoreal.com.br/biblioteca/Documentos/Apresentacao_cisternas.pdf>. Acesso em: 02 de maio 2011.
9. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2009*. Rio de Janeiro, v. 30, 2009, Brasil. 131 p.
10. XAVIER, R. P.; VITAL, F. A. C.; SIQUEIRA, L. P.; PINHEIRO, I. O.; CALAZANS, G. M. T. Avaliação da qualidade bacteriológica da água de cisternas de comunidades rurais da cidade de Tuparetama - Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 3., 2006, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: CBEU, outubro 2006.