



I-084 – CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA POR MEIO DE CISTERNAS DE PLACAS: QUALIDADE E SEGURANÇA HÍDRICA NO ABASTECIMENTO HUMANO DE ÁGUA

Anne Rosse e Silva⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal da Bahia. Mestranda em Meio Ambiente, Águas e Saneamento pela Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Ambiental (DEA/UFBA).

Rosilei Nascimento de Santana

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental - UFBA.

Patrícia Campos Borja

Engenheira Sanitarista e Ambiental (EP/UFBA). M.Sc. em Arquitetura e Urbanismo (FA/UFBA). Dra. em Arquitetura e Urbanismo (FA/UFBA). Professora Adjunto do Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento da Escola Politécnica da UFBA.

Lidiane Mendes Kruschewsky Lordelo

Engenheira Sanitarista e Ambiental (EP/UFBA). M.Sc. em Desenvolvimento Regional, doutoranda em Energia e Meio Ambiente. Professora Assistente na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Silvio Roberto Magalhães

Doutor em Saúde Pública - UEFS.

Endereço⁽¹⁾: Rua Aristides Novis, 2, 4º Andar - Sala 11 - Federação - BA - CEP: 40210-630 - Brasil - Tel: (71) 3283-9783 - e-mail: annerosse1@hotmail.com

RESUMO

O Semiárido brasileiro é considerado o mais chuvoso do planeta, porém apresenta condições precárias de acesso à água, o que tem exigido uma gestão mais adequada em direção à cidadania. O abastecimento de água para consumo humano além de contribuir para a promoção e proteção da saúde pública é uma medida necessária à garantia dos direitos sociais previstos na Constituição Federal de 1988. Nesse sentido, a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) tem atuado na busca da gestão e desenvolvimento de políticas públicas voltadas à convivência com o ecossistema local. Entre suas ações, destaca-se o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), executado em parceria com o Governo Federal, cujo objetivo é promover o acesso à água potável para as famílias do Semiárido Brasileiro, por meio da construção de um milhão de cisternas (ASA, 2015). A água da chuva no semiárido apresenta boa qualidade, no entanto, durante o seu percurso até ser consumida pode ser contaminada e comprometer a segurança sanitária de sua utilização. Portanto, o uso de cisternas requer alguns cuidados em relação ao manuseio e manutenção do sistema de captação e o manejo da água. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar os fatores intervenientes na qualidade da água e discutir a segurança hídrica do uso de cisternas de placas no Semiárido Baiano. A metodologia envolveu uma pesquisa de campo sobre a qualidade da água de cisternas de placas implantadas pelo P1MC nos municípios de Abaré, Glória, Chorrochó, Macururé e Santa Brígida. Os resultados demonstraram que, no geral, tanto as águas provenientes das cisternas quanto as águas de beber encontravam-se fora dos padrões de potabilidade e que fatores como a origem da água (chuva, carro-pipa e/ou rede de distribuição), seu tratamento, o estado das estruturas e instalações da cisterna, o manuseio doméstico da água, entre outros têm influenciado na qualidade dessas águas. Evidenciou-se ainda a necessidade de maior efetividade na educação sanitária e capacitação das famílias beneficiadas para o uso da cisterna.

PALAVRAS-CHAVE: Cisternas, Qualidade da Água, P1MC.

INTRODUÇÃO

O abastecimento de água para consumo humano, um dos serviços públicos de saneamento básico que visa a promoção e proteção da saúde pública, é uma medida necessária à garantia dos direitos sociais previstos na Constituição Federal de 1988. Por outro lado, a Lei nº 11.346/2006, que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, estabelece que a alimentação adequada é direito fundamental do ser humano, inerente à dignidade da pessoa humana. Nesse, fica subentendido o direito ao acesso à água adequada ao consumo e

preparação de alimentos. E nesse sentido, a segurança hídrica torna-se uma tarefa desafiadora para os governantes, já que a qualidade e quantidade de água adequada para garantir o abastecimento humano estão ameaçados, além da demanda estar aumentando. Segundo Ban Ki-moon (2008), a segurança hídrica no planeta engloba sete desafios, dentre os quais estão incorporados a satisfação das necessidades básicas e a garantia do abastecimento de alimentos.

O Semiárido brasileiro é considerado o mais chuvoso do planeta, porém com condições precárias de acesso à água, o que tem exigido uma gestão mais adequada em direção à cidadania. No sentido de discutir uma nova abordagem no manejo das águas da região com vistas à universalização do acesso, a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) tem atuado na busca da gestão e desenvolvimento de políticas voltadas à convivência com o Semiárido. Entre as diversas ações da ASA, destaca-se a criação, em 2001, do Programa Um Milhão de Cisternas (PIMC) em parceria com o Governo Federal, cujo objetivo manifesto é promover o acesso à água potável para as famílias do Semiárido brasileiro, por meio da construção de cisternas e sob a lógica do incentivo à convivência sustentável com o ecossistema local (ASA, 2015).

As cisternas, capazes de armazenar até 16 mil litros de água, têm formato cilíndrico e são formadas por placas de concreto, cobertas e semienterradas, equipadas com um sistema de calhas e tubulação para conduzir as águas da chuva que caem do telhado à cisterna, além de possuírem uma bomba manual para retirada de água e tampa.

A água da chuva geralmente possui boa qualidade, necessitando algumas vezes apenas de um tratamento simplificado para que seja destinada ao consumo humano. No entanto, durante o seu percurso até ser consumida pode ser contaminada, comprometendo assim a segurança sanitária de sua utilização. Portanto, o uso de cisternas requer alguns cuidados em relação ao manuseio e manutenção do sistema de captação, manejo da água e a adoção de barreiras sanitárias.

A qualidade da água de consumo humano influencia na saúde humana e diversos fatores podem interferir na sua potabilidade, quer seja nos mananciais, nos sistemas de abastecimento ou no nível domiciliar. Cabe aos prestadores dos serviços não só garantir o acesso ao abastecimento de água como também promover o controle da qualidade da água de consumo humano. Por outro lado, é competência das autoridades sanitárias a vigilância dessa qualidade, de forma a garantir que os padrões e normas de potabilidade sejam asseguradas para a proteção da saúde da população. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo estudar os fatores intervenientes na qualidade da água e analisar a segurança hídrica do uso de cisternas de placas no Semiárido do estado da Bahia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente estudo foi feita uma pesquisa de campo sobre a qualidade da água de cisternas de placas implantadas pelo PIMC no semiárido baiano e seus fatores intervenientes. Esses municípios foram selecionados segundo o critério de menor precipitação anual de chuva, ou seja na região mais problemática em termos do regime de chuvas. A partir de uma amostra aleatória estratificada foram estudados nos seguintes municípios: Abaré, Glória, Chorrochó, Macururé e Santa Brígida, investigando-se, respectivamente, 88, 105, 30, 36 e 87 domicílios, totalizando 346 famílias.

Por meio da aplicação de questionários junto às famílias selecionadas, buscou-se conhecer: as características dos moradores; o uso e funcionamento da cisterna; o uso da água; fontes de captação; e formas de manuseio. Foram coletadas amostras da água de beber e da cisterna para análise das suas características físico-químicas e bacteriológica, a fim de realizar uma avaliação dos fatores que contribuem para conservação da qualidade da água ou de sua deterioração. Os resultados foram analisados segundo os padrões nacionais de potabilidade verificando o enquadramento das amostras, cujos Valores Máximos Permitidos (VMP) pela Portaria nº 2.914, 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Valores para referência de potabilidade da água para consumo humano

Parâmetros		VMP ⁽¹⁾	Unidade
Microbiológico	Coliformes termotolerantes**	Ausência em 100 mL	UFC/100mL.
	Coliformes totais**		
	Escherichia coli		
Organoléptico	Cor	15	uH ⁽²⁾
	Cloreto	250	mg/L
	Amônia	1,5	mg/L
	Dureza total	500	mg/L
	Ferro	0,3	mg/L
Químico	pH	6,0 - 9,5	Unidade de pH
	Alcalinidade	*	mg/L
	Cloro	5,0	mg/L

(1) Valor Máximo Permitido; (2) Unidade de Hazen (mg Pt-Co/L).

* A alcalinidade não é um parâmetro específico, porém é importante para a avaliação geral.

** Após o tratamento da água.

Fonte: BRASIL, 2011 (adaptado pelo autor).

Devido as condições espaciais (distância das cisternas em relação ao laboratório), dificuldade de transporte optou-se por realizar as análises com kits portáteis. Adotou-se o Kit da Alfakit, método aprovado pela Agência de Proteção Ambiental Norte Americana – EPA, que demonstrou eficiência através do método Standard Methods for Examination of Water and Wast Water, tendo sido aprovado e registrado pelo Ministério da Saúde.

Para análise microbiológica de coliformes termotolerantes e totais das amostras de água de cada domicílio foi utilizado o kit microbiológico Colipaper da empresa supracitada. A técnica utiliza uma cartela com meio de cultura em forma de gel desidratado. A cartela foi levada à estufa por 15 horas, à temperatura de 36-37° C e após o período de incubação procedeu-se com a contagem das colônias. Para as análises dos parâmetros físico-químicos, foi utilizado um kit técnico de potabilidade, da mesma empresa, composto por reagentes, cartelas colorimétricas, cubetas, proveta, manual de instruções, micro estufa, maleta para transporte, bolsa de gelo e caixa térmica. Os parâmetros estudados foram Alcalinidade, Cloretos, Dureza, pH, Ferro, Amônia, Cloro e Oxigênio Consumido. O banco de dados foi construído e os resultados analisados por meio do pacote estatístico Stata v. 11.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Ao analisar os dados para das amostras da água de beber e da água de cisterna, observou-se a presença de coliformes termotolerantes e totais das amostras dos quatro municípios, exceto Glória. Para a variável coliformes totais, a presença de amostras positivas, tanto na água de beber quanto na da cisterna, variou de 74% a 100%. A variável coliformes termotolerantes apresentou comportamento similar nas amostras da água de beber e na água de cisterna, com amostras positivas variando de 45% a 78% (Figura 1).

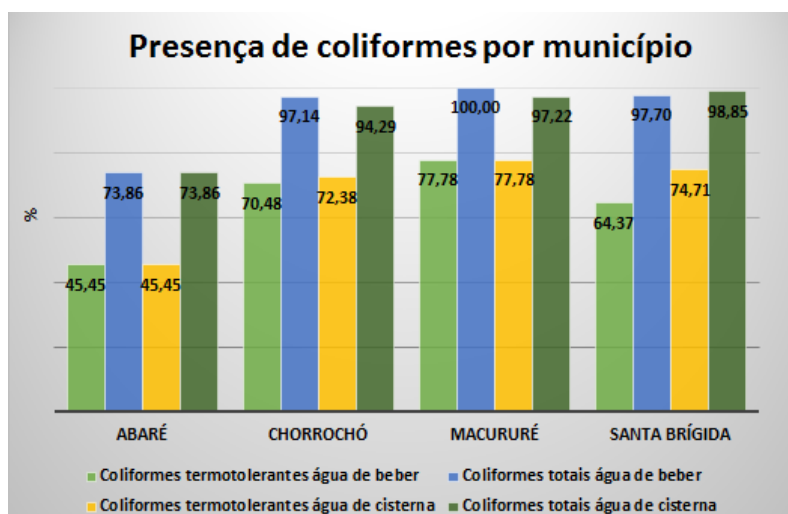


Figura 1: Presença de coliformes totais e termotolerantes nas águas de beber e da cisterna.

Fonte: dos autores, 2015.

Observa-se que a presença de coliformes totais chegou a 100% das amostras da água de beber e a mais de 97% nas amostras das cisternas de Macururé. Nos demais municípios houve uma similaridade nos resultados, para ambas as águas os valores estavam acima de 70%. Esses dados corroboram com os resultados apresentados por Silva et al. (2013), onde as análises bacteriológicas demonstraram contaminação em 100% nas amostras de água de cisterna na cidade de Senhor do Bonfim-Bahia, indicando presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes.

Para cada amostra positiva foi estimada também a quantidade média de coliformes totais presentes na água e constatou-se que os valores foram maiores na água de beber que na água da cisterna, variando de 18,1 a 38,4 mil UFC/100ml contra 17,3 a 33,7 mil UFC/100ml, respectivamente, exceto em Santa Brígida que apresentou uma diferença pequena entre elas.

Para coliformes termotolerantes, a quantidade média de organismos presentes na água de beber foi de 7,2 a 10,4 mil UFC/100ml e na água de cisterna de 7,9 a 13,1 mil UFC/100ml (Figura 2). No geral, para os coliformes termotolerantes os resultados foram opostos, as maiores médias ocorreram na água de cisterna, exceto em Macururé com uma diferença de 2328,9 UFC/100mL.

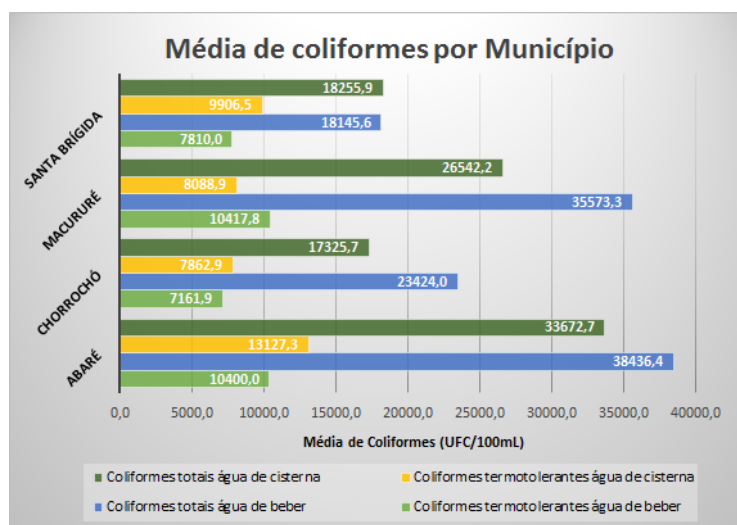


Figura 2: Densidade média de coliformes totais e termotolerantes nas amostras de águas.

Fonte: dos autores, 2015

É importante destacar que a Portaria n. 2.914/11, que se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água, em seu Anexo I, separa o padrão microbiológico segundo o tipo de água, sendo mais restrito para água tratada na saída do tratamento e nos reservatórios e rede de distribuição para a qual exige a ausência em 100ml dos microrganismos Coliformes totais e *Escherichia Coli*. Já para a água de consumo humano, na qual se enquadra a água armazenada na cisterna, o padrão é flexibilizado sendo exigido apenas a ausência em 100ml do parâmetro *Escherichia Coli*.

A constatação da presença de Coliformes Termotolerantes observada nas amostras alertam para a possível presença do *Escherichia Coli* que é um indicador de contaminação de origem fecal humana ao qual está fortemente associado ao risco da presença patógenos. Enquanto que a presença de Coliformes Totais, segundo a referida Portaria, evidencia a eficiência do tratamento dado à água, no caso de sistemas de abastecimento de água.

Quanto às características físico-químicas, os resultados evidenciaram que, para as amostras de água de beber apenas em Macururé os parâmetros estavam em conformidade com a Portaria nº. 2.914/2011. Já em relação à água da cisterna, Abaré foi o único município que apresentou todas as amostras dentro do padrão de potabilidade (Figura 3). Os parâmetros que excederam os Valores Máximos Permitidos (VMPs) pela referida Portaria nas amostras de água de beber foram: Cloreto (5,75% em Santa Brígida); Cor (3,41 em Abaré e 1,90% em Chorrochó); e Amônia (13,33% em Chorrochó e 9,68% em Glória), ilustrados na Figura 3.

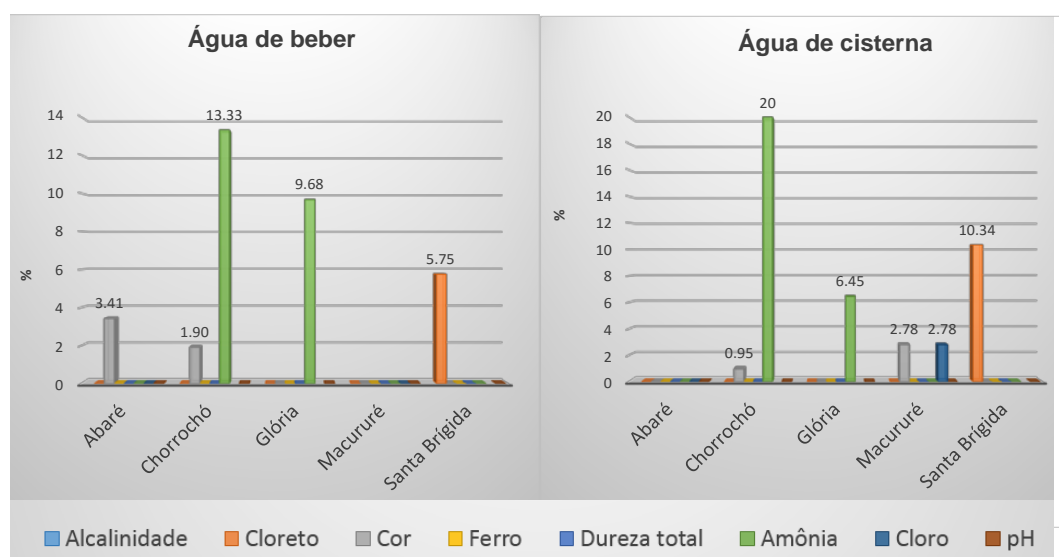


Figura 3: VMPs dos parâmetros físico-químicos das amostras analisadas.

Fonte: dos autores, 2015

Para a água da cisterna, em Chorrochó 20% das amostras apresentaram amônia acima do permitido e quase 1% delas também estavam com a cor fora do padrão. Em Macururé, ao contrário dos resultados para a água de beber, cerca de 3% das amostras d'água de cisterna excederam os VMPs em relação aos parâmetros cor e ao cloro. Já em Santa Brígida, ambas as águas analisadas não estavam em conformidade com a Portaria para o parâmetro cloreto, sendo que na cisterna as amostras em desacordo foram 4,59% maior que na água de beber (Figura 3).

A presença de cloreto na água pode ser um indicativo da origem de sais não naturais, os quais podem ser atribuídos ao aporte de esgotos ao rio ou ao carreamento de fertilizantes químicos (ANDRADE et al., 2007). Em um estudo realizado por Andrade et al. (2007) nas águas superficiais da bacia do Alto Acaraú, o cloreto também teve o mesmo desempenho. Segundo a Cetesb (2009), nas águas superficiais, a presença de cloreto é decorrente de descargas de esgotos sanitários. Ainda apresentado pela CETESB, o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos. Valores acima de 5mg/l, indica que as águas superficiais recebem esgoto doméstico *in natura*.

Os resultados de cloreto e amônia nas cisternas causam estranheza já que não se espera que estes apareçam nas águas de chuva. No entanto, em face da seca prolongada, as cisternas estavam sendo abastecidas por carro pipa, que por sua vez eram abastecidos por água bruta. Então, esses resultados podem estar associados à qualidade dessas águas, o que evidencia a necessidade de maior controle sobre as fontes de abastecimentos desses carros pipas.

Apesar de algumas das amostras estarem em desacordo com os padrões nacionais de potabilidade da água, o que se observa é que em relação ao padrão físico-químico as amostras de água de beber e da cisterna apresentaram alto índice de conformidade, visto que as excedentes foram menores que 20% do total das amostras analisadas.

A alcalinidade também foi analisada devido à sua importância para a avaliação geral da qualidade da água, contudo os resultados estavam em acordo com os padrões. Salienta-se que é necessário investigar a real causa da ocorrência das bactérias e excesso dos parâmetros físico-químicos nos sistemas de captação de água de chuva, para assim conhecer e seguir com medidas rigorosas a fim de eliminar qualquer fonte de contaminação dessas águas.

Assim, a partir do questionário domiciliar, aplicado com intuito de conhecer as condições socioeconômicas, de saneamento básico, do uso e funcionamento da cisterna e da manipulação doméstica da água, foram obtidos alguns resultados que ajudam a compreender os fatores que podem estar comprometendo a qualidade da água de consumo humano no Semiárido Baiano em vista aos resultados acima apresentados. Referente a origem da água de beber, em apenas 13,91% dos domicílios a água era proveniente da chuva captada, em mais de 60% advinha de outras fontes transportadas por carro-pipa; 17,97% por rede de distribuição conectada à cisterna, entre outras (Figura 4).

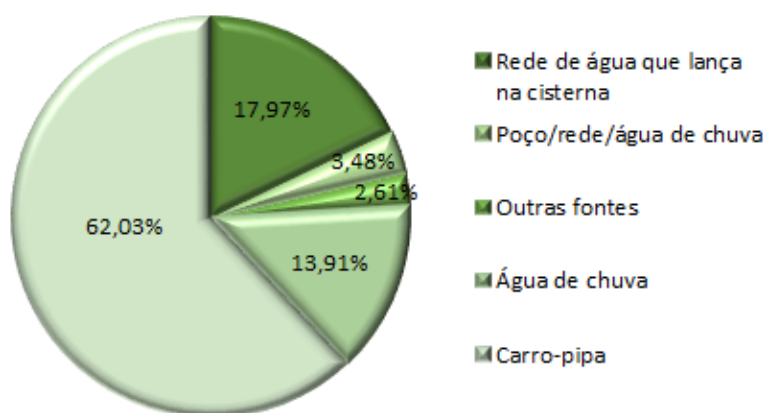


Figura 4: Origem da água de beber.

Fonte: dos autores, 2015

Tais valores contrapõe com os resultados obtidos por Silva (2013) que identificou a origem da água de cisternas na zona rural de Inhambupe e verificou que a fonte de abastecimento captação de água de chuva ocorria em 92,4% das residências e apenas em 4,8% as origens eram mistas. A origem da água é um elemento chave para ser avaliado, pois possui fortes vínculos com a sua qualidade, haja vista que a maioria das famílias se abastecem por fontes de água possivelmente não seguras comprometendo assim a qualidade da água consumida pela população.

Tendo em vista que o abastecimento das cisternas é feito em boa parte por fontes de água, a maioria não seguras quanto a qualidade, investigar o tratamento da água que é consumida tem uma importância ainda maior. Na presente pesquisa, foi constatado que aproximadamente 35% das famílias apenas coam a água; 27,46% cloram e coam; 1,73% apenas filtram; 10,40% filtram e coam; 16,18% cloram; enquanto 8,96% alegaram filtrar, clorar e coar, e ainda 2,02% das famílias não fazem qualquer tratamento da água (Figura 5).

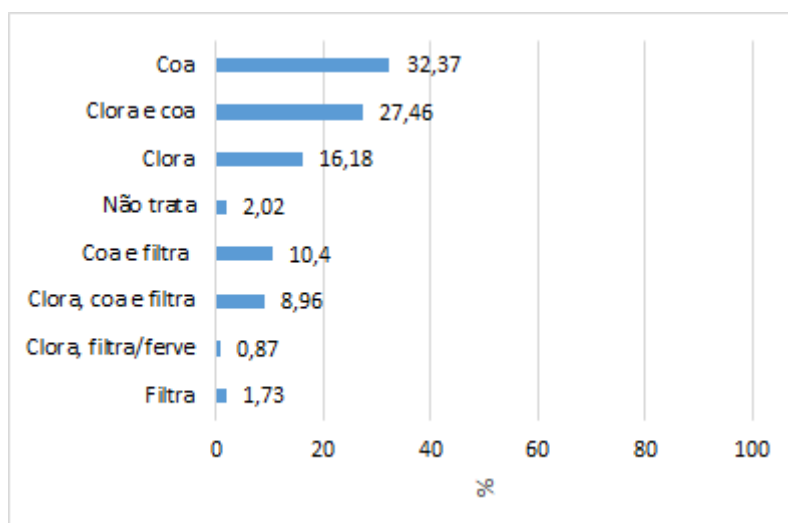


Figura 5: Tipo de tratamento da água de beber.

Fonte: dos autores, 2015

Resultados semelhantes foram observados por Silva (2013) que identificou em 83% das residências algum tipo de tratamento da água de beber antes do consumo, como: coar em 22,3% (com uma diferença em torno de 10% menor para o resultado da presente pesquisa), apenas cloração em 23% dos domicílios, apenas filtrar em 10,2% (valor quase 6 vezes maior que o da presente pesquisa), presença de tratamentos mistos mais comuns como filtrar/clorar em 8,3%, coar/clorar em 10,4%, coar/filtrar em 10,2% dentre outras opções e ainda 11% não das famílias não realizam nenhum tratamento.

A água de chuva para zona rural, em geral apresenta bons índices de qualidade da água quando comparada com a água de chuva coletada na zona urbana. Ainda assim é necessário o tratamento da água, pois, conforme Andrade Neto (2004) a contaminação da água de chuva é maior por meio da superfície de captação, sendo que está sujeita a fezes de pequenos animais mortos, fezes, como também folhas de árvores próximas e outras possíveis sujeiras, salientando que este tipo de contaminação – a bacteriológica -, ocorre com maior frequência do que a contaminação química pela da atmosfera. Segundo Santos et al. (2014) em comunidades rurais do Cariri Paraibano beneficiadas pelo P1MC foi comprovado a inexistência de tratamento da água de beber, acarretando na ocorrência em 60,0% da população, constante de diarreias sendo as crianças menores que cinco anos as mais acometidas. Esse é um problema capaz de tornar obrigatório a desinfecção da água para o consumo humano a fim de evitar um risco de saúde pública.

A frequência no tratamento da água da cisterna também foi investigada. Cerca de 46% dos entrevistados tratam todos os dias, enquanto 20% apenas uma vez por mês. Também houve as frequências: a cada quinzena (11%), a cada 2 a 3 meses (6%) e outros como quando chove, a cada 6 meses ou uma vez por ano (4%), conforme Figura 6.

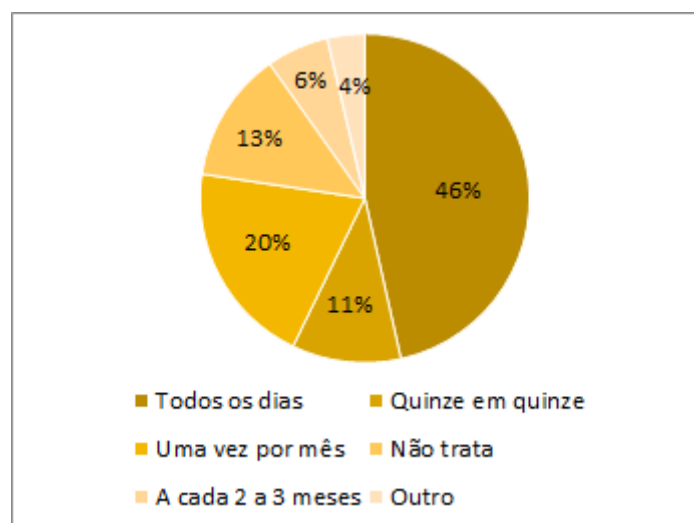


Figura 6: Frequência do tratamento da água de cisternas.

Fonte: dos autores, 2015

Contudo, destaca-se que 13% das famílias não efetuam nenhum tipo de tratamento da água, colocando em risco a saúde das pessoas que fazem uso da mesma. Assim como é de extrema importância o tratamento da água de beber, também é para a água armazenada na cisterna, pois, como por exemplo, conforme resultado apresentado na Figura 1, a presença de coliformes totais e termotolerantes no município de Santa Brígida foi maior na água de cisterna do que na água de beber, e na Figura 2, também para este município, o parâmetro cloreto excedeu nas amostras da água de cisterna praticamente o dobro das amostras da água de beber. Sendo assim, é importante investigar a causa da contaminação para assim controlar a qualidade da água.

Uma das possíveis causas para ocorrer a contaminação da água é a distância de instalações de esgoto ou vala a céu aberto da cisterna, a qual é recomendada uma distância de 10 a 15 metros. Nesse sentido, verificou-se que 56% das cisternas nos domicílios estudados mantinham uma distância maior que 10 m, 30,15% entre 5 a 10 m e menos de 15% estavam a distâncias menores que 5 metros (Figura 7).

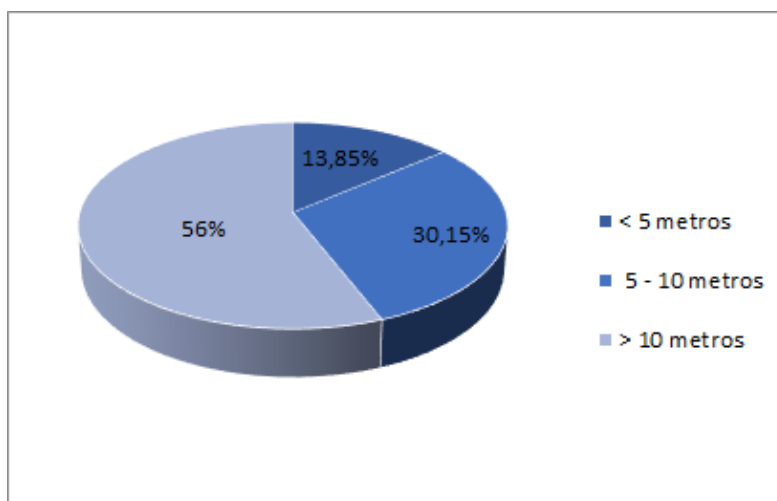


Figura 7: Distância da cisterna à instalação de esgoto ou vala a céu aberto.

Fonte: dos autores, 2015

Os dados apresentados nesta pesquisa corroboram com os resultados do trabalho semelhante desenvolvido por Silva (2013) onde 66,8% das cisternas distanciavam mais de 10 metros de instalações de esgoto do tipo fossa absorvente e 5,4 com distância menor que 10 metros. Caso ocorra percolação do esgoto através do solo e a cisterna esteja próximo estando está com algum tipo de dano em sua estrutura na parte enterrada, está aí um

grande potencial de contaminação da água, por isso é importante a recomendação, ainda é importante salientar que Silva (2013) observou em seus resultados que houve casos em que a cisterna tinha sido construída antes da instalação do esgoto, com distância menor que 10 metros. Outra observação é o fato de possivelmente não haver área suficiente disponível na propriedade das famílias, estando essas sujeitas proceder de maneira incorreta construindo a cisterna próxima das instalações de esgoto.

A manutenção da cisterna quanto ao tipo de limpeza e frequência desta são fatores que podem contribuir na qualidade da água. Aproximadamente 50% das cisternas são limpas apenas quando secam, essa é maneira mais comum; 10,82% das famílias entrevistadas afirmaram limpar todo mês; 23,1% de uma a duas vezes ao ano; e 10,23% das famílias não realizam a limpeza da cisterna (Figura 8a).

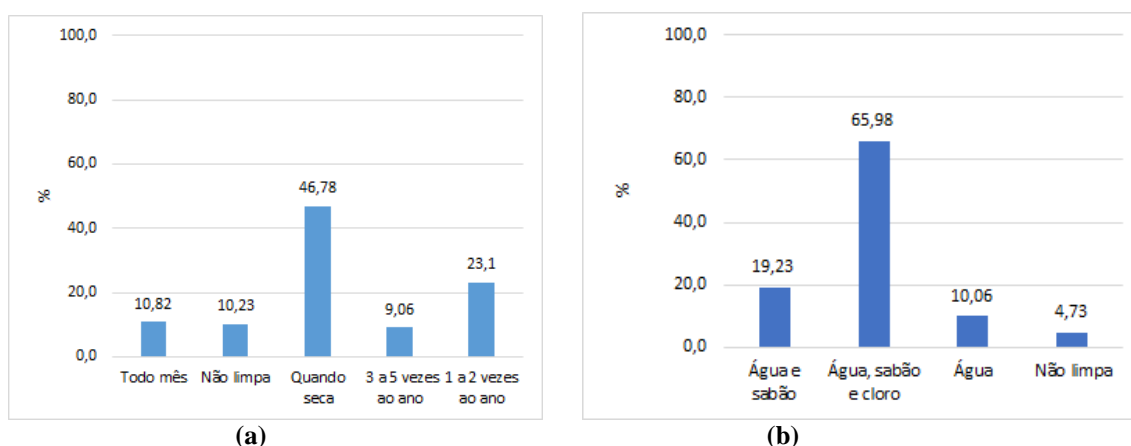


Figura 8: Frequência e forma de limpeza da cisterna.

Fonte: dos autores, 2015

Verificou-se ainda que 65,98% das famílias limpavam a cisterna com água, sabão e cloro, configurando na limpeza mais segura, enquanto 19,23% limpam com água e sabão e em torno de 10% faziam a limpeza apenas com água (Figura 8b). A assepsia e manejo adequado do reservatório e do sistema de captação como um todo constitui uma importante barreira sanitária e está associado aos hábitos higiênicos adotados pelas famílias.

Em relação à educação sanitária e capacitação para o uso da cisterna cerca de 81% das famílias afirmaram ter participado da capacitação de dois dias realizada pela ASA. Observou-se que 8% não participaram de qualquer capacitação, porém receberam algum tipo de orientação no uso da cisterna e 11% não obtiveram ações de educação sanitária e capacitação no uso da cisterna (Figura 9).

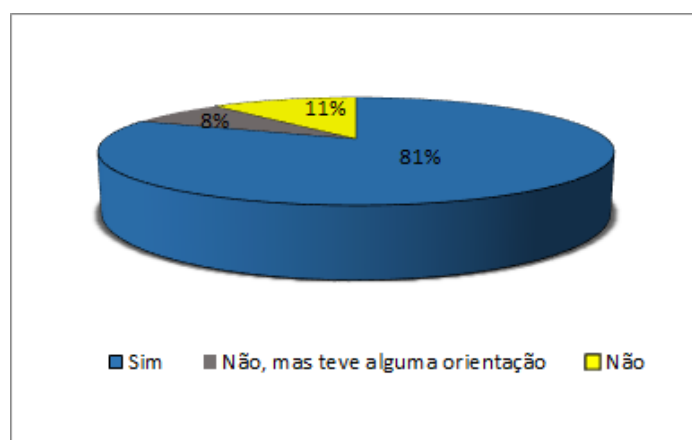


Figura 9: Capacitação para o uso da cisterna em municípios do Semiárido Baiano.

Fonte: dos autores, 2015

É importante que todas as famílias passem pelo processo de capacitação para o uso da cisterna para que assim possam fazer o manejo adequado do sistema e da água evitando sua contaminação. A conscientização dos usuários é fundamental para a manutenção da qualidade da água e requer uma intervenção contínua, uma vez que se trata de uma mudança de cultura quanto à manipulação da água.

Sobre os principais elementos técnicos constituintes do projeto das cisternas do P1MC, que podem influenciar na qualidade da água consumida, verificou-se que a maioria dos domicílios (72,64%) possuíam duas calhas para coleta de água, 21% com uma calha e 6% dos domicílios possuíam a calha quebrada porém funcionado. Juntamente com as calhas é necessário a canalização para conduzir a água captada até a cisterna, mais de 50% possuíam a canalização e em bom estado, 13,58% em estado precário, 25% aproximadamente, mantinham a canalização guardada para ser utilizada na ocorrência de chuvas e quase 10% não contavam com esse elemento. A funcionalidade do sistema de captação é essencial para possibilitar a captação de água de chuva e assim garantir água de melhor qualidade quando comparada com as outras origens de água, assim como também a estrutura da cisterna.

Na presente pesquisa verificou-se que em cerca de 60% dos domicílios a cisterna se encontrava em bom estado, as demais apresentavam umidade (12,83%), fissuras discretas (19,24%) e cerca de 10% das estruturas apresentavam esses danos conjuntamente além de deformação pelo sol, conforme entrevistas feitas aos beneficiários. A tampa da cisterna também se configura como um elemento técnico de segurança hídrica da água por evitar o contato de insetos e sujeiras com a água armazenada, 41,42% das cisternas possuíam tampa em bom estado e com cadeado, cerca de 40% também em bom estado porém sem cadeado, quase 20% não possuíam este elemento e ainda aproximadamente 2% das tampas se encontravam danificadas. Observa-se que a maior parte dos domicílios estudados possuem os componentes das cisterna acima citados, em boas condições de uso e funcionamento juntamente com a estrutura da cisterna, assegurando uma água de qualidade para o consumo das famílias no Semiárido Baiano.

O manuseio da água da cisterna na retirada para o consumo é mais um fator que contribui para a qualidade da água. A maneira mais segura de retirar a água seria com uma bomba, está incluída no projeto técnico das cisternas. Em relação ao estado da bomba, apenas 19,7% das cisternas apresentava bomba em bom estado, em 55% delas as bombas apresentavam danos e 10,91% não possuíam bombas. Esse dispositivo representa uma barreira sanitária e tem finalidade de auxiliar a retirada de água da cisterna, porém, apenas 9,17% das famílias o usam para este fim.

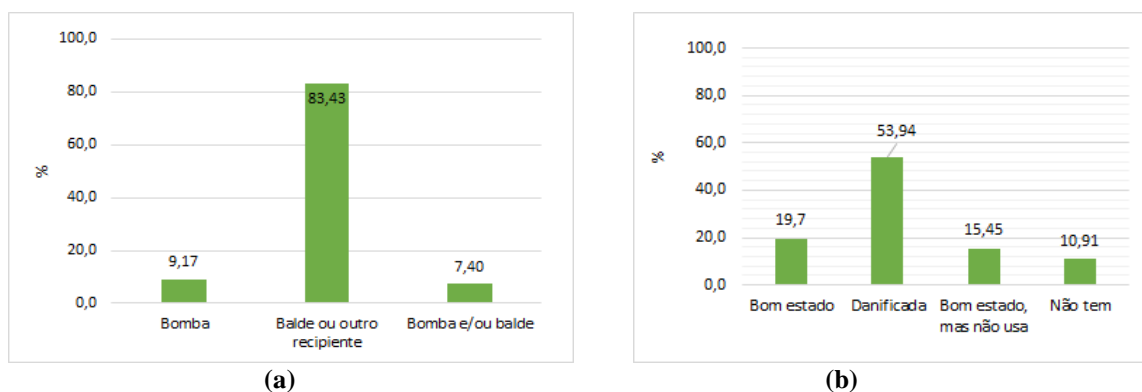


Figura 10: Forma de retirar a água da cisterna e estado de conservação da bomba.

Fonte: dos autores, 2015

Cerca de 80% das famílias disseram utilizar balde ou outro recipiente para retirar água da cisterna, valor muito próximo a quantidade de famílias que não utilizam a bomba para retirar a água, seja por esta apresentar danos, por não possuir ou simplesmente possuir em bom estado e não ser utilizada. Já Silva (2013) verificou em seu estudo que 50,92% dos casos estudados, a água da cisterna é retirada com o auxílio da bomba manual e que 46,7% utilizam baldes com corda. Isso demonstra que esse fator sofre alta influência da cultura local, não somente por falta de compreensão dos usuários quanto ao manejo adequado.

CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos e análises dos resultados, verificou-se que em geral tanto as águas de cisterna quanto as águas de beber encontravam-se fora dos padrões de potabilidade, apresentando amostras com coliformes termotolerantes e totais, o que indica risco à saúde por contaminação de origem fecal. Referente aos padrões físico-químicos, constatou-se que os parâmetros cor, cloreto e amônia apresentaram valores acima do permitido nas duas amostras de água, além do cloro exceder na água de cisterna, em Macururé. A amônia apresentou as maiores taxas excedentes, chegando a cerca de 20% e 15% das amostras de água de cisterna e de beber, respectivamente, indicando que as fontes de suprimento de água dos carros pipas não eram seguras. Nos municípios de Chorrochó e Glória menos de 10% das amostras estavam fora do padrão.

Ao investigar os fatores que intervêm na qualidade dessas águas foi identificado que a origem da água de beber, seu tratamento, o estado da cisterna e da tampa, sua limpeza, a forma de retirar a água de cisterna, o estado da bomba, a educação sanitária, entre outros, são barreiras sanitárias que podem contribuir para garantir a qualidade da água e que estão sendo rompidas, colocando em risco a saúde da população. Análises multivariadas desses fatores podem esclarecer as inter-relações dessas variáveis com a contaminação de amostras de água.

Há a necessidade de maior efetividade na educação sanitária e capacitação para o uso da cisterna, pois o treinamento ministrado pelo Programa não foi suficiente para garantir práticas higiênicas e o manuseio adequado das instalações. Outro aspecto relevante é a vigilância da qualidade da água de consumo, ação que não vem sendo incorporada pelo P1MC, já que após a implantação das cisternas, não adota estratégias e responsabilidades para a operação, manutenção e monitoramento dessas cisternas. Políticas públicas mais articuladas intersetorialmente, nos três níveis de governo, com participação e controle social podem produzir programas de maior efetividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE NETO, Cicero Onofre de. Segurança Sanitária das Águas de Cisternas Rurais. In: Simpósio Luso-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 11, 2004, Natal, Brasil. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/4simp_cicero_segurancasanitariasdaaguadecisterna.pdf>. Acessado em 15 jan. 2016.
2. ANDRADE Eunice Maia de, GOMES Raimundo Benvindo, ARAÚJO Lúcia de Fátima Pereira, ROSA Morsyleide de Freitas, LOBATO Francisco Antonio de Oliveira. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. *Ciência Rural*, v.37, n.6, p.1791-1797, ISSN 0103-8478, nov-dez, 2007.
3. ASA, Articulação no Semiárido Brasileiro. Brasil, 2015. P1MC. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>>. Acesso em: 05 set. 2015.
4. Ban Ki-moon, 2008. Vide: www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=25398&Cr=davos&Cr1
5. BRASIL. Portaria Nº MS 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/Portaria_MS_2914-11.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2015.
6. BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11346.htm>. Acesso em: 29 ago. 2015.
7. CETESB. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. Apêndice A, 2009.
8. FERREIRA, Isadora de Afrodite Richwin Bursztyn. Água e política no sertão: desafios ao Programa Um Milhão de Cisternas. Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
9. Planet Under Pressure. Water Security for a planet under pressure. Recommendation for Rio+20. London. March, 2012.
10. SANTOS, P. J. A. dos.; CALVACANTE, L. P. S.; ALMEIDA, R. S. R.; DANTAS NETO, J. Manejos, aspectos sanitários e uso da água de cisternas em comunidade rural do Cariri Ocidental Paraibano. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 5., 2014, Belo Horizonte, Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VIII-046.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2016.



11. SILVA, N. M. D. et al. Fatores intervenientes da qualidade microbiológica das águas de chuva armazenadas em cisternas da área rural do município de Inhambupe no semiárido baiano. In Anais do XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Natal, mai. 2014.
12. SILVA, N. M. D. Qualidade microbiológica das águas em cisternas da área rural do município de inhambupe, no Semiárido Baiano e seus fatores intervenientes. 2013. 126 p. Dissertação Mestrado - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.