

AValiação DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE CISTERNAS DA ZONA RURAL E URBANA DO MUNICÍPIO DE CUITÉ – PB

Leandro Almeida Carvalho¹, Denise Domingos da Silva²

^{1,2}Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental/ Lab. de Química Analítica
Universidade Federal de Campina Grande - Unidade de Educação – Cuité-PB, Brasil.

* Email para correspondência: dedomingos@ufcg.edu.br

Resumo

O uso de cisternas para armazenar água durante os meses sem precipitação contribui para minimizar o problema da quantidade, mas a potabilidade muitas vezes pode ser inadequada. Dessa forma o presente estudo teve como objetivo realizar um estudo físico-químico da qualidade de águas de cisternas da zona rural e urbana do município de Cuité–PB, para verificar se estas atendem aos padrões físico-químicos estabelecidos para a saúde através de medidas de pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, dureza, alcalinidade, cloreto e turbidez. Foram observadas as condições pelas quais a água é armazenada nas cisternas de forma a influenciar na qualidade. As análises demonstraram que, em geral, as águas de cisternas atendem aos padrões físico-químicos estabelecidos, com exceção do teor de cloreto em amostras de águas de chuvas e de sólidos dissolvidos totais nas amostras de carros-pipa. As condições e cuidados praticados pelos proprietários são realizadas de forma moderada.

Palavras-chave: água, potabilidade, saúde humana.

QUALITY ASSESSMENT OF WATER CISTERNS OF RURAL AND URBAN AREA OF THE CITY OF CUITÉ - PB

Abstract

The use of cisterns to store water during the months without precipitation helps to minimize the problem of quantity but the potability can often be inadequate. The present study aimed to perform a physical-chemical study of the quality of water cisterns in rural and urban area of Cuité-PB, to evaluate if they meet the physical and chemical standards set for health through measures pH, electrical conductivity, total dissolved solids, hardness, alkalinity, chloride and turbidity. The conditions under which water is stored in tanks in order to influence quality were observed. The analyzes showed that, in general, water cisterns meet the physicochemical established standards, with the exception of the chloride content in water samples of rainfall and total dissolved solids in the samples of water trucks. The care and conditions practiced by owners are held in moderation.

Keywords: water, potability, human health.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a existência de vida. Todos os seres vivos dependem dela para sobreviver, pois constitui cerca de 60 % do corpo humano, ajuda a manter a temperatura corporal, equilíbrio eletrolítico, participa e permite a ocorrência de mais de 50 % das ações do organismo (VAITSMAN; VAITSMAN, 2005). Em decorrência destes e outros fatores, o seu fornecimento para o ser humano é de importância fundamental para manutenção da vida.

As populações que habitam regiões semiáridas tem a falta de água como principal fator limitante para a sobrevivência e melhoria na qualidade de vida (AMORIM; PORTO, 2001). Nesta região a carência hídrica ocorre pela irregularidade de chuvas que é concentrado em quatro meses com uma variabilidade interanual e pela má qualidade das águas disponíveis (AMORIM; PORTO, 2001). Durante a maior parte do ano verifica-se um longo período, geralmente chamado de estiagem, sem a ocorrência de eventos significativos de precipitação pluviométrica (SOUZA et al., 2011). A demanda de evaporação é elevada nessa região, segundo Gnadlinger (2001) a taxa pode chegar até 3.000 mm anuais. Por esse motivo, é muito carente em relação à distribuição de água (SOUZA et al., 2011).

Os recursos hídricos necessitam, portanto de uma gestão adequada, onde alternativas devem ser implementadas para garantir água em quantidade e qualidade necessária para vida humana, a exemplo disso é o uso de cisternas para armazenamento de água para ser utilizada durante os meses de escassez hídrica. As cisternas podem ser enquadradas dentro das chamadas soluções alternativas de abastecimento pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Estes reservatórios são tanques utilizados para armazenamento de água, muito comuns na cidade de Cuité, onde normalmente são abastecidos por chuva ou carros-pipa. Embora a utilização de carros-pipa minimize o problema da quantidade, propicia o problema da qualidade, pela não utilização adequada da mesma, expondo-a à riscos de contaminação (AMORIM; PORTO, 2001).

As cisternas por serem sistemas “abertos” estão mais suscetíveis a entrada de contaminantes, isso faz com que qualidade da água ocorra em função não só do fornecimento, mas também da consciência e conhecimento prático dos consumidores (AMORIM; PORTO, 2003). Diversos fatores são responsáveis por alterações na qualidade de águas de cisternas. Silva (2013) cita a superfície de captação, utilização de telas de proteção, descarte das primeiras águas, limpeza dos reservatórios, sistemas de bombeamento e tratamentos utilizados como questões são inerentes à qualidade de águas de chuvas.

Como um recurso destinado a consumo humano as cisternas devem atender a padrões de qualidade que são estabelecidos pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e que os sistemas alternativos coletivos ou individuais, estão sujeitos a tais procedimentos para confirmar se essa atende aos padrões estabelecidos.

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo físico-químico da qualidade de amostras de águas de cisternas presentes em residências localizadas na zona rural e urbana do município de Cuité – PB e verificar se essas atendem aos padrões físico-químicos estabelecidos ideais para a saúde humana. O desenvolvimento do estudo contribuiu para observação dos processos de armazenamento e manutenção que estão sendo adotados pela população do referido município, que são importantes para uma melhor conservação e qualidade das águas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área em estudo

O município de Cuité localiza-se no nordeste brasileiro, região centro-norte do estado da Paraíba, na microrregião do Curimataú Ocidental, possui segundo o IBGE (2010) área de 741,84 km², população de 19 978 habitantes e altitude de cerca de 650 metros em sua sede. De acordo com a classificação de Köppen, o clima na região é do tipo BSh (semiárido), com precipitação pluviométrica anual de cerca de 745,8 mm (AESAs, 2009). O abastecimento no município é realizado a partir de água proveniente do açude Boqueirão do Cais, que de acordo com Silva (2010) e Melo (2011) tem apresentado alto teor de sais e dureza.

2.2 Amostragem e coleta das amostras

Foram avaliadas águas de 7 cisternas durante o período de fevereiro a outubro de 2013. O processo de amostragem envolveu coletas em diferentes pontos da zona rural e urbana da cidade (Zona norte, sul, leste, oeste e centro). Após cada coleta, as amostras foram identificadas pelas letras A à G, sendo as amostras A, B, C, F e G correspondentes a zona urbana e as amostras D e E correspondem a zona rural (Quadro 1).

Cada coleta foi realizada em triplicata e armazenada em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 500 mL previamente higienizadas que foram abertas apenas no local, preenchidas por completo e mantidas em refrigeração. As análises foram realizadas na temperatura padrão de 25 °C.

Quadro 1 — Localização dos pontos de coleta.

Pontos	Local de Coleta
P. A	Rua José Cassimiro Dantas, Centro
P. B	Rua Ministro José Américo de Almeida, Jaime Pereira (Zona Sul)
P. C	Rua Sebastião Marcelino, Novo Retiro (Zona Oeste)
P. D	Sítio Marcação (Zona rural)
P. E	Sítio Campo Comprido (Zona rural)
P. F	Rua Adalto Soares, Basílio Fonseca (Zona Norte)
P. G	Avenida Canal, São José (Zona Leste)

2.3 Caracterização das cisternas selecionadas

Simultaneamente ao procedimento de obtenção das amostras foi realizada uma observação de características das cisternas, seguido de um preenchimento de um formulário; onde se buscou identificar fatores que podem influenciar a qualidade da água, que são os cuidados praticados pelos proprietários e as condições pelas quais as águas são captadas e armazenadas. As características observadas foram:

- Material de construção da cisterna;
- Utilização de tampa de proteção;
- Fonte de fornecimento da água;
- Realização do descarte das primeiras águas para cisternas abastecidas por água de chuva;
- Forma de retirada da água;
- Utilização de algum método de tratamento (cloração, filtração);
- Número de lavagens anuais.

2.4 Caracterização da Amostra

Todas as amostras foram analisadas no laboratório de Química Analítica e no laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande e seguiram metodologias recomendadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1999). As determinações das variáveis estudadas ocorreram também pelo manual prático de análise de água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2009). Todas as determinações foram realizadas em triplicata e o valor utilizado foi o médio, encontrado a partir dos dados obtidos.

2.4.1 pH

A medidas de pH foram realizadas em um peagâmetro PHS-3B da marca Phtek, previamente calibrado com soluções tampão $5,00 \pm 0,02$ e $8,00 \pm 0,02$.

2.4.2 Condutividade Elétrica

A condutividade foi medida em um condutímetro mCA-150 da marca TecnoPON, calibrado com solução padrão de cloreto de potássio (KCl) $146,9 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1} \pm 0,5\%$, a temperatura de 25°C foi considerada como padrão.

2.4.3 Sólidos Dissolvidos Totais

Os valores de sólidos dissolvidos totais (SDT) foram estimados a partir dos valores de condutividade elétrica (CE) pela equação (1.0) (OLIVEIRA et al., 2009; APHA, 1999; CASALI, 2008), tais valores são expressos em $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

$$SDT (\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}) = 0,64 \cdot CE (\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}) \quad (1.0)$$

2.4.4 Dureza

Para determinação da dureza foi utilizado o método clássico de volumetria de complexação utilizando o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético). O volume utilizado na titulação foi utilizado na equação (2.0) (FUNASA, 2009) para determinação dos resultados.

$$Dureza (\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}) = \frac{\text{Volume de EDTA (mL)} \cdot 1000 \cdot Fc}{\text{Volume da amostra (mL)}} \quad (2.0)$$

2.4.5 Alcalinidade

As medidas de alcalinidade foram realizadas pelo método de volumetria de neutralização com ácido sulfúrico (H_2SO_4) como agente titulante e solução indicadora alaranjado de metila. A Equação 3.0 (FUNASA, 2009) foi utilizada para determinação dos resultados.

$$Alcalinidade (\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}) = \text{Volume de } \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{mL}) \cdot 20 \quad (3.0)$$

2.4.6 Cloreto

Na determinação do teor de cloreto foi utilizado a volumetria de precipitação com nitrato de prata (AgNO_3) pelo método de Mohr. Os cálculos da concentração de cloreto foi obtido por meio da equação 4.0 (FUNASA, 2009).

$$\text{Cloreto} = \frac{\text{Volume de } \text{AgNO}_3 (\text{mL}) \cdot \text{Concentração de } \text{AgNO}_3 (\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) \cdot 35,45}{\text{Volume da amostra (mL)}} \quad (4.0)$$

2.4.7 Turbidez

Os valores de turbidez para as amostras foram medidos em um turbidímetro modelo TB1000 da marca Tecnopon, previamente calibrados com soluções padrões de 0,1 NTU, 0,8 NTU, 8 NTU, 80 NTU e 1000 NTU.

2.4.8 Interpretação e Análise Estatística

Após a medida de cada uma das variáveis estudadas foi determinado o valor médio e antes disso foi utilizado o teste Q, para avaliar se alguns resultados deveriam ser eliminados do conjunto. O nível de confiança aplicado foi de 95%.

Os dados foram posteriormente submetidos ao cálculo do desvio padrão em cada determinação, para medida da dispersão estatística existente em relação à média simples.

Os resultados foram apresentados na forma de gráficos produzidos no Microsoft Office Excel para visualização, interpretação e comparação com as especificidades de cada parâmetro estabelecidas pela portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das condições e cuidados praticados pelos proprietários

Durante o período de estudo através da observação realizada nas cisternas, associada às respostas dos moradores no formulário, verificaram-se fatores que podem influenciar a qualidade da água, que são os cuidados praticados pelos proprietários e as condições pelas quais ocorre a captação da água e o armazenamento. No quadro 2 estão dispostos os resultados das observações e do formulário aplicado.

Quadro 2 — Resultados das condições e cuidados praticados pelos proprietários.

Cisternas	Características						
	Material de Construção	Tampa de proteção	Forma de retirada da água	Utilização de algum método de tratamento	Fonte de fornecimento da água	Descarte das primeiras águas	Número de Lavagens ao Ano
P.A	Cimento	Sim	M*	Não	Carros-pipa	-	I***
P.B	Cimento	Sim	BM**	Não	Chuva	Sim	I***
P.C	Cimento	Sim	M*	Sim	Chuva	Sim	I***
P.D	Cimento	Sim	M*	Não	Chuva	Sim	I***
P. E	Cimento	Sim	M*	Não	Carros-pipa	-	I***
P. F	Cimento	Sim	M*	Não	Chuva	Sim	I***
P. G	Cimento	Sim	M*	Não	Chuva	Sim	I***

M* - Manualmente; BM** - Bomba-manual; I*** - Isoladamente

Todas as cisternas eram construídas de cimento e possuíam tampa de proteção, no entanto houve casos em que estas eram produzidas a partir de folhas de zinco (cisterna A) ou madeira (Cisterna C) que se apresentavam empenadas formando assim aberturas que favorecem a entrada de partículas e pequenos animais; as constituídas de madeira tem um agravante, pois este material favorece o desenvolvimento de microrganismos que podem poluir a água.

Em relação à forma de retirada, apenas cisterna B continha bomba que transferia a água para outro recipiente, onde este a liberava através de uma torneira, nas demais cisternas estudadas a retirada ocorria de forma manual com a utilização de recipientes próprios. Segundo Silva (2006) o problema quanto a tal forma de retirada da água ocorre se este recipiente não for manuseado de forma adequada, o sistema será suscetível a possíveis contaminantes que irão poluir a água quando utilizados nas cisternas. Durante os procedimentos de coleta foi observado que normalmente os moradores guardavam os recipientes junto com materiais de cozinha ou sobre a própria cisterna.

Apenas o proprietário da cisterna C relatou que filtrava e utilizava o cloro antes do uso da água, e nas cisternas B, F e G ele não era utilizado porque poderia matar pequenos peixes que eram criados, esse fato era estimulado para eliminação de larvas como a do *Aedes aegypti*. Outros moradores relataram que anteriormente faziam uso de tal prática, no entanto atualmente ela não era mais praticada por receberem orientação que as fezes liberadas pelos peixes podem contaminar a água. Constatou-se também que muitos desconheciam sobre as dosagens de cloro necessárias para o tratamento. Segundo Meyer (1994) a adição de cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a destruição ou a inativação de organismos patogênicos, que são capazes de produzir doenças ou de outros organismos indesejáveis. Segundo Silva (2006) o processo de cloração é eficiente para desinfecção da água, no entanto deve inspirar cuidados, pois se realizado sem controle pode gerar subprodutos potencialmente carcinogênicos.

Em 100 % das cisternas estudadas que recebiam águas de chuvas foi relatado que havia o descarte das primeiras águas, que é uma característica importante para manutenção da qualidade, pois previne que microrganismos, folhas e fezes de animais presentes na superfície de captação cheguem à cisterna. De acordo com estudos realizados por Anecchini (2005) a eliminação dos primeiros milímetros ocasionou uma redução significativa dos parâmetros analisados (condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio, cloretos, sulfatos e coliformes totais). Segundo Melo (2007) a partir de certa quantidade da precipitação, ocorre estabilização dos valores para as variáveis analisadas (condutividade elétrica, pH e turbidez) e a água se torna de excelente qualidade.

Em todas as cisternas estudadas a limpeza não ocorria de maneira periódica e a água proveniente das novas chuvas se misturava com as armazenadas nas cisternas, devido ao fato de o volume não ser totalmente consumido.

3.2 Análise físico-química da água

3.2.1 pH

Os resultados referentes às medidas de pH das amostras de água das cisternas estão dispostos na Figura 1.

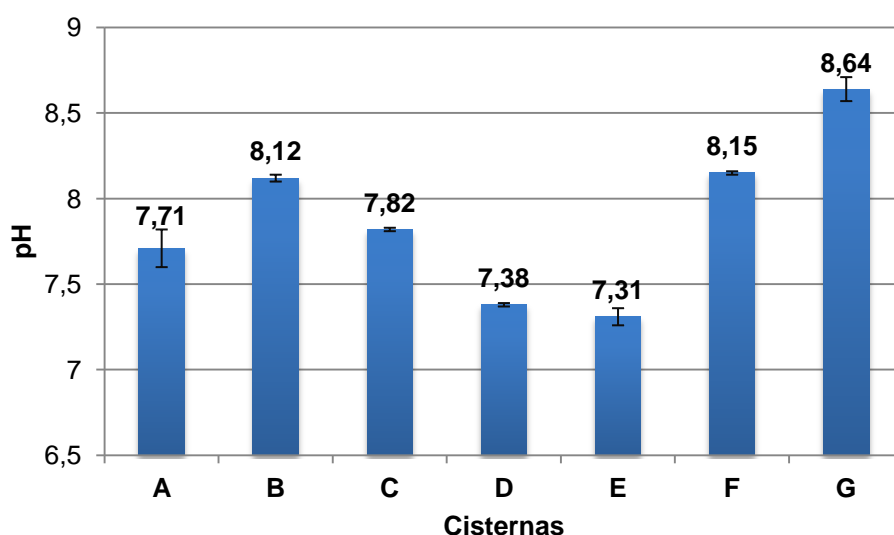


Figura 1 — Medidas de pH das amostras das águas de cisternas analisadas.

Os níveis de pH foram relativamente semelhantes, mesmo considerando que as cisternas apresentavam águas de chuvas e carros-pipa. A média entre os valores encontrados foi de 8,03. Todas apresentavam pH básico, mas dentro da faixa estabelecida pela portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde como ideal para manutenção da saúde humana que fica entre 6,0 e 9,5. Resultados próximos ao do presente estudo foram relatados por Tavares (2009) em cisternas da região semiárida do estado da Paraíba, onde também foram encontrados valores de pH básicos em todas as cisternas analisadas.

As cisternas que continham águas de chuvas (B, C, D, F e G) apresentaram os valores de pH básico e, normalmente a água de chuva possui pH relativamente baixo, no entanto segundo Silva (2006) a água da chuva adquire característica alcalina após ser armazenada em cisternas de cimento, devido sua característica corrosiva que provoca a dissolução de compostos presentes nas superfícies de captação e armazenamento elevando o pH. Quando provenientes de carros-pipas é necessário à observação do local de coleta, condições de armazenamento e transporte dessas águas. Nas cisternas analisadas A e E utilizavam carros-pipas que eram abastecidos a partir de poços subterrâneos, essa fonte de fornecimento pode apresentar diferentes características que dependem principalmente da profundidade e constituição do solo.

3.2.2 Condutividade Elétrica (CE) e Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os resultados médios de condutividade elétrica (CE) obtidos entre as amostras analisadas são apresentados na Figura 2. De acordo com os valores encontrados, observa-se que ocorre uma grande variabilidade entre esses, isso se deve as diferentes concentrações de sais dissolvidos.

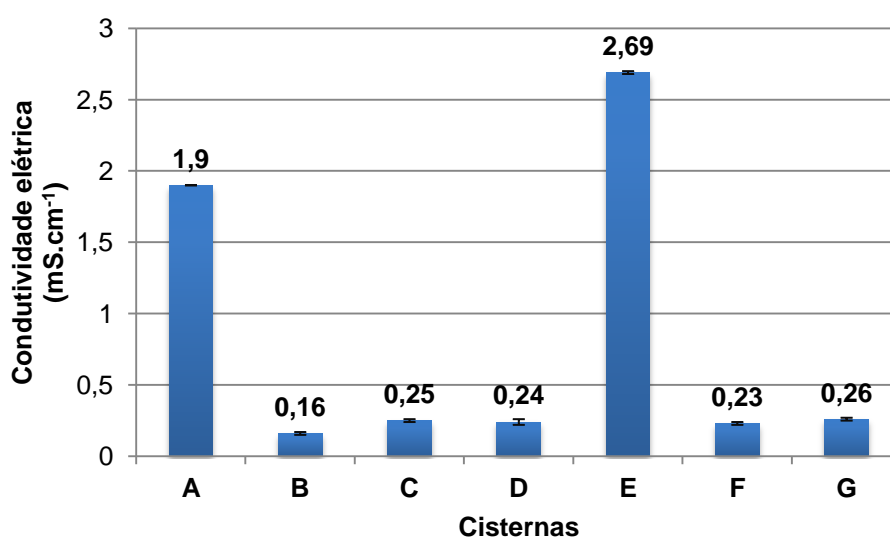


Figura 2 — Medidas de condutividade elétrica das amostras de água das cisternas analisadas.

Este parâmetro não representa um problema para a saúde humana, contudo, a partir do seu valor pode ser estimada a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), que são mostrados na Figura 3, e este é um problema potencial, pois água com excesso de SDT se torna impalatável devido à alteração no gosto, ocasiona problemas de corrosão de tubulações e o seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea e possibilita a formação de cálculos renais (CASALI, 2008).

A estimativa de SDT através de sua relação com a condutividade elétrica tem sido proposta (OLIVEIRA et al., 2009; AHPA, 1999) como uma alternativa rápida e fácil para conhecer uma concentração relativa de sais presentes nas amostras de águas. No entanto, a multiplicação da CE por 0,64 só é recomendada para águas com CE inferior a 5.000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (CASALI, 2008). Essa determinação só é possível devido ao fato que a CE é proporcional ao teor de sais e aumenta na mesma medida.

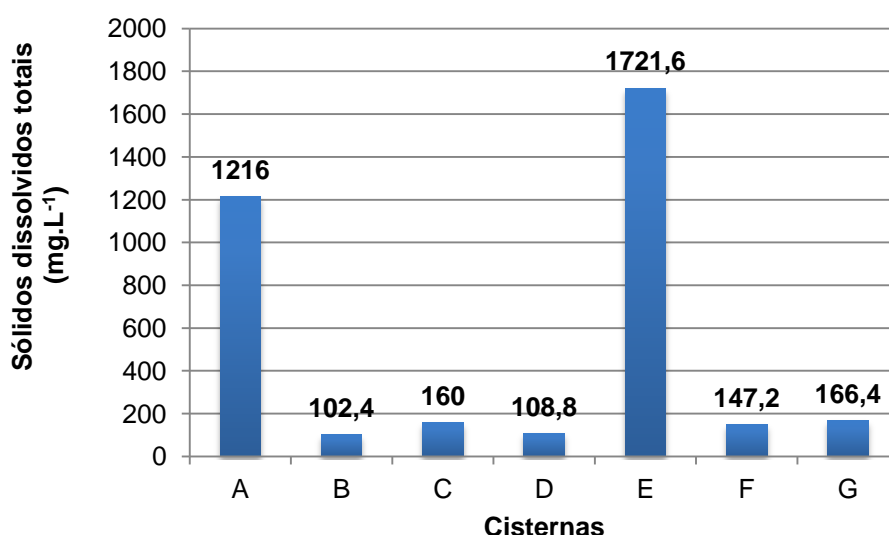


Figura 3. — Estimativa de sólidos dissolvidos totais.

O Ministério da Saúde estabelece que 1000 mg.L^{-1} de SDT deve ser limite para águas destinadas a consumo humano. Assim, 28,57 % das cisternas estudadas possui excesso de SDT o que torna seu consumo não indicado. Essas cisternas com excesso de SDT possuem águas provenientes de carros-pipa que normalmente são abastecidos em poços subterrâneos. Segundo CASSALI (2008) isto se deve ao maior teor de sais que as águas subterrâneas apresentam na sua constituição, em virtude de estar em contato direto com a rocha matriz, que é mais rica em nutrientes. Associado a isso estão às condições e cuidados praticados durante a coleta e transporte da água, pois devido sua própria constituição e propriedades, a solubilização de componentes ocorre muito facilmente.

TAVARES (2009) também relatou variações nos valores de SDT em cisternas que recebem águas de chuvas e carros-pipas. BRITO et al. (2005) encontrou valores entre $128,0 \text{ mg.L}^{-1}$ a $230,4 \text{ mg.L}^{-1}$ para SDT em águas armazenadas em cisternas de uma comunidade rural que recebem águas de chuva e carros-pipa no município de Petrolina – PE, valores próximos ao do presente estudo.

3.2.3 Dureza

Os resultados dos níveis de dureza nas amostras podem ser visualizados na Figura 4.

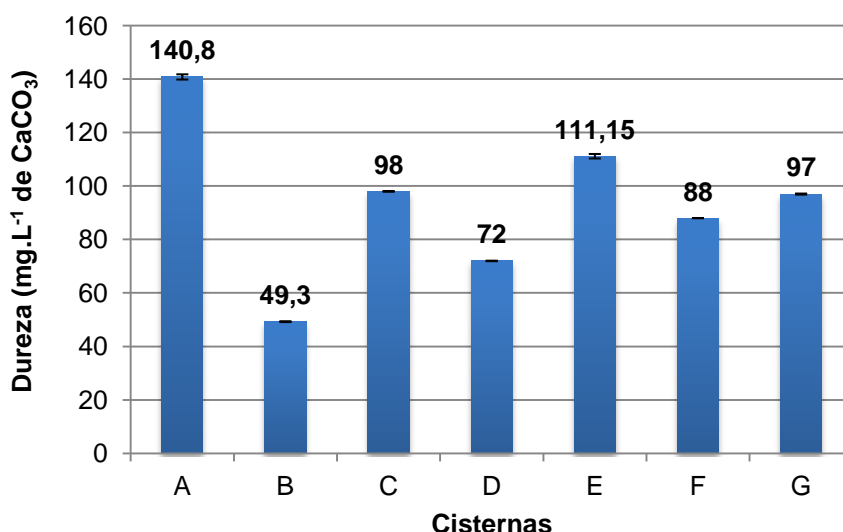


Figura 4 — Medidas de dureza das amostras de água das cisternas analisadas.

Todas as amostras estudadas apresentaram níveis de dureza dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, que é de até 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃, sendo que somente a amostra B apresentou-se como uma água mole (<50 mg.L⁻¹ de CaCO₃), o restante das amostras apresentaram uma dureza moderada (entre 50 e 150 mg.L⁻¹ de CaCO₃). Tal característica surge naturalmente, no caso de águas provenientes de carros-pipa obtidas em poços subterrâneos, à água adquire pela solubilização dos componentes, principalmente quando em contato com regiões calcárias. Quando provenientes da chuva a dureza é adquirida pela corrosão da água que dissolve o carbonato de cálcio e magnésio presentes nos sistemas de captação e armazenamento, em ambos os casos, isso contribui também com a elevação do pH. TAVARES (2009) em análises de águas de cisternas na região semiárida do estado da Paraíba, também evidenciou valores próximos ao do presente estudo, maiores em águas provenientes de carros-pipa e todos adequados aos padrões exigidos pelo Ministério da Saúde.

Conforme os dados, normalmente as amostras que possuem maior dureza possuem também os maiores valores de sólidos dissolvidos totais, confirmando a contribuição dessa característica. A amostra B foi a que apresentou os menores valores de dureza, CE e SDT; provavelmente a forma de retirada da água nessa cisterna que é através da utilização de bomba pode ter contribuído para isso.

Roloff (2006) cita que a dureza da água causa sabor desagradável e efeitos laxativos. Alvarado (1999) verificou que águas duras provocam formação de incrustações em caldeiras e redução na formação de espuma.

3.2.4 Alcalinidade

Os resultados para as medidas de alcalinidade estão representados na Figura 5.

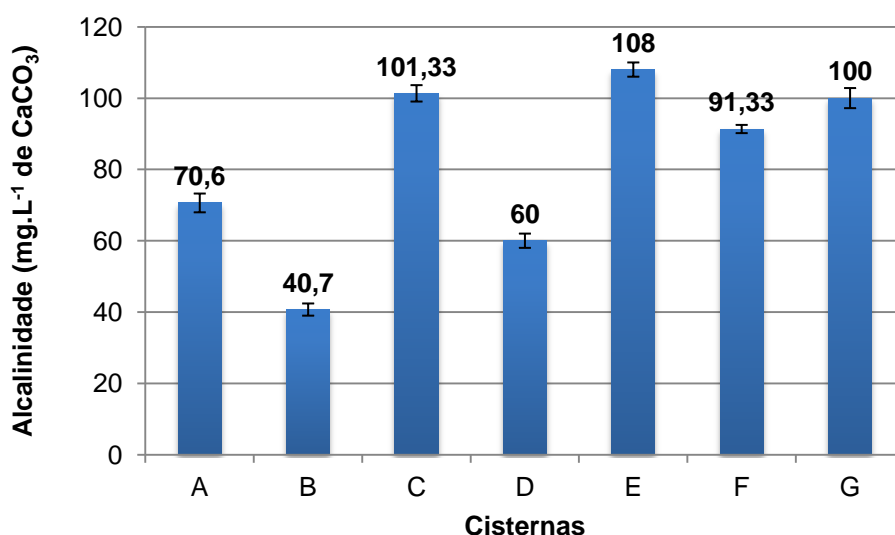


Figura 5 — Medidas de alcalinidade das amostras de água das cisternas analisadas.

Os resultados demonstram uma significativa capacidade de resistir às alterações de pH nas cisternas analisadas. A alcalinidade, assim como a dureza é provocada pela dissolução de compostos do cimento por águas de chuvas. A distribuição das três formas de alcalinidade (carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos) ocorre de acordo com o pH, que neste caso a característica é atribuída à presença de carbonatos e bicarbonatos.

Segundo Sperling (2005) a alcalinidade não tem significado relevante do ponto de vista sanitário, no entanto altos valores conferem gosto amargo à água. A principal importância está nos processos de tratamento de água, uma vez que essa característica está envolvida em operações como a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações (SPERLING, 2005).

3.2.5 Cloreto

As concentrações de cloreto foram abaixo do estabelecido em pelo Ministério da Saúde em 71,43 % das cisternas analisadas. Este, determina um teor mínimo 0,2 mg.L⁻¹ durante todo o período de manutenção e 0,5 mg.L⁻¹ após a desinfecção. Somente o proprietário da cisterna C relatou o tratamento da água com cloro, no entanto este era utilizado unicamente antes do consumo e concentrações baixas foram encontradas, Figura 6.

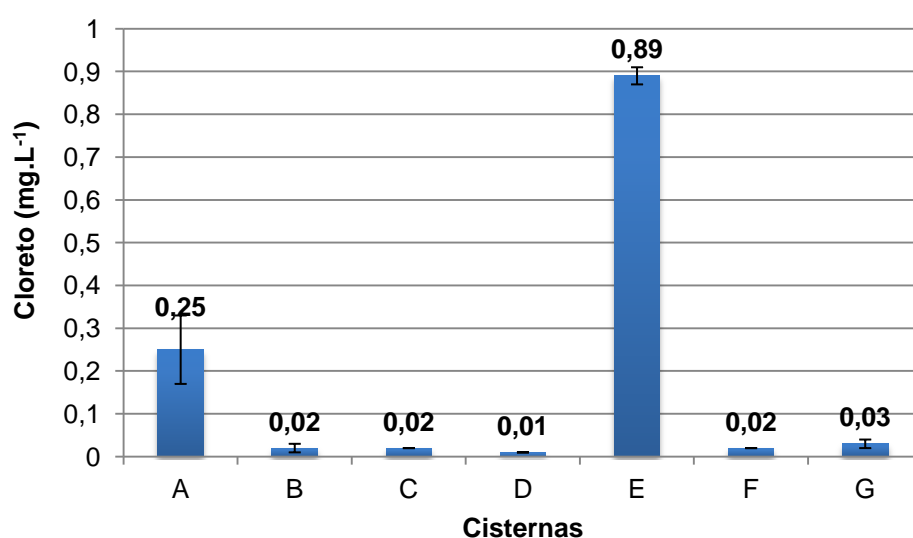


Figura 6 — Medidas de cloreto das amostras de água das cisternas analisadas.

As águas das cisternas A e E apresentaram as maiores concentrações de cloreto, entre 0,25 e 0,89 mg.L⁻¹, valores mais altos se comparados as amostras de chuva, provavelmente por estas armazenarem águas de carros-pipa, que possuem constituição química diferente ou adições de cloro foram utilizadas. Das amostras de águas somente das chuvas que expuseram valores entre 0,01 e 0,03 mg.L⁻¹. As amostras da chuva apresentaram valores menores, pois estas apresentam uma baixa concentração de constituintes químicos. Em todas as cisternas analisadas nenhum proprietário relatou que fazia uso de tratamento com cloro na própria cisterna. Tal concentração é importante pelo fato que o cloro age oxidando e destruindo microrganismos que podem provocar doenças, neste caso, é possível que contaminação microbiológica pode estar presente nas cisternas analisadas. Estudos de AMORIM e PORTO (2001) verificaram a presença de coliformes em quantidades acima das previstas nos padrões de potabilidade, em todas as amostras estudadas ao analisar qualidade bacteriológica das águas de cisternas no município de Petrolina – PE.

No entanto, segundo Andrade Neto (2004) o consumo de águas de cisternas é seguro, uma vez que problemas relacionados a tal prática são muito pequenos se comparados ao número de pessoas que fazem uso doméstico de águas de cisternas em todo o mundo com segurança. Contudo, a qualidade da água usada para provisão doméstica é de importância

particular porque na maioria dos casos, é usada para beber sem ser tratada (ANDRADE NETO, 2004).

3.2.6 Turbidez

Em 100 % das amostras analisadas os valores de turbidez estavam dentro do estabelecido pelo Ministério da Saúde que é de até 5,0 NTU. Houve uma variação significativa entre as amostras. Segundo Tavares (2009) estas variações ocorrem devido origem da água e a manutenção do sistema. Variações significativas neste parâmetro foram relatadas por Amorim e Porto (2001) associadas à origem da água. O maior valor encontrado foi 3,36 NTU na cisterna E abastecida por carro pipa, Figura 7.

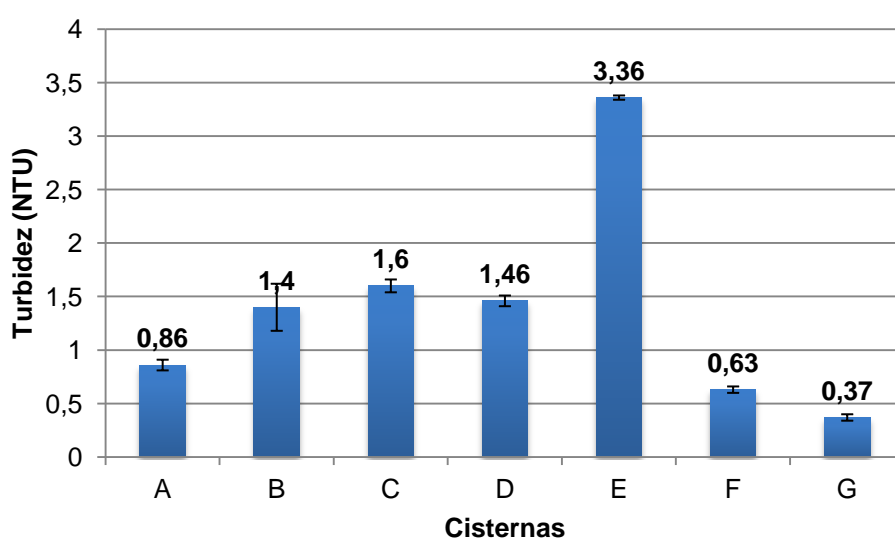


Figura 7 — Medidas de turbidez das amostras de água das cisternas analisadas.

Segundo Sperling (2005) o elevado teor de turbidez surge por matéria orgânica e inorgânica em suspensão o que pode servir de abrigo para microrganismos e diminuir a eficiência do tratamento químico ou físico da água. Embora estes valores sejam aceitáveis, muitos autores têm criticado, propondo que o limite seja abaixo de 1,0 NTU para que o tratamento da água tenha maior efeito (CASALI, 2008)

4 CONCLUSÃO

As águas de cisternas em geral atendem aos padrões estabelecidos, especialmente quando abastecidas por águas de chuvas que, apresentaram concentrações dentro do estabelecido pelo Ministério da Saúde para as medidas de pH, SDT, dureza, alcalinidade e turbidez; e abaixo do recomendado para o cloreto. Quando provenientes de carros-pipas as amostras de água apresentaram elevados valores de SDT.

Embora as maiorias das características físico-químicas estejam incluídas dentro do estabelecido, as medidas para assegurar condições adequadas à manutenção da qualidade de águas são realizadas de forma moderada, o que necessita de uma averiguação periódica da qualidade das cisternas proporcionando águas com teores adequados para as atividades gerais e principalmente humanas.

A caracterização das condições e cuidados indicam que muitos dos moradores ainda desconhecem sobre as medidas essenciais para manutenção da qualidade de águas e que as práticas realizadas são difundidas pelo conhecimento popular adquirido na comunidade.

Isso demonstra uma necessidade de campanhas educativas para melhorar o conhecimento da população, especialmente em uma região extremamente carente em relação à distribuição quantitativa e qualitativa de águas, como na área estudada.

A pesquisa apresentou resultados interessantes e por ser pioneira voltada a uma área e amostra pouca estudada conclui-se que outros analitos poderão ser investigados contribuindo para um maior conhecimento da referida matriz.

5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Relatório Anual sobre a situação dos recursos hídricos no estado da Paraíba. 2009.

ALVARADO Darner Mora; HERRERA Nuria Alfaro. Caracterización y distribución por cantones de la dureza del agua em fuentes utilizados para consumo humano em Costa Rica. **Revista Costarricense de Salud Pública**. San José, v.8 n.15, dec. 1999.

AMORIM, Miriam Cleide Cavalcante de; PORTO, Everaldo Rocha. Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001. Petrolina. **Anais...** Pernambuco: ABCMAC, 2001. p. 2 – 5.

AMORIM, Miriam Cleide Cavalcante; PORTO, Everaldo Rocha. Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos. In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 4., 2003, Juazeiro. **Anais...** Juazeiro: ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. Proteção sanitária das cisternas rurais. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11., 2004. Natal. **Anais.** Natal: ABES/APESB/APRH, 2004. p. 2 – 3.

ANNECCHINI, Karla Ponzio Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BRASIL. Portaria nº 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Jan. 2012. Seção 1, p 43.

BRITO, Luiza Teixeira de Lima et al. **Avaliação das características físico-químicas e bacteriológicas de águas de cisternas da comunidade Atalho, Petrolina – PE**. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. 5., 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: [s.n], 2005.

CASALI, Carlos Alberto. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 173f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual Prático de Análise de Água**. Brasília, 2009.

GNADLINGER, João. A contribuição da captação de água de chuva para o desenvolvimento sustentável do semi-árido brasileiro – uma abordagem focalizando o povo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2010. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.html>>. Acesso: 22 de Maio de 2013.

MELO, Maria Jubelita Silva. **Investigação de propriedades físico-químicas de águas de abastecimento utilizando metodologias analíticas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité. 2011.

MELO, Luciano Rabello da Cunha. **Variação da Qualidade da Água de Chuva no Início da Precipitação.** 2007. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

MEYER, Sheila T. O uso do cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cad. Saúde Públ.**, vol. 10, n.1, p. 99-110, jan/mar. 1994.

OLIVEIRA, Rui de et al. **Relação entre condutividade e sólidos totais dissolvidos.** In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2009, Rio de Janeiro: [s.n], 2009.

ROLOFF, Tatiana Aparecida. Efeitos da não aplicação do controle de qualidade da água nas indústrias alimentícias. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v.1, n.1, p.52-57, 2006.

SILVA, Carolina Ventura da. **Qualidade da água de Chuva Para Consumo Humano Armazenada em Cisternas de Placa. Estudo de Caso: Araçuaí, MG.** 2006. 136f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SILVA, José Fabiano da Rocha. **Avaliação físico-química e microbiológica da água de abastecimento do Município de Cuité – PB. 2010.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2010.

SILVA, Nara de Melo Dantas da. **Qualidade microbiológica das águas de chuva em cisternas da área rural do município de Inhambupe, no semiárido baiano e seus fatores intervenientes.** 2013. 136f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3º ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

SOUZA, Sérgio Henrique Braga de et al. Avaliação da qualidade da água e da eficácia de barreiras sanitárias em sistemas para aproveitamento de água de chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 3, p. 81-93, 2011.

APHA. Standard Methods of Examination of Water and Wastewater, 20th Edition. American Public Health Association. 1999.

TAVARES, Adriana Carneiro. **Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais no semi-árido paraibano**. 2009. 165f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009.

VAITSMAN, Delmo Santiago; VAITSMAN, Mauro Santiago. **Água Mineral**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

6 AGRADECIMENTOS

À Propex /UFCG pela bolsa PIVIC e aos moradores/colaboradores por cederem às amostras de águas de cisternas para o desenvolvimento do estudo.