



EDUCAÇÃO CIÊNCIA E SAÚDE
<http://dx.doi.org/10.20438/ecs.v4i1.96>

ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUAS DE CISTERNAS CALÇADÃO DA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE CUITÉ - PB

Janaina Araújo Lima Soares¹, Ana Carolina Paiva da Silva², Denise Domingos da Silva³

^{1,2} Curso de Licenciatura em Química, Unidade Acadêmica de Biologia e Química, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, Brasil. Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental/ Lab. de Química Analítica.

³ Prof^a Unidade Acadêmica de Biologia e Química, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, PB, Brasil.

Email para correspondência: janainaraujo.quimica2012@hotmail.com

Resumo

A água é um recurso muito precioso e fundamental para existência da vida dos seres vivos no planeta terra e as populações que habitam regiões semiáridas têm este recurso cada vez mais limitado e essa falta d'água é o principal problema a ser enfrentado. Visando uma melhoria para a população que reside nessa área, foram implantadas nessas regiões uma tecnologia social bastante eficiente chamada cisterna calçadão. O presente trabalho tem como objetivo analisar as propriedades físico-químicas de amostras de águas dessas cisternas localizadas na zona rural do município de Cuité-Pb e verificar se as mesmas estão dentro dos valores estabelecidos pelo Ministério da Saúde para o consumo humano. Os parâmetros estudados foram pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, alcalinidade, dureza e cloreto. Após a realização do estudo observou-se que os parâmetros físico-químicos que se encontram em desacordo com o Ministério da Saúde, são o SDT, que em todos os pontos analisados estão acima do valor máximo permitido, e o teor de cloreto se encontra abaixo do valor mínimo permitido, exceto no ponto 02. Pode-se concluir com relação à potabilidade das amostras de águas analisadas, que as mesmas se encontram fora do padrão de aceitabilidade para o consumo humano.

Palavras-chave: cisterna calçadão, parâmetros físico-químicos, potabilidade

Abstract

Water is a very precious and fundamental resource for the existence of living beings on planet earth and populations living in semi-arid regions have this resource increasingly limited and this lack of water is the main problem to be faced. Aiming at improving the population living in this area, a very efficient social technology was implemented in these regions called the cistern. The present work has the objective of analyzing the physical-chemical properties of water samples of these cisterns located in the rural area of the municipality of Cuité-Pb and verify if they are within the values established by the Ministry of Health for human consumption. The studied parameters were pH, turbidity, electrical conductivity, total dissolved solids, alkalinity, hardness and chloride. After the study, it was

observed that the physico-chemical parameters that are in disagreement with the Ministry of Health are the SDT, which in all analyzed points are above the maximum allowed value, and the chloride content is below of the minimum value allowed, except at point 02. It can be concluded with regard to the potability of the analyzed water samples that they are out of the acceptable standard for human consumption.

Key words: sidewalk cistern, physical-chemical parameters, potability

1 Introdução

A água é o recurso mais precioso e fundamental para existência da vida de diversos seres vivos no planeta terra. Esse recurso natural é indispensável para a manutenção da vida. Tem comportamento majoritário nos seres vivos, podendo representar 65% a 95% de massa da maior parte das formas vivas (MACEDO, 2007). Todo organismo existente depende dela para sobreviver, sendo necessário para a sobrevivência que a água apresente condições físicas e químicas adequadas, além de disponibilidade.

As populações que habitam regiões semiáridas, tem uma baixa disponibilidade de água devido à carência hídrica ocorrida pela irregularidade de chuvas e pela má qualidade das águas disponíveis, sendo assim estas populações tem como principal fator limitante a falta de água, dificultando a sobrevivência e a qualidade de vida. (AMORIM e PORTO, 2001).

O problema da escassez da água na região do Curimataú paraibano que tem como definição semiárida é cada vez mais agravante e precisa-se da implantação de infraestrutura para captação e armazenamento de águas das chuvas, e com isso ajuda a minimizar o problema da falta de água. Como fonte alternativa de captação de água para a sobrevivência tem-se as cisternas. E as cisternas podem ser enquadradas dentro das chamadas soluções alternativas de abastecimento pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

É de suma importância que a água utilizada para consumo humano apresente boa qualidade e não cause danos à saúde pública. Então é fundamental recorrer a cuidados na coleta e armazenamento dessas águas provenientes da chuva e conseqüentemente é preciso também estudos (análises) dessas águas utilizadas pelos moradores dessas regiões.

Os recursos hídricos necessitam, portanto, de uma gestão adequada, onde alternativas devem ser implantadas para garantir água em quantidade e qualidade necessária para vida humana (CARVALHO, 2008).

No Brasil, o Ministério da Saúde é o responsável pelos parâmetros de potabilidade, bem como pela sua fiscalização, segundo consta na Portaria nº36 de 19 de janeiro de 1990 e seguindo os valores estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011).

As cisternas calçadão são uma tecnologia bastante eficiente e razoavelmente nova na região, ela é de forma geral, um reservatório (cisterna), onde se conservam as águas de chuva. Basicamente seu funcionamento é através da captação de água de chuvas em uma área com declividade para que a água escoe superficialmente sobre o calçadão até um tanque, sendo que o mesmo estará ligado à cisterna através de um cano PVC e nela a água ficará armazenada.

O presente estudo tem como objetivo avaliar amostras de águas de cisternas calçadão da zona rural do município de Cuité-PB. Como a literatura não apresenta estudos sobre essas cisternas calçadão, o desenvolvimento desta pesquisa contribuiu para observação da qualidade de águas das referidas cisternas, e dos cuidados que se deve ter ao captar e armazenar águas de chuvas, além de levar o conhecimento da existência das mesmas.

2 METODOLOGIA

2.1 Descrição da área de 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 (2015) área de 741,840 km², população de 20.325 habitantes e densidade demográfica 26,93 hab/km². Com latitude 06° 29' 01" S e longitude 36° 09' 13" W tem como altitude 649 m.

Para análise de amostras de águas foram escolhidos os seguintes pontos na zona rural do município de Cuité-Pb e estão situados nos Sítios: Federação (Ponto 1, 2, 4 e 5) e Lagoa do Serrote (Ponto 3) (Figura 1).

Os pontos foram escolhidos nesta região devido à carência de estudos nas mesmas, sabendo da importância de saber como se encontra a qualidade físico-química de águas de chuvas armazenadas em cisternas e tendo conhecimento que os proprietários destas cisternas utiliza-se dessas águas

para consumo, foi de suma importância levar tal conhecimento para as famílias das cisternas analisadas.

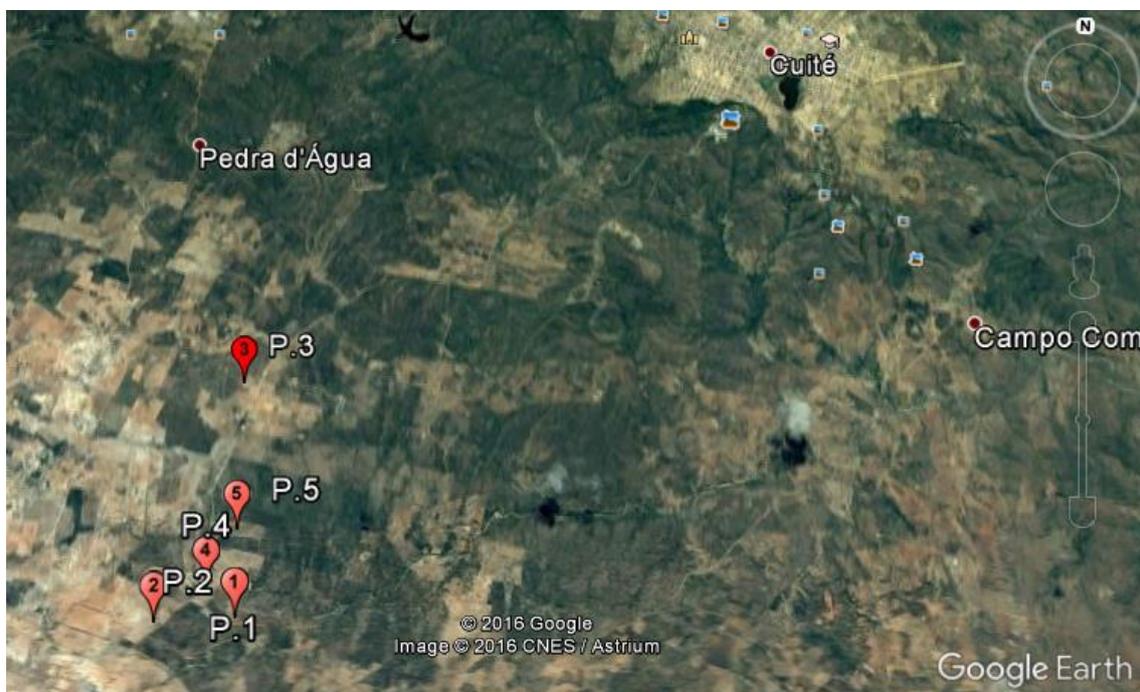


Figura 1. Área de estudo

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Foram avaliadas águas de cinco cisternas durante o período de novembro de 2016 á janeiro de 2017. Os pontos de coletas foram escolhidos na zona rural da cidade. Após cada coleta, as amostras foram identificadas pelos números de 01 a 05 (Tabela 1).

Tabela 1. Pontos e Locais de coletas.

Pontos de Coleta	Locais da coleta
Ponto 01	Sítio Federação
Ponto 02	Sítio Federação
Ponto 03	Sítio Lagoa do Serrote
Ponto 04	Sítio Federação
Ponto 05	Sítio Federação

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

2.2 Amostragem e diagnóstico do gerenciamento das cisternas

Foram coletadas cinco amostras de água das cisternas de calçadão na zona rural da cidade de Cuité - PB e em seguida foram identificadas com números, data e hora da coleta, e armazenadas de acordo com as normas para assim serem analisadas. Cada coleta foi realizada em triplicata e armazenada em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 1,5 L previamente higienizadas que foram abertas apenas no local, preenchidas por completo e mantidas em refrigeração.

Foi realizado um diagnóstico do gerenciamento das cisternas calçadão selecionadas para análise por meio de questionários aplicados aos proprietários das mesmas, pois o meio de captação e a forma de armazenamento e retirada de água influencia diretamente na qualidade e contaminação dessas águas (Carvalho e Silva, 2014). E assim foram questionados sobre os seguintes requisitos:

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

2.3 Análises físico-químicas

As análises das amostras foram realizadas no laboratório de Química Analítica e no Laboratório de Biocombustível e Química Ambiental (Bioambi) da UFCG Campus de Cuité-PB. Foram realizados testes de pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, dureza total, teor de cloreto e alcalinidade. Na determinação das propriedades físico-químicas das amostras de água utilizou-se também métodos titulométricos. Os valores foram determinados utilizando o manual prático de análise de água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2009), e as metodologias recomendadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1999).

2.3.1 Medidas de pH

Os pH das amostras de água foram medidos em um potenciômetro (pHmetro) digital, pH METER MODEL, da marca PHTEK, modelo: PHS-3B digital, calibrado com solução tampão pH 7,0 e 4,0.

2.3.2 Condutividade Elétrica

A condutividade foi determinada por meio de um condutivímetro digital, modelo mCA 150, da marca Tecnocon, 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.

2.3.3 Estimativa dos Sólidos Dissolvidos Totais

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 $5.000 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ (CASALI, 2008). Essa determinação só é possível devido ao fato que a CE é proporcional ao teor de sais e aumenta na mesma medida.

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

2.3.4 Turbidez

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

2.3.5 Determinação da dureza

O método empregado foi à volumetria de complexação, foram realizadas titulações com EDTA $0,01 \text{ mol/L}$, essas foram feitas em triplicatas e tomou-se a

média dos volumes gastos. Em seguida fez-se os cálculos usando a média do volume utilizado para determinação dos resultados.

2.3.6 Determinação de Cloretos

O método para a determinação de cloretos foi realizado pelo Método de Mohr, com uma solução de nitrato de prata 0,1 mol/L e o uso do indicador de cromato de potássio. As titulações foram feitas em triplicatas e em seguida os cálculos da concentração de cloreto.

2.3.7 Alcalinidade

O método para a determinação da alcalinidade foi por volumetria de neutralização, com uma solução de ácido sulfúrico 0,1 mol/L e o uso do indicador de alaranjado de metila. As titulações foram feitas em triplicatas para determinação dos resultados.

3 Resultados e Discussões

3.1 Diagnóstico e caracterização das cisternas calçadão

Com a caracterização das cisternas calçadão verificou-se os cuidados praticados dos proprietários e as condições pelas quais as águas eram captadas e armazenadas, e após a obtenção desses resultados pode-se ter um diagnóstico bastante satisfatório em relação aos cuidados práticos que se deve ter ao utilizar as águas de chuvas para consumo, e após tal etapa começou-se a análise das águas para averiguação dos padrões físico-químicos.

Na Tabela 2 apresenta-se as indagações feitas aos proprietários e suas respostas.

Todas as cisternas foram construídas com cimento e tinham tampas de proteções feitas de zinco e ainda continham cadeados para maior segurança das mesmas, e com essa observação, foi constatado que tendo o cuidado de deixar essas cisternas sempre tampadas evitando cair folhas, fezes de aves e animais pequenos diminuem consideravelmente os riscos de contaminação da água.

Sobre a procedência das águas, as cisternas dos pontos 01 e 02 são provenientes tanto de carro-pipa como de chuvas e os demais (ponto 03, 04 e 05) são apenas de águas provenientes das chuvas. Como todas as cisternas

continham água de chuva foi coerente indagar sobre se há descarte ou não das primeiras águas e todos os proprietários informaram que sim, ou seja, descartavam águas que escorrem no calçadão para total limpeza de sujeiras que iriam contaminar a água. Assim, a pergunta posterior indagava sobre se havia a limpeza e higienização do calçadão e do tanque, e todos os proprietários responderam que também têm esse cuidado com a limpeza.

Tabela 2. Diagnóstico e caracterização das cisternas calçadão

Pontos	Indagações e respostas							
	Material de construção	Tampa de proteção	Água proveniente	Descarte das primeiras águas	Limpeza da área de captação	Forma de retirada de água	Número de lavagens anuais	Utiliza algum método de tratamento
Ponto 01	Cimento	Sim	Carro-pipa e chuva	Sim	Sim	Bomba manual	01	-
Ponto 02	Cimento	Sim	Carro-pipa e chuva	Sim	Sim	Bomba manual	01	-
Ponto 03	Cimento	Sim	Chuva	Sim	Sim	Bomba manual	01	-
Ponto 04	Cimento	Sim	Chuva	Sim	Sim	Bomba manual	01	-
Ponto 05	Cimento	Sim	Chuva	Sim	Sim	Bomba manual	01	-

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Outra questão importante é a forma de retirada da água para uso diário e da mesma forma todos os proprietários tem tal cuidado. Não é preciso abrir a tampa de proteção, pois as cisternas têm uma bomba manual onde os proprietários utilizam para retirar a água.

Em todas as cisternas analisadas o número de lavagens anuais segundo os moradores eram apenas uma, e assim a água proveniente das novas chuvas acabam que se misturando com as que já estão armazenadas, pois como a região do semiárido nordestino sofre com a estiagem, não se pode descartar a água já armazenada, pois todos contam com a economia diária para que o volume de água restante possa durar por mais tempo, principalmente se não houver precipitação de chuva na região.

Em relação ao tratamento das águas das cisternas, todos os proprietários deixaram tal questão sem resposta, mas em loco foi feita uma indagação sobre tal fato, e os mesmos ressaltaram que na cisterna não é feito nenhum

tratamento, mas na água para o consumo eles utilizam dois métodos: a filtração e cloração.

As análises microbiológicas não foram realizadas, entretanto sabe-se que a realização da análise microbiológica é imprescindível para concluir todos os cuidados práticos necessários nas etapas de captação e armazenamento das águas de chuvas, tendo-se assim outros tipos de informações da referida matriz em estudo.

Como explica Andrade Neto, (2004 apud TAVARES, 2009, p. 27):

[...] A contaminação microbiológica depende dos cuidados no manejo em todas as etapas de captação, armazenamento e retirada da água da cisterna para seu consumo final. A incorporação de barreiras sanitárias simples no sistema de captação (por exemplo, sistemas de desvio das primeiras águas de chuva), na retirada da água da cisterna (bomba manual) e a desinfecção antes do consumo são importantes para assegurar a qualidade da água a ser consumida.

3.2 Análises dos parâmetros físico-químicos das amostras de águas

As análises dos parâmetros físico-químicos das amostras de águas de cisternas calçadão da zona rural do município de Cuité-PB foram realizadas em triplicatas, calculados os valores médios e em seguida os desvios padrões.

3.2.1 Análise do pH

As medidas do pH das cinco amostras de águas das cisternas calçadão da zona rural do município de Cuité-PB, e seus desvio-padrões estão detalhados no Gráfico 1.

As medidas de pH das amostras de água da chuva variaram de 8,45 a 9,49, isso se deve ao fato segundo Silva e Pádua (2007) que 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.

Os proprietários das cisternas relataram que faz pouco tempo de construção delas e ao serem construídas foi passado em suas paredes uma cola específica para que as mesmas não tivessem vazamento, fazendo assim que estes resultados de pH sofressem uma influência de substâncias

dissolvidas da parede interna de revestimento, principalmente carbonato de cálcio, conseqüentemente elevando o pH da água.

3.2.2 Condutividade Elétrica (CE)

O Ministério da Saúde não especifica valores para o SDT, mas considera que através desses valores pode-se calcular a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT). Segundo Libânio (2010), a condutividade elétrica não é um parâmetro integrante do padrão de potabilidade brasileiro, mas constitui-se em um importante indicador de eventual lançamento de efluentes por relacionar-se à concentração de sólidos dissolvidos totais.

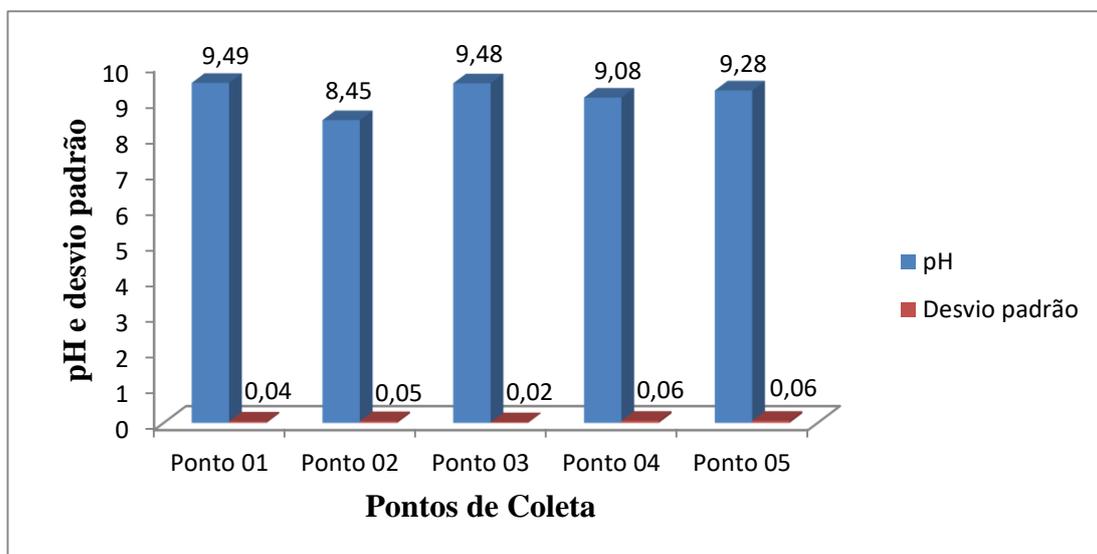


Gráfico 1. Valores de pH e seus desvios padrão

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

O Gráfico 2 apresenta os valores médios e os desvios padrão dos resultados da Condutividade Elétrica das amostras de água.

O ponto 2 apresentou o valor mais baixo de condutividade elétrica de 2,15 e o valor mais alto foi no ponto 3, igual a 3,09. Pode-se observar que não houve diferença de condutividade elétrica para as amostras de águas, isso pode ser justificado devido às concentrações de sais dissolvidos totais presentes. Pois, as águas de chuvas armazenadas nas cisternas calçadão passaram pelas mesmas etapas, e localizam-se todas numa mesma região na zona rural e com distâncias aproximadas.

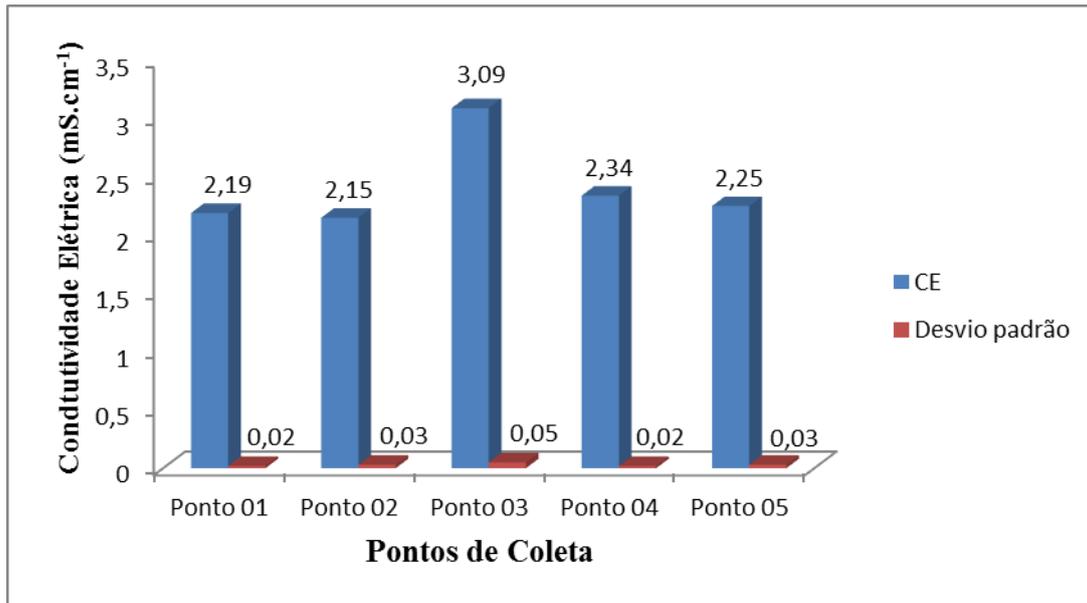


Gráfico 2. Valores de Condutividade Elétrica e seus desvios padrão

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

3.2.3 Estimativas dos Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

As concentrações de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) foram obtidas a partir dos valores de Condutividade Elétrica (CE) encontradas nas amostras de águas de chuvas analisadas. As concentrações de SDT foram calculadas através da Equação (A).

De acordo com Carvalho e Silva (2014):

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.

O Gráfico 3 apresenta os valores obtidos para a média da condutividade elétrica e para os sólidos dissolvidos totais das amostras de águas analisadas.

De acordo com a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde o valor máximo estabelecido para a concentração de SDT é de 1000 mg.L^{-1} . Como se pode observar (Gráfico 3) todas as amostras de água de todos os pontos analisados estão acima do valor permitido sendo assim estas águas não podem ser destinadas ao consumo humano.

A amostra de água que teve o valor mais baixo considerando todos os pontos analisados foi o ponto 2 com concentração de $1376,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e o ponto 4 teve o valor mais alto chegando á $1497,6 \text{ mg.L}^{-1}$. Água com teor de sólidos superior a 1000 ppm torna-se inadequada para consumo humano e possivelmente será corrosiva e até abrasiva. Segundo Cassali (2008), a água com excesso de SDT se torna impalatável, devido à alteração no gosto, ocasiona problemas de corrosão nas tubulações, causa acúmulo de sais na corrente sanguínea e possibilita a formação de cálculos renais.

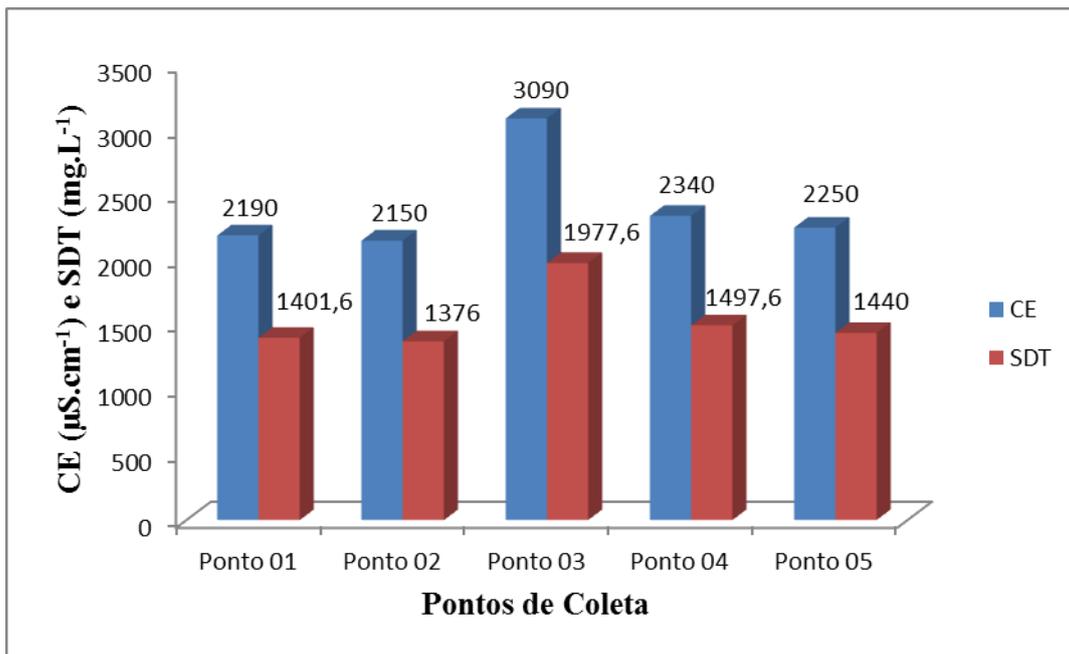


Gráfico 3. Valores de Condutividade Elétrica e de Sólidos Dissolvidos Totais

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

3.2.4 Análise da turbidez

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, foi observado por meio das visitas em loco que 100% das cisternas estavam limpas tanto dentro do reservatório como no calçadão que capta a água da chuva.

O Gráfico 4 apresenta os valores de turbidez das amostras de água analisadas:

A turbidez baseia-se na medida da intensidade da luz transmitida através de uma suspensão de partículas. Nas amostras de águas analisadas pode-se ver que todos os valores de turbidez estão dentro do padrão de aceitação para

consumo humano estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde cujo o valor máximo permitido é de 5,0 NTU. Tendo como valor mais baixo o ponto 1 com 0,12 NTU e o valor mais alto encontrado foi 0,62 NTU no ponto 4.

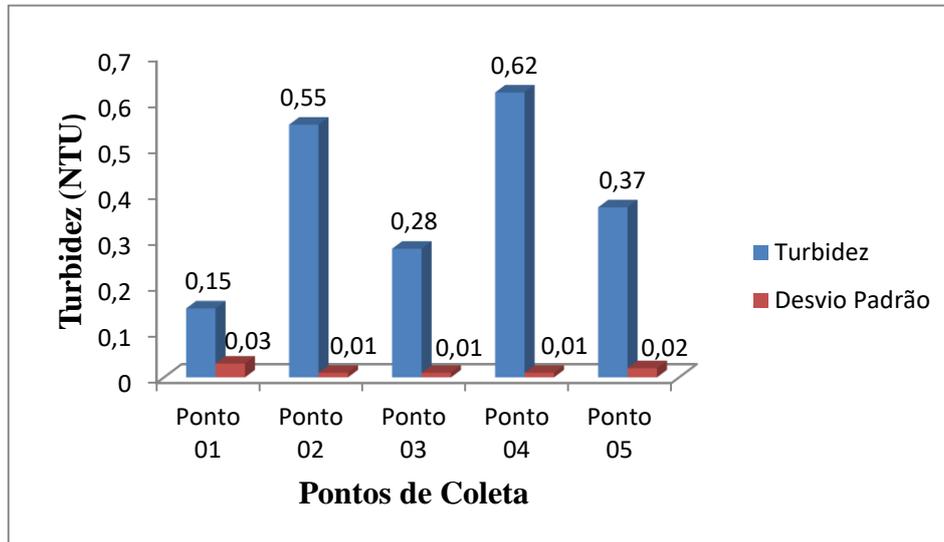


Gráfico 4. Turbidez e seus desvios padrão

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

3.2.5 Determinação da Dureza

Todos os valores encontrados nas amostras de água estão dentro do valor padrão permitido pela Portaria nº 2.914/11 que estabelece como valor máximo permitido de 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃ (BRASIL, 2011).

O gráfico 5 indica os valores de dureza e os desvios padrões das amostras.

Ao observar o Gráfico 5, observa-se que o valor mais baixo encontrado de dureza foi o ponto 3 com 280 mg.L⁻¹ e o valor mais alto foi no ponto 2 de 340 mg.L⁻¹. Os valores tiveram pequenas variações entre as amostras analisadas. Levando em consideração de que foi passada nas paredes das cisternas uma cola específica para que não houvesse vazamentos, e como em sua composição contém aditivos especiais derivados de alumínio e cargas minerais eles reagem com o cimento das paredes e acabam que a concentração de carbonato de cálcio aumenta.

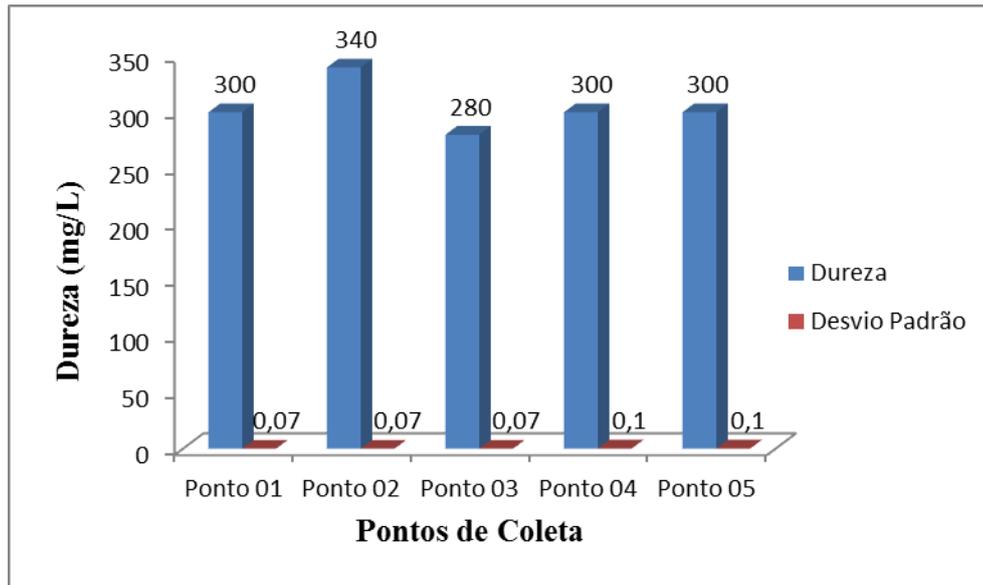


Gráfico 5. Valores de dureza e os desvios padrão das amostras de águas

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

3.2.6 Determinação de Cloretos

No Gráfico 6 estão representados os teores de cloretos e os desvios padrões das amostras de águas analisadas.

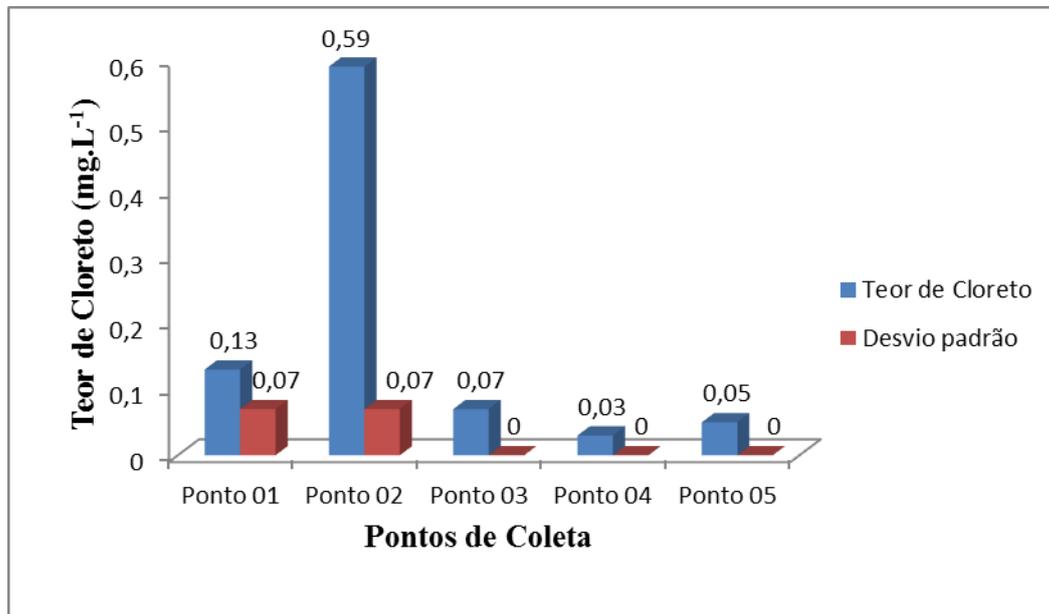


Gráfico 6. Teor de Cloreto/Desvio padrão das amostras de águas analisadas

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Como podemos observar todas as amostras de águas analisadas estão dentro do valor máximo estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, mesmo o Ponto 1 e ponto 2 que foram abastecidas também por água proveniente de carro pipa estão com o teor de cloreto abaixo de 250 mg/L.

Observando os valores dos Pontos 1 e 2 onde foram encontrados os maiores valores de teor de cloreto, e o Ponto 2 onde tendo uma grande variância a 0,59 mg/L, isso ocorreu devido a cisterna ter sido abastecida mas de uma vez por carro pipa, e como nos carros pipas há utilização de método de cloração a água consequentemente apresentou valor mais alto dentre as demais.

Em relação ao valor mínimo exigido de teor de cloreto na água é de 0,2 mg.L⁻¹, sendo assim apenas o ponto 2 se encontra acima do valor mínimo, tal valor é estabelecido pois o teor de cloreto age como agente bactericida e como os pontos 1, 3, 4 e 5 estão abaixo de 0,2 mg.L⁻¹, corre o risco de que nessas águas possam conter bactérias e logo tais águas não podem ser consumidas. Os proprietários dessas cisternas foram orientados a clorar as águas para melhor segurança ao consumir essas águas.

3.2.7 Determinação de Alcalinidade

A alcalinidade das águas não representa risco potencial à saúde as pessoas que consomem águas com o valor muito alto, mais provoca alteração no paladar e a rejeição da água em concentrações inferiores aquelas que eventualmente podem trazer prejuízos.

O Gráfico 7 apresenta os resultados da determinação das alcalinidades das amostras de águas analisadas, o valor de alcalinidade mais baixo foi o do ponto 2 de 16 mg.L⁻¹ e o valor mais alto é de 32 mg.L⁻¹ encontrado no ponto 3.

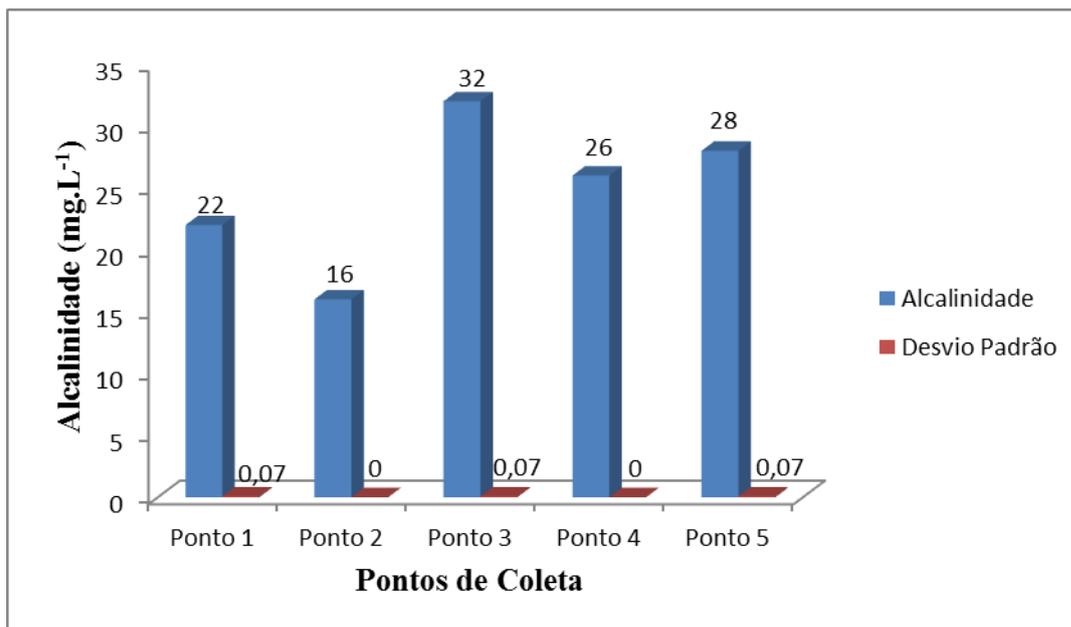


Gráfico 7. Valores de alcalinidade e seus desvios padrão

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

O Gráfico 7 mostra os valores de alcalinidade encontrados nas amostras de águas analisadas e tais valores encontrados são inferiores a $35,0 \text{ mg.L}^{-1}$. De acordo com Moraes (2008), verifica-se que na maior parte dos ambientes aquáticos a alcalinidade é devida exclusivamente à presença de bicarbonatos. Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica, e a alta taxa respiratória de microorganismos, com a liberação e dissolução do gás carbônico na água.

Logo, pode-se dizer que os valores encontrados nas amostras de águas analisadas são razoavelmente baixos devido a não presença de decomposição de matéria orgânica e baixa presença também de microrganismos.

4 Conclusão

Após a obtenção dos resultados desta pesquisa, conclui-se que todas as cisternas calçadão analisadas estão com suas águas impróprias para o consumo humano, pois em relação aos parâmetros, todos os pontos estão com os valores de SDT acima do padrão estabelecido e abaixo do padrão estabelecido para o teor de cloreto, exceto o ponto 2. As águas com excesso de SDT se torna impalatável, e o consumo pode trazer risco a saúde humana. E quando a água apresenta o teor de cloreto abaixo do estabelecido pode causar a aparição de bactérias nas águas, sendo assim um risco para quem consome.

Considerando que as amostras de águas de cisternas calçadão da zona rural do município de Cuité-PB estão impróprias para o consumo humano devido o excesso de SDT encontrados e o teor de cloretos abaixo do mínimo necessário, um estudo complementar sobre análises microbiológicas dessas águas seria de grande importância, tendo em vista que tal análise é um dos critérios fundamentais para a definição da potabilidade da água, e principalmente em águas provenientes de chuvas que são captadas em áreas que tem uma maior contaminação devido sua exposição.

Portanto, fica clara a relevância de estudos sobre as águas de cisternas calçadão, pois é uma matriz que não apresentava estudos específicos das águas consumidas, principalmente na região do Curimataú Paraibano. A

pesquisa contribuiu para um melhor encaminhamento de novas pesquisas e principalmente no que se refere à análise, onde pode-se avaliar os parâmetros físico-químicos e verificar a não potabilidade dessas águas.

5 Referências

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. **Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina**. In anais do SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3. Petrolina: ABCMAC, 2001. p. 2 – 5.

APHA. **Standard Methods of Examination of Water and Wastewater**, 20th Edition. American Public Health Association. 1999. ASA-BRASIL. **Articulação do Semiárido Brasileiro**. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br>. Acesso em 11 de junho de 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **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. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/uploads/2012/04/Port_2914_GM_MS_2011.pdf. Acesso em 15 de Abril de 2016.

CARVALHO, J. de A. **Dimensionamento de pequenas barragens para irrigação**. Lavras: Editora UFLA, 2008.

CARVALHO, L. A.; SILVA, D. D. **Avaliação da Qualidade de Águas de Cisternas da Zona Rural e Urbana do Município de Cuité-PB**, EDUCAÇÃO CIÊNCIA E SAÚDE, v.1, n.1.

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

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

GOOGLE EARTH, **Programa Google Earth**. Versão 7.0 (2016). Google Inc. Fevereiro/2017.

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

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**/ Marcelo Libânio, Campinas, Editora Átomo, 2010.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas: Métodos Laboratoriais**. 3ª Edição. Belo Horizonte, CRQ-MG, 2007.

MORAES, P. B. **Curso Superior e tecnologia em saneamento ambiental**. CESET/UNICAMP, 2008.

SILVA, C. V.; PÁDUA, V. L. **Qualidade microbiológica de água de chuva armazenada em cisternas de placas, construídas em comunidades rurais do município de Araçuaí-MG**. 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Belo Horizonte, MG, 2007.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª edição: Belo Horizonte: UFMG, 2005.

TAVARES, A. C. **Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidade rurais no semiárido paraibano**. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009.

6 Agradecimentos

Ao Laboratório Bioambi - UABQ/CES/UFCG pelo suporte das realizações das análises, e aos proprietários por cederem as amostras de águas de cisternas calçadão que contribuiu para o desenvolvimento da pesquisa.