

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA DE CISTERNAS ABASTECIDAS POR POÇO TUBULAR NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE SOLEDADE-PB

Joelson Souza Isidro dos Santos (1); Jennyfer Estéwane Valentim dos Santos (1); Mylena da Silva Santos (2); José Matheus Ramos de Lira (3); Iremar Alves Madureira (4)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB- CEP:58432-300 -Campina Grande – PB- Brasil, telefone: 2102-6200- e-mail:Joelsonisidro700@gmail.com

A região Semiárida do Nordeste é marcada pela baixa pluviosidade e altas temperaturas, fazendo com que apresente diversos problemas como a insuficiência de recursos hídricos. Agravando esse problema, as prolongadas secas que assolam a localidade deixam perto de serem exauridas as fontes de água, estabelecendo uma realidade de difícil acesso a água potável. Os moradores que habitam essas regiões procuram um meio de adaptação para sua subsistência no meio em que vivem. Essas adaptações consistem na captação e no armazenamento de água de diversos modos. As Cisternas são a forma de armazenamento de água mais utilizada no Nordeste brasileiro. Essas cisternas empregadas no semiárido são de alvenaria e, muitas vezes, apresentam problemas na sua estrutura física ou mau manuseio por parte da comunidade, tornando a água que está armazenada imprópria para o consumo humano. O objetivo da presente pesquisa é a caracterização físico-química das águas de cisternas das escolas e do poço tubular responsável pelo seu abastecimento quanto aos seguintes parâmetros: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), cloretos (Cl^{-}), dureza total (Ca^{+2} e Mg^{+2}), acidez carbônica (em termos de CaCO_3), alcalinidade total (OH^{-} , CO_3^{-} , HCO_3^{-}), dureza de cálcio (Ca^{+2}) e dureza de magnésio (Mg^{+2}). Com os resultados obtidos a partir dessas análises, foi possível observar que, quanto aos parâmetros analisados, algumas amostras de água estavam fora dos valores permitidos pela portaria 2914/11(BRASIL 2011) do Ministério da Saúde, parâmetros esses como: condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), dureza total (Ca^{+2} e Mg^{+2}), cloretos (Cl^{-}) entre outros, causando malefícios à saúde de quem a consumir.

Palavras-chave: Água, Cisterna, Poço, Análises, Escolas.

Introdução

O município de Soledade está localizado às margens da rodovia transamazônica no estado da Paraíba a cerca de 186 km da capital João Pessoa. Sua população é estimada em 14.987 (IBGE 2010) e sua área é de 560 km^2 , apresentando uma densidade demográfica de 24,5 habitantes por km^2 . A cidade tem cerca de 40 estabelecimentos educacionais, na sua grande maioria, localizados na zona urbana. Com a seca que atinge o semiárido paraibano, as

administrações públicas enfrentam diversos problemas para o abastecimento de água potável nas escolas.

O município estudado tem seu abastecimento de água oriundo do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), localizado a cerca de 110 km de Soledade-PB. Contudo, durante o período de desenvolvimento da pesquisa, o reservatório enfrentava a maior seca da sua história e as cidades passavam por uma suspensão do abastecimento de água proveniente do referido açude. Assim, a saída encontrada foi o abastecimento por meio de poços tubulares e carros-pipa, fornecendo água as cisternas. Entretanto, eventualmente, essas águas muitas vezes apresentam irregularidades, segundo a portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, prejudicando a saúde de quem as venha consumir. Pensando nisso, realizamos um estudo em duas cisternas de escolas da rede municipal de ensino da cidade de Soledade no estado da Paraíba, realizando análises físico-química de água consumida pelos mais de 150 estudantes dessas escolas, a fim de investigar a qualidade da água consumida por eles referentes aos parâmetros físico-químico. Além de analisar a principal fonte de abastecimento das cisternas, está que também é responsável por fornecer água para mais de 800 alunos na escola Municipal de Ensino Fundamental Professor Luiz Gonzaga Buriti.

A água é a principal substância para o funcionamento do planeta. Ela faz parte de todos os elementos vivos, sendo importante nas reações químicas e no transporte de substâncias. O nosso planeta é chamado de planeta água, devido à grande quantidade de água que nele existe. Porém, apenas 0,77% de toda essa água é a quantidade que podemos aproveitar. Diversas tecnologias e normas são desenvolvidas para que aumente e melhore a qualidade da água consumida. Para estar adequada ao consumo, é necessário que a água passe por avaliações como diz a portaria 2914/2011 no Capítulo 1. artigo 3º: Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. Entretanto, nem sempre isso acontece, como ocorre nas escolas que onde desenvolvemos a pesquisa, nas quais o consumo é realizado sem que haja um tratamento dessa água, podendo ocasionar riscos à saúde de quem a consome. “Água potável é aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade e não oferece risco à saúde” (DOU, 2011).

As águas consumidas nas escolas são provenientes de 3 reservatórios que estão localizados em comunidades próximas a cidade, um deles é o poço tubular localizado na escola Professor Luiz Gonzaga Buriti. A ocorrência de água subterrânea no Nordeste brasileiro é dada por meio de fraturas, falhas ou fissuras na rocha cristalina da região. Conforme estudos realizados por Ceballos et al (1998, 2003), a água consumida na zona rural do Estado da Paraíba apresenta elevados índices de contaminação fecal nas águas dos pequenos reservatórios. Entretanto, para os parâmetros físicos-químicos analisados, os pequenos reservatórios de água no estado da Paraíba apresentam elevados índices de sais dissolvidos. As cisternas, em sua maioria, apresentam problemas de estrutura física, além do despreparo de quem as manuseia. Por esta razão, Silva et al. 1988, relata a necessidade de um programa de manejo adequado da água, a fim de evitar a contaminação e preservar a sua qualidade na cisterna. Essas escolas apresentam em comum a mesma forma de armazenamento de água, sendo esta em cisternas de alvenaria. Porém, esses reservatórios apresentam imperfeições na sua estrutura física, como rachaduras e salitre (Figura 1), além da má localização do reservatório. Para realização da pesquisa realizamos 3 visitas in loco de 2 em 2 meses no período de fevereiro a agosto de 2017 com o objetivo de coletar as amostras de água.



Figura 1: Reservatório da escola Antônio Henrique de Gouveia.

Metodologia

A pesquisa foi realizada no município de Soledade, em duas escolas da rede municipal de ensino, localizadas nas zonas urbana e rural da cidade (Figura 2). Na zona rural a escola é a Antônio Henrique de Gouveia, e na zona urbana Maria Lúcia Matias de Oliveira. E em um poço tubular localizado na parte central do município dentro da escola Professor Luiz Gonzaga Buriti.

As atividades foram realizadas no laboratório de Química (LQ) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Campina Grande. As amostras de águas das cisternas foram coletadas no referido município, sendo conduzidas, posteriormente, ao laboratório de química do Instituto, para a realização das análises



Figura 2: Mapa simplificado do município de Soledade-PB com destaque para as áreas de estudo.

Os parâmetros físico-químicos das águas foram determinados seguindo as metodologias do manual do Instituto Adolfo Lutz (2008), de análise Físico-química para análise de alimentos, da versão 5º do capítulo VIII -Águas. Os valores obtidos foram avaliados conforme a portaria de nº 2.914 do ministério da saúde (Brasil 2011).

Os parâmetros foram: pH, temperatura, acidez carbônica, as durezas totais, de cálcio e magnésio, respectivamente, alcalinidade, cloreto, condutividade elétrica, cinzas e sólidos dissolvidos totais.

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, com o pHmetro digital portátil da marca Kasvi, modelo K39-0014PA (Figura 3), previamente calibrado com soluções - tampão de pH 7,0 e de pH 4,0, com resultados expressos em escala logarítmica de pH. Equipamento este também utilizado para determinar a Temperatura expressa em (°C).



Figura 3: pHmetro portátil.

O cloreto, por sua vez, foi verificado pelo método de Möhr, em mg/L de Cl⁻. Após a adição, para cada 10 mL da amostra de água com 90 mL de água destilada, de 1 mL do indicador de cromato de potássio (K₂CrO₄), cuja cor é amarelo esverdeada, titula-se inicialmente com a solução padrão de nitrato de prata (AgNO₃) a 0,00141 N; em seguida, para tornar o precipitado colorido, repetiu-se o procedimento (a chamada prova em branco), dessa vez com 100 mL de água destilada, onde acrescentou-se uma pitada de carbonato de cálcio (CaCO₃) para a titulação com o AgNO₃; A dureza total e de cálcio, foram obtidos por meio de procedimento volumétrico, sendo expressas em termos de Carbonato de Cálcio (mg/L CaCO₃).

A acidez carbônica, expressa em termos de CaCO_3 , foi efetuada por meio de dois procedimentos: titulometria e fervura, ambos tomados 100 mL da amostra de água. No primeiro método, após o acréscimo de 3 gotas de fenolftaleína (permanecendo incolor), titulou-se com hidróxido de sódio (NaOH) 0,02N. No segundo método, submeteu-se a água ao aquecimento numa chapa aquecedora, para a liberação do dióxido de carbono (CO_2).

Os parâmetros sólidos totais dissolvidos (ppm), cinzas (% Cz) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C), foram determinados pelo condutivímetro digital da LUTRON modelo CD-4303. (Figura 4).

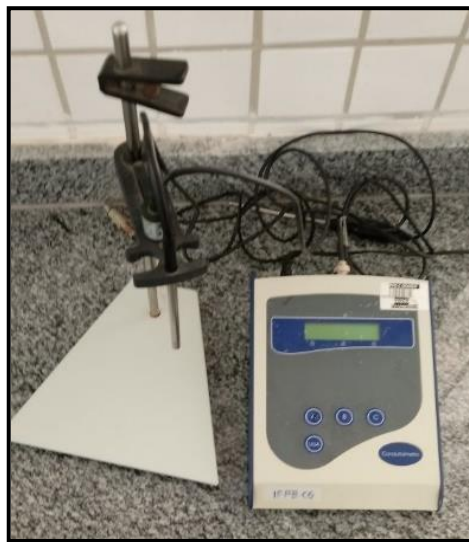


Figura 4: Condutivímetro digital da LUTRON modelo CD-4303.

Para realização das análises laboratoriais chamamos as amostras coletas na escola Antônio Henrique de Gouveia de X. Para as análises referentes a escola Maria Lúcia Matias de Oliveira denominamos as amostras de Y. Para análise das águas provenientes do poço denominamos de A.

Resultados e Discussão

Têm-se, na tabela 1, os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água analisada referente a 1^o coleta realizada.

Tabela 1: Resultados encontrados na 1^o coleta.

Parâmetro	Unidade de medida	Cisternas		Poço	Média	V.M.P
		X	Y	A		
pH	-	7,46	8,79	7,92	8,06	6,0-9,5
Cloreto	mg/L de Cl ⁻	386,49	570,74	789,97	582,4	250,00
Dureza Total	mg/L de CaCO ₃	208	346	1.064	539,33	500
Dureza de Ca ⁺	mg/L de CaCO ₃	103	186	129,5	139,5	-
Dureza de Mg ⁺	mg/L de CaCO ₃	105	160	934,5	399,83	-
Alcalinidade	mg/L de CaCO ₃	43	24	49	38,67	-
Acidez Carbônica	mg/L de CaCO ₃	17,5	17,5	13,5	16,16	-
Temperatura	°C	24,93	25,6	25,5	25,34	-
Sólidos Totais Dissolvidos	p.p.m. a 25°C	519,25	874,3	1.085	826,18	1000
Cinzas	% Cz a 25°C	0,5881	1,2345	1,8959	1,2395	-
Condutividade Elétrica	µS/cm ² a 25°C	786	1.713,55	2.093,25	1.530,93	-

V.M.P = Valor máximo permitido.

No parâmetro pH, obteve valor médio de 8,06. Portanto está de acordo com a portaria de número 2.914/11 do ministério da saúde que estabelece para esse parâmetro valores entre 6-9,5. No parâmetro temperatura, os valores encontrados foram de 25,34°C. O parâmetro que mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos se encontra dentro do valor Máximo permitido pela portaria N^o 2.914/11 do ministério da saúde, pois o valor médio da Alcalinidade foi de 38,67mg/L e o valor máximo permitido pela legislação é de 100 mg/L.

Em relação ao parâmetro Cloreto, o valor médio obtido foi de 582,4mg/L. Portanto, a água está fora dos padrões permitidos pela legislação Brasileira, já que o valor máximo permitido é de 250 mg/L. Com o valor médio de 1.530,93 µS/cm, a condutividade elétrica corroborou o alto valor do cloreto, já que é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir corrente elétrica.

Já que o parâmetro de sólidos totais dissolvidos obteve 826,18 ppm como valor médio, se encontra dentro dos padrões permitidos pela portaria de número 2.914/11 do ministério da saúde e pela resolução de nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que é de 1000 ppm.

O valor médio obtido para o parâmetro de acidez carbônica foi de 16,16 mg/L de CaCO₃. Referente ao parâmetro de dureza total o valor médio obtido foi 539,33 mg/L de CaCO₃ caracterizando uma água dura, dureza de cálcio resultou em uma média de 139,5 mg/L de CaCO₃, já a de dureza magnésio 399,83 em mg/L de CaCO₃. Têm-se, na tabela 2, os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água analisada referente a 2º coleta realizada.

Tabela 2: Resultados encontrados na 2º Coleta.

Parâmetro	Unidade de medida	Cisternas		Poço	Média	V.M.P
		X	Y	A		
pH	-	7,58	8,0	7,95	7,84	6,0-9,5
Cloreto	mg/L de Cl ⁻	316,49	486,24	687,98	496,90	250,00
Dureza Total	mg/L de CaCO ₃	309,2	448	728	495,07	500
Dureza de Ca ⁺	mg/L de CaCO ₃	80,6	111,2	140	110,6	-
Dureza de Mg ⁺	mg/L de CaCO ₃	228,6	336,8	588	384,47	-
Alcalinidade	mg/L de CaCO ₃	25	78,1	54	52,37	-
Acidez Carbônica	mg/L de CaCO ₃	15	25	11	17	-
Temperatura	°C	26,0	26,1	25,9	26	-
Sólidos Totais Dissolvidos	p.p.m. a 25°C	496,8	868,4	1.054	806,4	1000
Cinzas	% Cz a 25°C	0,5637	1,3102	1,8653	1,2464	-
Condutividade Elétrica	µS/cm ² a 25°C	974,4	1.754,6	2.095,3	1.608,1	-

V.M.P = Valor máximo permitido.

O cloreto, na forma de íon Cl^- , é um dos principais constituintes aniônicos das águas e efluentes. Nas águas doces, a presença de cloreto ocorre naturalmente ou pode ser decorrente de poluições, por parte da água do mar, esgotos domésticos, ou despejos industriais (BECKER, 2008). Nestas análises, o valor médio obtido para o parâmetro de cloreto foi de 496,90 mg/L, estando acima do permitido pela legislação que é de 250 mg/L. O valor médio encontrado para a condutividade elétrica foi de 1.608,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade depende da quantidade de sais dissolvidos na água e é aproximadamente proporcional à sua quantidade. Sua determinação permite obter uma estimativa rápida do conteúdo de sólidos de uma amostra (NETTO e RICHTER, 2003).

Como no parâmetro de sólidos totais dissolvidos obtivemos o valor de 806,4 ppm, a água encontra-se dentro dos padrões permitidos para o parâmetro, já que a portaria de número 2.914/11 do ministério da saúde e a resolução de nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente estabelece como valor máximo permitido 1000 ppm.

Segundo a portaria de Nº 2914/2011 que fala sobre potabilidade da água, o valor médio para o parâmetro de dureza total é de no máximo 500 mg/L, portanto, as águas analisadas poderá ser utilizada para o consumo humano, quanto a esse parâmetro, já que as águas apresentaram o valor médio de 495,07 mg/L. No parâmetro dureza de cálcio e magnésio a água apresentou valores médios de 110,8 e 384,47 mg/L respectivamente demonstrando haver maior concentração de magnésio nas águas.

Em relação ao pH, esta água pode ser consumida sem problema para a saúde humana, portanto, estão de acordo com os valores recomendados pela portaria Nº 2.914/11 (BRASIL, 2011), que se recomenda valor máximo permitido entre 6 - 9,5. No parâmetro temperatura, o valor encontrado foi de 26°C. Em relação ao parâmetro da alcalinidade, verificou-se o valor médio de 52,37 mg/L de CaCO_3 estando de acordo com a portaria nº 2.914/11. A alcalinidade é uma medida de capacidade da água de neutralizar um ácido forte ao determinado pH, e seu valor máximo permitido é de 100 mg/L segundo a portaria Nº 2.914/11 (BRASIL, 2011). Já na acidez carbônica a média obtida foi de 17 mg/L.

Têm-se, na Tabela 3, os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água analisada referente a 3ª coleta realizada.

Tabela 3: Resultados obtidos na 3^o coleta.

Parâmetro	Unidade de medida	Cisternas		Poço	Média	V.M.P
		X	Y	A		
pH	-	8,35	7,9	8,67	8,31	6,0-9,5
Cloreto	mg/L de Cl ⁻	479,99	661,48	884,97	675,48	250,00
Dureza Total	mg/L de CaCO ₃	274,06	550,66	1.426	750,24	500
Dureza de Ca ⁺	mg/L de CaCO ₃	97,42	84	108,67	96,70	-
Dureza de Mg ⁺	mg/L de CaCO ₃	176,64	773,97	1.317,33	773,98	-
Alcalinidade	mg/L de CaCO ₃	27,33	10	17	18,11	-
Acidez Carbônica	mg/L de CaCO ₃	8,5	8,0	9	8,5	-
Temperatura	°C	24,7	24,97	25,16	24,94	-
Sólidos Totais Dissolvidos	p.p.m. a 25°C	511,36	857,97	1.125	831,44	1000
Cinzas	% Cz a 25°C	0,5928	1,2614	1,8210	1,2251	-
Condutividade Elétrica	µS/cm ² a 25°C	1.018	1.707,3	2.089,67	1.604,99	-

V.M.P = Valor máximo permitido.

Nas águas naturais, a alcalinidade ocorre devida, principalmente, aos íons de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos. Já no parâmetro acidez carbônica, observa-se, que o valor médio encontrado nas águas foi igual a 8,5 mg/L de CaCO₃. De acordo com a quantidade dos sólidos dissolvidos totais, obtivemos um valor médio de 831,44 ppm. Verifica-se que os parâmetros de cinzas e condutividade os valores obtidos médios foram 1,2251% e 1.604,99 µS/cm respectivamente. No parâmetro íons cloretos, o valor médio obtido foi de 675,48 mg/L. Portanto, a água está fora dos padrões permitidos pela legislação Brasileira. De acordo com a portaria N^o 2.914/11 (BRASIL, 2011) do Ministério da Saúde valor máximo é de 250 mg/L.

Conclusões

De acordo com as análises realizadas, pode-se concluir que a qualidade físico-química das águas fornecidas as escolas da rede municipal de ensino localizadas no município de Soledade-PB apresentam alguns parâmetros como Cloreto e dureza total fora dos valores estabelecidos pela portaria N° 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Sendo assim, pode ser classificada como não potável sendo assim imprópria para ser destino do consumo humano. Entretanto, as águas fornecidas sofrem alterações muito frequentemente, principalmente em relação aos parâmetros relacionados a presença de sais na água, pois quando se trata de água de poço o contato com a rocha encaixante é responsável por solubilizar alguns sais presentes nas rochas.

O parâmetro de íons cloretos, foi o que apresentou valores médios fora dos padrões recomendados pela portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde, em todas as rodadas, este fator pode causar efeitos laxativos a quem consumir estas águas. Portanto, as águas que abasteceram as escolas da rede municipal de Soledade - PB durante o período de escassez do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) não pode ser destinada ao abastecimento público para consumo, ao menos que façam tratamento convencional eficaz, como osmose reversa.

Referências

ARAÚJO, G. F. R.; TONANI, K. A. A.; JULIÃO, F. C.; CARDOSO, O. O.; ALVES, R. I. S.; RAGAZZI, M. F.; SAMPAIO, C. F.; SEGURA-MUNOZ, S. I. **Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo**. O Mundo da Saúde, v.35, p.98-104, 2011.

BECKER, H. **Controle Analítico de Águas**. Fortaleza – CE, Versão 4. p. 46, 2008.

BRASIL. **Conselho nacional do meio ambiente – CONAMA (2005)**. Resolução n° 357 - 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual técnico de análise de água para o consumo humano. Brasília: FUNASA, 2009.

BRASIL. Portaria N° 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde, Brasília, DF, 2011.

DINIZ, C.R.; KONIG, A.; CEBALLOS, B.S.O.; **Corpos lânticos temporários do Agreste paraibano. Aspetos sanitários e físico-químicos.** In VIII Congresso Brasileiro de Microbiologia. Santos. 1995. Anais. Santos/SP, 1995. p. 24

DOU – **Diário Oficial da União, Ministério da Saúde, Portaria no 2.914, de 12 de Dezembro de 2011,** p. 39, Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>, acesso em: 20/05/2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** 4a ed. São Paulo: Versão eletrônica, 2008, 1020 p.

NETTO, J.M.A.; RICHTER, C.A. **Tratamento de água tecnologia atualizada.** São Paulo, Brasil, Edgard Blücher, 2003. 332p

SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L. & ROCHA, H. M. **Captação e conservação de água de chuva no semi- árido brasileiro: cisternas rurais II; água para consumo humano.** Petrolina, PE: EMBRAPA- CPATSA, 1988. (EMBRAPA- CPATSA. Circular técnica, 16).