

AValiação DA DUREZA TOTAL DE ÁGUA ENCANADA EM MUNICÍPIOS DA PARAÍBA

Ana Thayse Vieira Alves (1); Demis Ferreira de Melo (2); Renam Fellipe Da Silveira Muniz (3); Amanda Gabrielle Barros Dantas (4); Adna de Alcântara e Souza Bandeira (5)

Universidade Estadual da Paraíba; thayseva@yahoo.com.br (1); demiscz@gmail.com (2); renamsilveira@gmail.com (3); amandagabrielle6@gmail.com (4); adnabandeira@yahoo.com.br (5)

Resumo: A qualidade da água fornecida à população da Paraíba pode se tornar bastante precária visto que as condições climáticas da área do Semiárido em geral não são favoráveis, porém essa necessita ser potável. Água potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade, segundo a portaria nº 518. Um dos parâmetros utilizados para a avaliação da água potável é a dureza total. A dureza total de uma amostra refere-se à concentração total de íons alcalino-terrosos na água, é calculada através da soma do teor de íons cálcio e magnésio presentes na água, sendo expressa como número de equivalente de miligramas por litro (mg.L^{-1}); e pode apresentar características de ser temporária (dureza de carbonatos) ou permanente (dureza de não carbonatos). O teor de 500 mg.L^{-1} em termos de CaCO_3 representa o valor máximo permitido para água potável. As amostras foram coletadas nos municípios de Boa Vista, Campina Grande, Monteiro e João Pessoa. A análise das amostras foi realizada em triplicata, através de uma titulação de complexação, tendo como objetivo quantificar a dureza total das amostras. Todas as amostras analisadas são consideradas próprias para o consumo, pois a dureza total das amostras de água variou de 66,67 a 412 mg.L^{-1} . No entanto, três das quatro amostras são consideradas muito duras, o que é preocupante visto que o excesso de minerais na água altera suas características organolépticas, além de causar problemas de saúde como diarreia, litíase e eczema.

Palavras-chave: Água potável, dureza, Paraíba.

Introdução

O estado da Paraíba está situado na região hidrográfica atlântico nordeste oriental, junto com os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas. Essa região ocupa 3,4% do território nacional e quase a totalidade de sua área pertence à Região do Semiárido Brasileiro (ANA, 2018).

O semiárido apresenta períodos de estiagem muito longos devido ao seu baixo índice pluviométrico e temperaturas elevadas durante todo o ano; sendo portanto, a região hidrográfica com menor disponibilidade hídrica do Brasil. Devido a essa dificuldade, em períodos de estiagem, a qualidade da água fornecida à população pode se tornar bastante precária visto que as condições climáticas da área do Semiárido em geral não são favoráveis, como altas taxas evapotranspirométricas e baixas precipitações; características que favorecem no aumento da concentração de solutos, afetando a

qualidade das águas para diferentes usos (BRITO et al., 2005).

Segundo a portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004, água potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade; portanto, a água disponibilizada para população não deve oferecer nenhum risco à saúde.

Um dos parâmetros utilizados pelo Ministério da Saúde para a avaliação da água potável é a dureza total. A dureza total de uma amostra refere-se à concentração total de íons alcalino-terrosos na água, e é calculada através da soma do teor de íons cálcio e magnésio presentes na água; cujas concentrações são muito superiores às dos demais íons alcalino-terrosos encontrados em águas naturais (MS, 2004).

A dureza de uma água pode ser temporária ou permanente. A dureza temporária, também chamada de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada de temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam. Já a dureza permanente, também chamada de dureza de não carbonatos, se deve à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água. Portanto, a dureza total corresponde à soma da dureza permanente e temporária; sendo normalmente expressa como número de equivalente de miligramas por litro (mg L^{-1}) de carbonato de cálcio (CaCO_3) ou ppm de CaCO_3 (BRASIL, 2006).

Considera-se macia uma amostra de água com concentração de CaCO_3 de 0 a 75 mg.L^{-1} , entre 75 e 150 mg.L^{-1} moderadamente dura; entre 150 e 300 mg.L^{-1} , dura e com concentração de CaCO_3 acima de 300 mg.L^{-1} a água é considerada muito dura (SAWYER et al., 1987). A portaria No. 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg.L^{-1} em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água potável.

O cálcio e o magnésio são os principais metais responsáveis pela dureza da água; essa sendo fonte de 5-20% desses elementos. A sua presença na água é fundamental, visto que um grande número de pessoas não ingere as quantidades adequadas desses nutrientes através da dieta; além disso, esses elementos exercem importantes funções no organismo; como

prevenção da osteoporose e hipertensão (WHO, 2011).

Por outro lado, o consumo excessivo de magnésio está atrelado a mudanças reversíveis no trânsito intestinal, causando efeito laxativo. Em pessoas com função renal comprometida pode-se apresentar hipermagnesemia, pronunciando ainda mais o efeito laxativo. Já o consumo excessivo de cálcio pode reduzir a absorção de alguns minerais como ferro, zinco e fósforo. Além desses problemas, a água com alta dureza pode ocasionar manifestações dermatológicas, podendo causar eczema se em contato com a pele. Esse efeito se deve possivelmente aos resíduos de metais e sabões na pele após o banho, ou roupas após lavagem (WHO, 2011).

Diante do exposto, é possível inferir que a dureza é uma característica que deve ser devidamente analisada visto que seus níveis relacionam-se diretamente com a qualidade da água fornecida à população e podem influenciar efetivamente as características organolépticas da água e a saúde do paciente. Portanto, este trabalho objetivou quantificar a dureza total da água encanada fornecida à população dos municípios de Boa Vista, João Pessoa, Monteiro e Campina Grande, situados na Paraíba.

Material e métodos

Área de estudo

O município de Campina Grande, localizado no estado da Paraíba, situa-se na mesorregião do Agreste. O clima, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Tropical com estação seca com chuvas concentradas nas estações do outono e do inverno, de março a agosto. A sua área é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão. Encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba. Os principais cursos de água são: os rios Salgadinho, Bodocongó, São Pedro, do Cruzeiro e Surrão. Os principais corpos de acumulação são os açudes: São Pedro, da Fazenda Quilombo e Campo de Bó (MASCARENHAS et al., 2005).

O município de Monteiro, também localizado no estado da Paraíba, na mesorregião do Cariri ocidental, ao sul do estado. Possui uma grande amplitude térmica, quente durante o dia e frio à noite, com temperatura média de 22 graus Celsius. Encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Os principais tributários é o Rio Monteiro. Os principais corpos de acumulação são: o açude Poções (29.861.560m³), do

Angiquinho, Pau d'Arco, Público do Estado, Tanques, Barra Verde, Camaleão, São Domingos, Mata Verde, da Bonita, da Malhada, Quixabeira e do Teodósio, além da lagoa da Barriguda.

O município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, possui clima do tipo mediterrâneo ou nordestino seco, com temperaturas médias anuais de 26° C. O Inverno inicia-se em março e termina em agosto. São duas estações climáticas, as chuvas ocorrem no período outono e inverno, e durante todo o resto do ano o clima é de muito sol. O principal curso de água é o rio Paraíba. Da maior importância também são os rios Marés, Sanhauá, Jaguaribe e Mumbaba-Gramame que são os grandes provedores de água para o abastecimento da cidade (Prefeitura Municipal de João Pessoa, 2004).

O município de Boa Vista está localizado na mesorregião do Agreste Paraibano do Estado da Paraíba. A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão, assim como Campina Grande. O clima é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se adiantar até outubro. A cidade encontra-se inserida nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba. Seus principais tributários são: os rios Boa Vista e São Pedro.

Época e locais de coleta

As amostras foram coletadas durante o mês de maio, nos municípios de Campina Grande, João Pessoa, Monteiro e Boa vista.

As amostras foram coletadas de residências situadas nos municípios citados anteriormente, provenientes de torneiras comuns que fornecem água de mananciais superficiais. Não foi realizado nenhum tratamento adicional.

Para coleta e armazenagem das amostras foram utilizadas garrafas plásticas do tipo PET com capacidade para 0,5 L previamente higienizadas, procedimento preconizado pelo Ministério da Saúde. O ácido nítrico recomendado como conservante pelo Ministério da Saúde não foi utilizado, visto que o intervalo de tempo entre a coleta e as análises foi bastante curto (BRASIL, 2006).

Análise das amostras

As análises das amostras foram realizadas no laboratório de análises físico-químicas do NUPEA (Núcleo de Pesquisa e Extensão em

Alimentos) situado no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

A variável analisada foi a dureza total, realizada em triplicata, sendo seu comportamento avaliado pelos parâmetros de valor máximo permitido, de acordo com os valores estabelecidos pela portaria nº 518 de 24 de março de 2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

A metodologia utilizada foi a do Instituto Adolfo Lutz (2008), semelhante à metodologia preconizada pelo Ministério da Saúde. Para realizar a análise quantitativa da dureza das amostras de água foi realizada uma titulação de complexação; utilizando uma solução de EDTA a 0,01 M como titulante, o negro de eriocromo T como indicador, e a uma solução tampão de cloreto de amônio utilizada para regular a acidez do titulado (amostra de água), visto que o EDTA possui 4 hidrogênios ionizáveis e o aumento da acidez impediria a reação dos íons cálcio e magnésio com o titulante (Padilha et al., 2008). O valor da dureza total das amostras foi obtido em ppm de CaCO_3 através da equação 1, na qual o valor 1000 corresponde à proporção em partículas por milhão; $Neq\text{CaCO}_3$ corresponde ao número de equivalente-grama do carbonato de sódio e n_t . Corresponde à normalidade do titulado.

Equação 1: Determinação da dureza total a partir de $Neq\text{CaCO}_3$:

$$\text{Dureza total} = n_t \cdot Neq\text{CaCO}_3 \cdot 1000$$

A titulação fundamenta-se no conceito de que no início da titulação, uma porção dos metais cálcio e magnésio presentes na água forma complexos estáveis de coloração avermelhada com as moléculas do indicador, enquanto uma porção permanece livre na solução. Com o decorrer da titulação e a adição de EDTA à solução titulada, o cálcio e o magnésio são removidos dos complexos com o indicador, deixando suas moléculas livres. Essa remoção acontece apenas quando os íons cálcio e magnésio livres na solução são totalmente complexados com o titulante. O indicador em seu formato livre apresenta uma coloração azul clara, por essa razão, a solução titulada apresenta essa cor quando atingido o ponto final da reação (HARRIS, 2007).

Resultados e discussão

De acordo com o que estabelece a Portaria no. 518, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), em relação ao valor limite da dureza na água utilizada para consumo humano (500 mg.L^{-1}), pode-se dizer que todas as amostras de água coletadas são consideradas próprias para o consumo. Isso porque a dureza total das amostras de água variou de 66,67 a 412 mg/L, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1: Dureza total de água encanada em municípios da Paraíba

	Monteiro	Campina Grande	João Pessoa	Boa vista
Tipo de amostra	Água encanada	Água encanada	Água encanada	Água encanada
Volume do titulante (mL)*	8,47	8,87	1,67	10,3
Dureza total (mg.L^{-1})	338,7	354,8	66,67	412
Resultado**	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

*Determinação em triplicata.

**De acordo com a portaria nº 518.

Fonte: Dados da pesquisa

Esse evento pode ter ocorrido devido ao maior índice pluviométrico que ocorreu durante o período de coleta das amostras, visto que com o reabastecimento pluviométrico dos açudes há uma menor quantidade de resíduos na água, e portanto, uma melhora em sua qualidade. O mês de abril faz parte do período chuvoso da área norte do Nordeste. No mês de abril, a Zona de Convergência Intertropical associada com distúrbios ondulatórios de leste foram os principais sistemas atuantes, causando chuvas superiores a 600 mm em vários estados, incluindo a Paraíba, principalmente em sua porção oeste (BRASIL, 2018).

Segundo a classificação da dureza de água, proposta por Sawyer e McCarty (1987), as amostras provenientes do município de João pessoa são classificadas como macias e todas as amostras provenientes dos municípios de Monteiro, Campina Grande e Boa vista são classificadas como muito duras.

Apesar de nenhuma amostra ter ultrapassado o valor máximo permitido, uma água muito dura pode implicar em uma menor qualidade. Esse fato pode ocorrer devido à baixa disponibilidade de água para os municípios de Monteiro, Campina Grande e Boa Vista, visto que se localizam no polígono da seca, região que abrange vários estados, regulada pela lei Nº 1348, de 1951 (BRASIL, 1951).

A análise da dureza da água de fornecimento para a população mostra-se bastante importante pois quando a água fornecida pela população possui uma dureza muito alta, há um baixo nível de aceitação devido à mudança significativa nas características organolépticas. Além disso, uma população exposta frequentemente a uma água muito dura pode vir a apresentar litíase. Vários estudos constataam uma correlação positiva entre litíase renal e altos níveis de cálcio no organismo. Em um estudo da composição de 595 cálculos urinários de 595 pacientes diferentes, foi constatado que desses, 49% eram compostos por componentes formados por cálcio; componente presente em grande teor em águas duras. (RODRÍGUEZ et al., 2018). Em um estudo com pacientes portadores de nefrolitíase, 9,1% desses eram portadores de hipercalcemia (NASERI et al. 2010). Além disso, estudos afirmam que uma elevada ingestão de cálcio constitui um dos fatores de risco para desenvolvimento de litíase (KOKOROWSKI et al., 2010).

Conclusão

A dureza é um parâmetro que influencia consideravelmente a qualidade da água de abastecimento. Levando-se em consideração sua interferência nas propriedades organolépticas e seus malefícios à saúde, é crucial que haja maior fiscalização e cumprimento das normatizações relacionadas ao tratamento e distribuição da água.

Segundo a portaria nº 518, artigo 6, “São deveres e obrigações das Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal: promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o nível municipal e os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS”.

Os mananciais que abastecem as cidades devem, portanto, ser monitorados com frequência, sendo realizadas análises químicas, físico-químicas e microbiológicas, para que se tenha o tratamento adequado antes dessa água ser distribuída à população.

A análise dos resultados permitiu verificar que nenhuma das amostras está fora dos parâmetros exigidos pelo Ministério da Saúde no que se refere à dureza. Entretanto, são necessários mais estudos para verificar outros parâmetros e avaliar a qualidade da água que está sendo fornecida.

REFERÊNCIAS

ANA- Agência Nacional de Águas. **Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental**. Disponível

em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/atlantico-ne-oriental>>. Acesso em 10 de maio de 2018.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_analise_agua_2ed.pdf>. Acesso em 5 de maio de 2018.

BRASIL. LEI Nº 1.348, DE 10 DE FEVEREIRO DE 1951. **Dispõe sobre a revisão dos limites da área do polígono das secas**. Diário oficial, 10 de fevereiro de 1951.

BRASIL. **Monitor de secas do Nordeste do Brasil**. Agência Nacional de Águas – ANA. Abril, 2018. Disponível em: <<http://monitordesecas.ana.gov.br/>>. Acesso em 18 de maio de 2018.

BRASIL. Portaria no. 518, de 25 de março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de março de 2004.

BRITO, L. T. L.; ANJOS, J. B.; PORTO, E. R.; CAVALCANTI, N. B.; GNADLINGER, J.; XENOFONTE, G. H. S. **Avaliação da qualidade das águas de açudes nos municípios de Petrolina e Ouricuri, PE e Canudos e Uauá, BA: estudo de caso**. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina, PI. Embrapa Semiárido. 2005. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/155851/avaliacao-da-qualidade-das-aguas-de-acudes-nos-municipios-de-petrolina-e-ouricuri-pe-e-canudos-e-uaua-ba-estudo-de-caso>>. Acesso em 17 de maio de 2018.

HARRIS, D. C. **Análisis químico cuantitativo**. 3º ed. Barcelona: Reverté, 2007.

KOKOROWSKI, P. J.; HUBERT, K.; NELSON, C. P. Evaluation of pediatric nephrolithiasis. **Indian Journal of Urology**. Vol. 26, no. 4, p. 531-535, 2010.

MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; JÚNIOR, L. C. S.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Campina Grande, estado da Paraíba**. Ministério de Minas e Energia. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15949/1/Rel_Campina_Grande.pdf>. Acesso em 15 de maio de 2018.

NASERI, M.; VARASTEHE, A.; ALAMDARAN, S. A. **Metabolic Factors Associated With Urinary Calculi in Children**. Iranian Journal of Kidney Diseases. Vol.4 , No. 1, January 2010.

PADILHA, P.; MEDEIRO, M.; DUARTE, V.; FIGUEIREDO, E. ; ABREU, P.; ZENEBON, C. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1º Ed. Digital, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Perfil do município de João Pessoa**. 2004. Disponível em : <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/2012/04/perfiljpa.pdf>>. Acesso em 2 de maio de 2018.

RODRÍGUEZ, M. M. R.; CANO, A. G.; CORONADO, M. R.; MENDIGUCHÍA, L. J.; Mendiguchía. Litiasis urinaria: epidemiología y clasificación del cálculo urinário. **Acta bioquímica clínica latinoamericana**. La Plata, vol.52, no.1, Mar. 2018.

SAWYER, C.; MCCARTY, P. L. **Chemistry for environmental engineering**. Nova Iorque: McGraw-Hill Book Company, 1987. p. 564. Disponível em: <<https://archive.org/stream/SawyerC.AndMcCartyP.AndParkinG.2003ChemistryForEnvironmentalEngineeringAndScience/Sawyer%2C%20C.%20and%20McCarty%2C%20P.%20and%20Parkin%2C%20G.%20-%202003%20-%20Chemistry%20for%20Environmental%20Engineering>>

(83) 3322.3222

contato@conbracis.com.br

www.conbracis.com.br

%20and%20Science#page/n579/mode/2up/search/WATER+HARDNESS>. Acesso em 17 de maio de 2018>.

WHO. **Hardness in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality**. Geneva: World Health Organization, 2011. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/hardness.pdf>. Acesso em 9 de maio de 2018.