

Avaliação dos parâmetros físico-químicos de águas de diferentes fontes na região do Curimataú Paraibano**Evaluation of physical-chemical parameters of waters from different sources in the region of Curimataú Paraibano**

DOI:10.34117/bjdv6n10-286

Recebimento dos originais: 13/09/2020

Aceitação para publicação: 14/10/2020

Francisco Carlos de Medeiros Filho

Mestrando em Ciências Naturais e Biotecnologia - UFCG
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.
Centro de Educação e Saúde - CES.
Unidade Acadêmica de Biologia e Química – UABQ,
Sítio Olho d’Água da Bica s/n, 58175-000 Cuité, Paraíba.
E-mail: carlosfilho1202@gmail.com

Jaqueline Ferreira Ramos

Doutoranda em Química - UFRPE
Universidade Federal Rural do Pernambuco - UFRPE
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.
Centro de Educação e Saúde - CES.
Unidade Acadêmica de Biologia e Química – UABQ,
Sítio Olho d’Água da Bica s/n, 58175-000 Cuité, Paraíba.
E-mail: jaquelineferreira@outlook.com

Ana Priscila de Souza Silva

Graduada em Química - UFCG
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.
Centro de Educação e Saúde - CES.
Unidade Acadêmica de Biologia e Química – UABQ,
Sítio Olho d’Água da Bica s/n, 58175-000 Cuité, Paraíba.
E-mail: priscilasouza848@gmail.com

Gustavo Fabián Velardez

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.
Centro de Educação e Saúde - CES.
Unidade Acadêmica de Biologia e Química – UABQ,
Sítio Olho d’Água da Bica s/n, 58175-000 Cuité, Paraíba.
E-mail: gustavo.velardez@ufcg.edu.br

RESUMO

A presente pesquisa refere-se à análise quantitativa dos parâmetros físico-químicos de água de diferentes fontes nas cidades de Sossêgo e Cuité, na região do Curimataú Paraibano. Os parâmetros medidos são a dureza d'água, pH, concentrações dos cátions Na^+ e K^+ , e condutimetria. As análises mostraram que os valores medidos estão fora dos parâmetros aceitáveis pelo Ministério da Saúde, e portanto, as águas dessas fontes não podem ser consideradas aptas para consumo humano, sem um tratamento prévio.

Palavras-Chave: Curimataú Paraibano, Águas, Dureza, Complexos.

ABSTRACT

This research refers to the quantitative analysis of physical-chemical parameters of water from different sources in the cities of Sossêgo and Cuité, in the region of Curimataú Paraibano. The measured parameters are water hardness, pH, Na^+ and K^+ cation concentrations, and conductimetry. The analyses showed that the measured values are outside the parameters acceptable to the Ministry of Health, and therefore the water from these sources cannot be considered suitable for human consumption without prior treatment.

Keywords: Curimataú Paraibano, Water, Hardness, Complex.

1 INTRODUÇÃO

A água desempenha um papel fundamental na vida humana, sendo essa, a base de inúmeras atividades cotidianas, tornando-se o seu consumo fundamental para manutenção da saúde e da vida. Devido a sua importância, o número de trabalhos relacionados a qualidade da mesma vem crescendo de forma exponencial sendo sua avaliação e tratamento uma das principais preocupações.

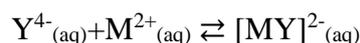
No Brasil, a crise hídrica atinge a maioria da população, especialmente aqueles que não dispõem de fonte de água natural na região em que vivem. As regiões de clima semiárido possuem mananciais que, em sua maioria, não oferecem acesso à água em quantidade suficiente para os diversos usos desse recurso, em particular, o abastecimento humano. (ANA, 2020)

O aumento no uso de águas subterrâneas decorre no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias que promovem uma melhoria na produtividade dos poços e aumentam da vida útil de exploração desses recursos. (BRASIL, 2017)

Na região do Curimataú Paraibano, a população das cidades e da zona rural, utilizam água de diferentes fontes, tais como: poços, açudes e entre outras, tanto para consumo humano, quanto para as tarefas rurais, e, portanto, conhecer a qualidade da água consumida é muito importante.

A presença de cátions metálicos formando sais insolúveis como carbonatos é o que normalmente se denomina dureza da água, é um problema que afeta tanto a indústria quanto ao consumo cotidiano, levando a problemas referentes a corrosão de metais em contato com essas águas, prejuízo de maquinarias industriais além de causar problemas de saúde como hipertensão, osteoporose, cálculo renal e entre outros. (FUNASA, 2014) A concentração dos diferentes cátions que podem estar presentes nas amostras de água pode ser medida por volumetria com ligantes de alta capacidade de complexação, tal como o ligante etilendiamintetraacetato, EDTA. (SKOOG et al., 2005; KIMARU et al., 2018)

O ligando EDTA, $(C_{10}H_{12}N_2O_8)^{4-}$, é um ligante hexadentado, onde quatro grupos carboxílicos e dois grupos amino, ocupam as posições octaédricas do cátion metálico M^{n+} para formar um complexo em uma relação EDTA: M^{n+} de 1:1. A reação de formação de complexo entre EDTA (Y^{4-}) e M^{n+} ($n = 2$):



EDTA reage diretamente com os cátions dos metais Mg, Ca, Zn, Cd, Pb, Cu, Ni, Co, Fe, Bi, Th, Zr e outros (NOVICK, 1997; STOODLEY et al., 2014; GARVEY et al., 2015). Com o uso da determinação por retrocesso, essa lista de metais pode ser ainda maior, mas as titulações não são

seletivas. Uma escolha apropriada do pH da solução permite que um cátion seja valorado em presença de outros cátions “ocultos” por precipitação seletiva. Cátions com cargas grandes (Bi^{3+} , Fe^{2+}) com constantes de estabilização [M-EDTA] muito grandes podem ser atribuídos a pH baixos em presença de outros cátions, como Ca^{2+} e Mg^{2+} , que não vão interferir nas medidas. (SKOOG et al., 2005)

A dureza d'água é a soma de cátions bivalentes presentes na sua constituição, expressada em termos de quantidades equivalentes de carbonato de cálcio, CaCO_3 , em mg.L^{-1} (ou partes por milhão, ppm). Os cátions metálicos Ca^{2+} e Mg^{2+} , associados a íons sulfato e carbonato, são os principais responsáveis pela dureza d'água (DI BERNARDO et al., 2005; YANG et al., 2020). Podem causar sabor desagradável na água, produzir efeitos laxativos e reduzir a formação da espuma de sabão (BRASIL, 2006). Pela ação do calor os carbonatos precipitam formando incrustações (APHA, 2012). As águas das amostras podem ser classificadas como duras se apresentam uma concentração entre 150 e 300 mg.L^{-1} de CaCO_3 , mas com concentrações mais altas, acima de 350 mg.L^{-1} de CaCO_3 , são classificadas como muito duras (ROSA et al., 2013).

Outros parâmetros para caracterizar a qualidade das amostras de água, são o pH, a concentração de cátions Na^+ e K^+ e condutimetria, que é uma medida da concentração total dos íons, cátions e ânions. O valor permitido de pH pelo MS está entre $6,5 \leq \text{pH} \leq 9,5$ para consumo humano (BRASIL, 2017). Se as amostras são ácidas (baixos valores de pH) podem favorecer a corrosão dos metais em contato com essas águas. Se as amostras são muito básicas (altos valores de pH) favorecem a formação de precipitados e incrustações dos diferentes cátions metálicos presentes (FUNASA, 2014).

A presença de cátions sódio e, em menor medida, potássio, é devida a que os cloretos e fluoretos desses cátions são solúveis nas amostras de água. O MS estabelece uma concentração máxima de Na^+ de 200 mg.L^{-1} mas não especifica as concentrações máximas para K^+ (BRASIL, 2017).

A condutividade elétrica é a capacidade de conduzir a eletricidade da amostra de água devida presença dos diferentes ânions e cátions dissolvidas, como Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , sulfatos e carbonatos, entre várias outras espécies. A condutividade elétrica da água está relacionada a resistência elétrica da solução e é informada usualmente em mS.cm^{-1} (microSiemens por centímetro) para soluções diluídas, ou mS.cm^{-1} (miliSiemens por centímetro) para soluções mais concentradas (LIBÂNIO, 2010, APHA, 2012).

O objetivo da pesquisa é determinar a dureza d'água, pH, condutividade e concentrações de Na^+ e K^+ de diferentes fontes das cidades de Sossêgo e Cuité, localizadas na região do Curimataú

Paraibano, e verificar se os valores medidos estão de acordo com os critérios de potabilidade da legislação brasileira (BRASIL, 2017).

2 METODOLOGIA

A dureza d'água nas amostras de água das cidades de Sossêgo e Cuité, é determinada por volumetria de complexação usando o ligante EDTA, como titulante. A reação de titulação é feita a pH= 9,3 ajustado com uma solução tampão de $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ e usando negro de eriocromo T (NET) como indicador. A concentração total de cátions, $|\text{Ca}^{2+}| + |\text{Mg}^{2+}|$ é calculada como $|\text{CaCO}_3|$ em mg.L^{-1} . (MACEDO, 2001; SKOOG et al., 2005).

A concentração dos cátions metálicos, Na^+ e K^+ , foi medida com um espectrofotômetro de chama *QUIMIS Q498M*, calibrado com soluções padrão de 10 ppm de Na^+ e K^+ (QUIMIS, 2011).

O pH das amostras foi medido com um pHmetro *pH 21 – Hanna*, previamente calibrado com soluções tampão de pH= (7,00 ± 0,01) e (4,00 ± 0,01) (HANNA INSTRUMENTS, 2020).

A condutividade elétrica foi medida com um condutivímetro *MS Tecnopon* calibrado com solução padrão de $|\text{KCl}|=9,29 \times 10^{-3}\text{M}$ (691,7 ppm), que tem uma condutividade de (1,230±0,002) mS/cm, a T = 25°C (MS TECNOPON, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras coletadas dos poços da cidade de Sossêgo apresentam altas concentrações dos cátions (tabela 1). As durezas de água são elevadas nos poços I e II: (31300±600) e (23200±2100) mg.L^{-1} respectivamente. Também as concentrações de Na^+ são altas sendo (7478±67) e (2150±21) mg.L^{-1} respectivamente e as de K^+ são (676±21) e (218±2) mg.L^{-1} respectivamente. As amostras são levemente ácidas com pH = 6,60 e 6,68 respectivamente. Os valores de condutividade também são altas, sendo 7,57 e 4,63 mS.cm^{-1} . Estas amostras não cumprem com o critério de potabilidade do MS, devido aos altos valores das durezas, concentração de cátions sódio e potássio e condutividades. O MS não especifica valores máximos de condutividade, mas essas medidas confirmam as altas concentrações de cátions e ânions presentes. Só o pH cumpre com os critérios de potabilidade (BRASIL, 2017).

As amostras de Cuité apresentam menores concentrações de cátions que as do Sossêgo (tabela 1). Para o poço I a dureza de água é (2360±330) mg.L^{-1} , e para o poço II é (450±35) mg.L^{-1} . Também as concentrações de Na^+ e K^+ seguem a mesma tendência. No poço I, $|\text{Na}^+| = (2100 \pm 24)$ mg.L^{-1} e $|\text{K}^+| = (60 \pm 1)$ mg.L^{-1} . No poço II, $|\text{Na}^+|$ e $|\text{K}^+|$ são (47±1) e (14,7±0,3) mg.L^{-1} respectivamente.

Os valores de condutividade das amostras de Cuité, poços I e II, são de 2,78 e 0,107 mS.cm⁻¹ respectivamente, sendo bem mais baixas que os resultados medidos nas amostras de Sossêgo. As amostras I e II são mais ácidas com pH = 3,29 e 5,33 respectivamente, e não cumprem com o critério de potabilidade do MS.

Só a amostra II de Cuité poderia ser apta para consumo devido a que a dureza de (450±35) mg.L⁻¹ é menor que o máximo permitido, mas ainda é muito ácida, com um pH = 5,33, ficando também fora do critério do MS para água potável (BRASIL, 2017).

As amostras de Sossêgo I e II, e de Cuité I, têm valores muito altos na concentração de Na⁺, ultrapassando o máximo permitido de 200 mg.L⁻¹ (BRASIL, 2017). A amostra de Cuité II tem uma concentração de (47±1) mg.L⁻¹, ajustando-se ao estabelecido pelo MS, para esse parâmetro. Os valores das concentrações de K⁺, são menores que as de Na⁺, (60±1) e (14,7±0,3) mg.L⁻¹ mas não há recomendações sobre concentrações máximas aceitáveis de K⁺ pelo MS.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos de águas de poços das cidades: dureza d'água, concentrações de Na⁺ e K⁺ em mg.L⁻¹, pH e condutividade (C). Os erros estão dentro do 95% de confiança.

Amostras	CaCO ₃ / mg.L ⁻¹	Na ⁺ / mg.L ⁻¹	K ⁺ / mg.L ⁻¹	pH (±0,01)	C / mS.cm ⁻¹
Sossêgo (I)	31300±600	7478±67	676±21	6,60	7,57
Sossêgo (II)	23200±2100	2150±21	218±2	6,68	4,63
Cuité (I)	2360±330	2100±24	60±1	3,29	2,78
Cuité (II)	450±35	47±1	14,7±0,3	5,33	0,107

Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores experimentais obtidos neste trabalho podem ser comparados com outros trabalhos realizados em outras fontes de cidades da mesma região (Tabela 2).

Analisando os diferentes parâmetros medidos, as amostras de Taperoá e Baraúna também apresentaram valores altos nos valores da concentração de CaCO₃, o que reflete durezas d'água comparáveis com as do trabalho. Na cidade de Taperoá, os valores da dureza d'água variam entre 220 a 2263 mg.L⁻¹ de CaCO₃ (MEDEIROS FILHO et al., 2018). Mas em algumas amostras de Baraúna (DANTAS et al. 2015), Cuité (chafariz) (SANTOS et al., 2019) e Cuité (rede) as durezas são mais baixas, aceitáveis pelo MS (SILVA et al., 2019).

Enquanto aos valores de pH, só a amostra de Cuité (chafariz) é muito ácida, com pH = $(4,05 \pm 0,06)$, mas as outras amostras tem pH aceitável para o estabelecido pelo MS. As amostras das diferentes cidades da região amostram diversos valores de pH. As amostras de Sossêgo (I e II) são levemente ácidas com pH entre 6,60 e 6,68 e as de Cuité (I e II) são ácidas com pH entre 3,29-5,33. As amostras de Taperoá são muito básicas, com pH ente 7,70 e 7,90. (SILVA et al. 2017), assim como as de Nova Palmeira em que o pH varia entre 7,84 e 8,52 (SILVA et al., 2018)

As concentrações de sódio também apresentaram valores elevados nas cidades de Taperoá (1407 mg.L^{-1}), e Baraúna (entre 1217 e 1368 mg.L^{-1}). Mas os valores das concentrações de potássio apresentaram valores baixos nas amostras de Taperoá, entre 23,6 e 90,8 ppm e Cuité (chafariz) com 23,14 ppm. Esses valores são mais baixos que as amostras de Sossêgo I e II e Cuité I e II. Os valores das concentrações de Na^+ em Sossêgo são bem mais altas que os valores obtidos em Taperoá, Baraúna e Cuité (chafariz e rede) mas a amostra de Cuité I é comparável com as amostras de Taperoá e Baraúna (MEDEIROS FILHO, 2018; ARAÚJO et al., 2019). A amostra de Cuité II pode ser comparada com as amostras de Cuité (chafariz e rede) (SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2019).

Tabela 2: dados experimentais de amostras de água na região do Curimataú Paraibano para comparar com os dados experimentais.

Amostras	$ \text{CaCO}_3 / \text{mg.L}^{-1}$	$ \text{Na}^+ / \text{mg.L}^{-1}$	$ \text{K}^+ / \text{mg.L}^{-1}$	pH ($\pm 0,01$)	C / mS.cm^{-1}
Taperoá	200-2263	32-1407	23,6-90,8	7,70-7,90	3,80-241
Baraúna	245-641	1217-1368	-	-	-
Cuité (chafariz)	360	185,15	23,14	4,05	3,023
Cuité (rede)	71,1	-	-	7,46	1,67
Nova Palmeira	416-984	-	-	7,84-8,52	7,21-10,96

4 CONCLUSÕES

Medições de dureza d'água, concentrações de Na^+ e K^+ , pH e condutimetria foram realizadas em amostras das cidades de Sossêgo e Cuité, na região do Curimataú Paraibano.

As amostras da cidade de Sossêgo apresentam altas durezas d'água, entre cinquenta e sessenta vezes mais dura que o máximo permitido pelo MS para água potável (BRASIL, 2017). As amostras de Cuité (poços I e II) tem valores mais baixos que os medidos em Sossêgo, mas só a

amostra II cumpre com o critério de dureza estabelecido. Os valores das concentrações de Na^+ e K^+ e de condutividade seguem essa tendência, sendo a amostra II de Cuité a que apresenta valores mais baixos. Enquanto aos valores de pH, as amostras de Sossêgo são levemente ácidas, dentro do intervalo permitido de pH, mas as amostras de Cuité são ácidas e não cumprem com o critério de potabilidade.

Portanto, e de acordo as especificações do MS, as águas provenientes dos poços de Sossêgo e Cuité não são aptas para consumo. No caso em que essas fontes forneçam água para consumo, deve-se ter em conta que devem ser tratadas para eliminar os cátions presentes para tentar ajustar os parâmetros com os da legislação. Um monitoramento constante das propriedades físico-químicas das águas presentes nas referidas fontes da região do Curimataú Paraibano é necessário. Estudos mais específicos permitirão determinar a presença e concentração dos diferentes cátions presentes nas amostras.

AGRADECIMENTOS

As determinações da dureza d'água foram feitas nos laboratórios de Química Geral e Química Analítica do CES/UFCG, no Campus de Cuité.

A água destilada utilizada nas experiências foi fornecida pelo Laboratório de Eletroquímica e Corrosão, do CES/UFCG.

REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas de Saneamento Básico. **Abastecimento**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/usos-da-agua/abastecimento>. s. d. Acesso em: 02 de setembro de 2020.

APHA – AWWA – WEF . American Public Health Association; American Water Work Association; Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. BAIRD, R. CLESCERI, A. D. Amer. Public Health Assn: Washington, 22 eds. 2012.

ARAÚJO, A. M. S; SILVA, D. D. **Aplicação da Cromatografia em Coluna com Adsorvente Natural para “clean-up” de Diferentes Matrizes Aquosas**. XVI Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal De Campina Grande. 2019.

BRASIL. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. **Legislação para águas de consumo humano**. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 de março de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2006.

BRASIL. Portaria 2914 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**. Ministério da Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF, 2011. 213p. Disponível em: Acesso em julho.2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº. 5/2017. **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, 28 de setembro de 2017.

CASTRO, J. S. O.; RESQUE JÚNIOR, B. T. B.; PONTES, A. N.; MORALES, G. P. **Potabilidade das Águas Subterrâneas para o Consumo Humano na área do Polo Industrial de Barcarena-Pará**. Enciclopédia Biosfera, v.10, n.19; p. 2931, 2014.

CERETTI, H.; HUGHES, E. A.; ZALTS, A. **The Softening of Hard Water and Complexometric Titrations**. An Undergraduate Experiment. J. Chem. Educ. 1999, 76 (10), 1420.

DANTAS, A. M. de; RAULINO, J. L. C.; OLIVEIRA, J. A. M.; CAMPOS, A. R. N.; SANTANA, R. A. C. de. **Determinação da dureza de águas coletadas em reservatórios no município de Baraúna-PB: açude e poço artesiano**. 5º Encontro Regional de Química & 4º Encontro Nacional de Química. Novembro 2015 vol. 3 num. 1.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2.ed. São Carlos : RIma, 2005.1565 p.2.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual prático de análise de água**. Brasília: FUNASA; 2014.

GARVEY, S. L.; SHAHMOHAMMADI, G.; MCLAIN, D. R.; DIETZ, M. L. **Determination of Calcium in Dietary Supplements: Statistical Comparison of Methods in the Analytical Laboratory.** J. Chem. Educ. 2015, 92 (1), 167–169.

HANNA INSTRUMENTS. **pHmetro pH 21 – Hanna.** Disponível em: <https://www.hannainst.com/>. Acesso em: 24 de setembro de 2020.

KIMARU, I. W.; CORIGLIANO, A. T.; ZHAO, F. **Using Classical EDTA Titrations To Measure Calcium and Magnesium in Intravenous Fluid Bags.** J. Chem. Educ. 2018, 95, 12, 2238–2242.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.

MACEDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas.** Águas e águas. Jorge Macedo. Juiz de Fora, 2001.

MEDEIROS FILHO, F. C.; RAMOS, J. F.; VELARDEZ, G. F. **Análise físico-química de amostras de águas em diferentes cidades da Paraíba.** Apresentação no CONIDIS – I, Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande – Novembro 2016.

MEDEIROS FILHO, F. C. **Adsorvente Natural derivado da Cortiça para tratamento de Águas Subterrâneas.** III Congresso Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Revista Realize, Campina Grande. 2018.

RAMOS J. F.; SILVA, A. P. S; MEDEIROS FILHO, F. C.; VELARDEZ, G. F. **Estudo analítico da dureza de águas em diferentes poços na região do Curimataú Paraibano.** II CONIDIS. Congresso Internacional Da Diversidade Do Semiárido. 2017.

SANTOS, M. C. et al. **Determinação de propriedades físico-químicas de águas do chafariz do município de Cuité-PB.** Educação, Ciência e Saúde, v. 6, n. 1, p. 19, 2019.

MS TECNOPON, Instrumentação. **Turbidímetro TB-1000.** Disponível em: <https://www.tecnopon.com.br/turbidimetro-bancada-tb-2000/turbidimetro-tb-1000-tecnopon/>. Acesso em: 21 de setembro de 2020.

NOVICK, S. G. **Complexometric Titration of Zinc. An Analytical Chemistry Laboratory Experiment.** J. Chem. Educ. 1997, 74, 1463.

QUIMIS. Aparelhos Científicos LDTA. **Manual de Instruções do Fotômetro de chama.** Q498M. Diadema/SP. 2011.

ROSA, G.; GAUTO, M.; GONÇALVES, F. **Química Analítica: práticas de laboratório.** Porto Alegre: Bookman, 2013.

SILVA, A. C.; CORDEIRO, D. O.; SANTOS, E. S; MACEDO, F. L.; SOUSA, M. G. S.; SILVA, P. S. G. **Análise Físico-química de Águas do Abastecimento do Município de Cuité-PB.** 62º Reunião Anual da SBPC, 2019. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/resumos/resumos/2019.htm>. Acesso em: 13 de Agosto de 2020.

SILVA, V. A.; MEDEIROS, M. J. S.; MEDEIROS, R. S.; **Aspectos físico-químicos da água subterrânea consumida no município de Taperoá – PB.** II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. II CONIDIS. Realize Eventos, 2017.

SILVA, W. M.; MEDEIROS FILHO, F. C.; DANTAS, L. V. M.; SILVA, D. D. **Estudos de águas subterrâneas do município de Nova Palmeira – PB.** III CONAPESC. Anais: Realize Eventos. 2018.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica.** 8ª edição. Thompson. Mexico D.F. 2005.

STOODLEY, R.; NUÑEZ, J. R. R.; BARTZ, T. **Field and In-Lab Determination of Ca²⁺ in Seawater.** J. Chem. Educ. 2014, 91, 1954–1957.

WHO/UNICEF. (2012). **Estimated data from WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation.** Progress on Sanitation and Drinking-Water, 2012 Update.

YANG, G; LIU, S.; YAN, K.;TIAN, L.; LI, P.; LI, X.; HE, X. **Effect of drip irrigation with brackish water on the soil chemical properties for a typical desert plant (haloxylon ammodendron) in the Manas river basin.** Irrig. and Drain. (2020). Publicado online na Wiley Online Library, <https://onlinelibrary.wiley.com/>. DOI: 10.1002/ird.2419. Acesso no 24/09/2020.