

Análise físico-química da água utilizada para consumo nas escolas municipais da zona urbana de Esperança/PB

Aldeni Barbosa da Silva^{1*}

Janaina Moreira de Brito²

Jonatas da Silva Duarte³

Airton Silva Braz⁴

Ronaldo de Araújo Silva⁵

Edmilson Dantas da Silva Filho⁶

1. Biólogo (Universidade Estadual do Paraíba), Doutor em Agronomia (Universidade Federal da Paraíba), Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Brasil.

2. Bióloga (Universidade Federal da Paraíba, Brasil).

3. Estudante do Curso Técnico Integrado em Informática (Instituto Federal da Paraíba, Campus Esperança, Brasil).

4. Estudante do Curso de Engenharia Agrícola (Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brasil).

5. Estudante do Curso de Química (Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Brasil).

6. Engenheiro de Alimentos (Universidade Federal da Paraíba), Doutorado em Engenharia Agrícola (Universidade Federal de Campina Grande), Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Brasil.

*Autor para correspondência: aldeni.silva@ifpb.edu.br

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de verificar a qualidade físico-química da água que abastece as escolas municipais da zona urbana da cidade de Esperança - PB. As amostras de água foram coletadas em garrafas plásticas de 2 litros em 7 escolas municipais e foram encaminhadas ao laboratório de Química (LQ) do Instituto Federal da Paraíba, campus de Campina Grande, para a realização das análises. Os parâmetros físico-químicos das águas foram determinados seguindo-se as metodologias do manual do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os valores foram avaliados conforme as recomendações da portaria de nº 2914/2011 do Ministério da Saúde. O nome das escolas foi mantido em sigilo, sendo as amostras coletadas, identificadas por 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, temperatura, cor, alcalinidade, acidez carbônica e cloreto. Todas as amostras atenderam aos padrões estipulados, com relação ao pH; em relação a cor aparente, a amostra 6 apresentou um valor superior, não atendendo ao padrão vigente; as amostras apresentaram uma alcalinidade média de 23,7 mg/L de CaCO₃, isso devido a presença de bicarbonatos; a acidez carbônica variou de 12 a 17,9 mg/L de CaCO₃, estando portanto, fora da faixa permitida pela legislação, que estabelece um teor máximo de 10 mg/L de CaCO₃, e o teor de cloreto foi em média de 119,63 mg/L de Cl, estando dentro dos padrões permitidos pela referida portaria que estabelece um teor de 250 mg/L de Cl como valor máximo permitido para água potável.

Palavras-chave: Qualidade da água, Água Potável, Consumo humano.

Physical-chemical analysis of the water used for consumption in the municipal schools of the urban area of Esperança/PB

ABSTRACT

The present work had the objective of verifying the physical-chemical quality of the water that supplies the municipal schools of the urban zone of the city of Esperança - PB. The water samples were collected in 2 liter plastic bottles in 7 municipal schools and were sent to the Chemistry Laboratory (LQ) of the Federal Institute of Paraíba, campus of Campina Grande, to carry out the analyzes. The physico-chemical parameters of the waters were determined following the methodologies of the Adolfo Lutz Institute manual (2008). The values were evaluated according to the recommendations of Ministerial Order No. 2914/2011 of the Ministry of Health. The names of the schools were kept confidential, and the samples were collected, identified by 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7. They were analyzed the following parameters: pH, temperature, color, alkalinity, carbonic acidity and chloride. All samples met the stipulated standards, relative to pH; in relation to the apparent color, sample 6 presented a higher value, not meeting the current standard; the samples had an average alkalinity of 23.7 mg / L CaCO₃, due to the presence of bicarbonates; the carbonic acidity ranged from 12 to 17.9 mg / L of CaCO₃, and was therefore outside the range allowed by the legislation, which establishes a maximum content of 10 mg / L CaCO₃, and the chloride content was on average 119, 63 mg / L of Cl, being within the standards allowed by said decree that establishes a content of 250 mg / L Cl as the maximum allowed value for drinking water.

Keywords: Water quality; Potable water; Human consumption.

Introdução

A água ocupa aproximadamente 75% da superfície da Terra e é o constituinte inorgânico mais abundante da matéria viva, integrando aproximadamente dois terços do corpo humano e atingindo até 98% para certos animais aquáticos, assim como, legumes, frutas e verduras. Constitui-se no solvente universal da maioria das substâncias, modificando-as e modificando-se em função destas (LIBÂNIO, 2010).

É um recurso vital e limitado para a existência humana. A disponibilidade adequada de água potável se relaciona fortemente com conceitos de desenvolvimento sustentável. A água desempenha um papel preponderante no crescimento econômico, na redução da pobreza, no acesso à alimentação segura e na proteção do ecossistema. Adicionalmente, a água é um componente crítico da saúde pública e a sua falta impõe uma pesada carga as populações (MASSOUD et al., 2010).

As águas estão distribuídas de modo muito desigual no planeta. Cerca de 97,5% de toda água que dispomos estão nos mares (SHIKLOMANOV; RODDA, 2003; SILVA et al., 2017a). As águas doces completam as reservas com os restantes 2,5%. E a grande parte das águas doces do planeta está armazenada sob a forma de geleiras que aprisionam nada menos do que 68,7% de toda a água doce disponível. Outra parte considerável (30,9%) das águas do-

ces está nos aquíferos e nos solos congelados das florestas boreais (*permafrost*) (PINTO-COELHO; HAVENS, 2016).

Segundo alguns especialistas, a crise da água no século XXI é muito mais de gerenciamento do que uma crise real de escassez e estresse (ROGERS et al., 2006). Entretanto, para outros especialistas, é resultado de um conjunto de problemas ambientais agravados com outros problemas relacionados à economia e ao desenvolvimento social (GLEICK, 2000). Para Somlyody e Varis (2006), o agravamento e a complexidade da crise da água decorrem de problemas reais de disponibilidade e aumento da demanda, e de um processo de gestão ainda setorial e de resposta a crises e problemas sem atitude preditiva e abordagem sistêmica. Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) acentuam a necessidade de uma abordagem sistêmica, integrada e preditiva na gestão das águas com uma descentralização para a bacia hidrográfica. Segundo esses autores, uma base de dados consolidada e transformada em instrumento de gestão pode ser uma das formas mais eficazes de enfrentar o problema da escassez, estresse e deterioração da qualidade da água.

As características físicas das águas de abastecimento encerram comumente o impacto de imediato ao consumidor; podendo, com alguma frequência, concorrer para recusa da água distribuída pela concessionária. Quando tal se sucede, a opção de abastecimen-

to recai para fonte alternativa, não necessariamente segura. Esta percepção imediata abarca os sentidos da visão (turbidez e cor), paladar e olfato (sabor e odor) (LIBÂNIO, 2010; SILVA et al., 2017b).

A qualidade química é aferida pela própria identificação do componente na água, por meio de métodos laboratoriais específicos. Tais componentes químicos não devem estar presentes na água acima de certas concentrações determinadas com o auxílio de estudos epidemiológicos e toxicológicos. As concentrações limites toleráveis significam que a substância, se ingerida por um indivíduo com constituição física mediana, em certa quantidade diária, durante um determinado período de vida, adicionada a exposição esperada da mesma substância por outros meios (alimento, ar, etc.), submete esse indivíduo a um risco inaceitável de acometimento por uma enfermidade crônica resultante. Dois importantes grupos de substâncias químicas, cada qual com origens e efeitos específicos sobre a saúde humana, são as substâncias químicas inorgânicas, como os metais pesados, e orgânicas, como os solventes (BRASIL, 2006).

O abastecimento público da água em termos de qualidade é uma preocupação crescente da humanidade, devido à escassez do recurso água e a deterioração das águas dos mananciais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004). Centenas de municípios se encontram em condições de grandes dificuldades pela falta de água em quantidade e qualidade, o que deixa as pessoas apreensivas. Grande parte das populações urbanas e rurais, dispersas por todo o Semiárido, tem água apenas pelo programa emergencial coordenado pelo Exército Brasileiro e pela Defesa Civil (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2014; SILVA et al., 2017c). De acordo com a portaria publicada no Diário Oficial da União (DOU) (23 de abril de 2015), 170 municípios paraibanos se encontram em situação de emergência, permitindo as cidades listadas receber abastecimento através de carros-pipa do Exército Brasileiro, sendo a cidade de Esperança, uma das listadas (BRASIL, 2015).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a água é levada aos municípios, distritos e propriedades rurais a partir de mananciais cada vez mais distantes, via carro pipa ou adutoras emergenciais (BRASIL, 2014), porém, fontes, poços, carros pipas, por exemplo, nem sempre são seguros, do ponto de vista físico-químico e sanitário (ENSP, 2015; SILVA et al., 2017c).

Diante disso, esse trabalho teve o objetivo de verificar a qualidade físico-química da água que abastece as escolas municipais da zona urbana da cidade de Esperança-PB.

Material e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido nas escolas municipais de Esperança/PB, cidade situada na mesorregião do Agreste Paraibano, com área territorial de 161.138 km², altitude média de 630 metros, apresentando uma população estimada em 32.785 habitantes, densidade demográfica de 189,86 hab/km² (IBGE, 2015), e coordenadas geográficas de 07°01'59" S e 35°51'26" W (IBGE, 2009). Com uma distância de aproximadamente 146 km da capital João Pessoa e a 25 km de Campina Grande, cidade na qual se mantém maiores vínculos comerciais (Figura 1).



Figura 1. Localização do município de Esperança/PB. Fonte: IBGE (2015). / Figure 1. Location of the municipality of Esperança / PB. Source: IBGE (2015).

Amostras para análises físico-químicas

As amostras de água destinadas para as análises físico-químicas foram coletadas diretamente da torneira em garrafas plásticas de 2 litros em 7 escolas municipais da zona urbana e foram encaminhadas ao laboratório de Química (LQ) do Instituto Federal da Paraíba, campus de Campina Grande, para a realização das análises. O critério de escolha destas escolas se deu por estas apresentarem uma grande demanda dos estudantes do município matriculados.

Os parâmetros físico-químicos das águas foram determinados seguindo-se as metodologias do manual do Instituto Adolfo Lutz, notadamente os métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, da 4ª versão, do Capítulo VIII – Águas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Os valores foram avaliados conforme as recomendações da portaria de nº 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Inicialmente, foi feito um pedido formal e documentado de autorização da direção escolar para o desenvolvimento desse trabalho. Por motivos éticos, o nome das referidas escolas foram mantidos em sigilo, sendo as amostras coletadas nas mesmas, identificadas como amostras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os parâmetros analisados e os métodos de análises foram os seguintes:

pH

A medida do pH baseou-se na determinação da atividade dos íons hidrogênio. O pH foi determinado pelo método potenciométrico, com o pHmetro digital portátil da marca Instrutemp, modelo ITPH-2000, previamente calibrado com soluções-tampão de pH 7,0 e de pH 4,0, com resultados expressos em escala logarítmica de pH.

Temperatura

A temperatura da água foi determinada com o uso de termômetro digital comum, modelo HANNA HI 98501-1, com uma casa decimal de precisão, na escala de °C.

Cor

A cor foi determinada pelo método de comparação óptica, utilizando-se o Colorímetro digital (Hanna Instruments HI 727 Checker HC Handheld Colorimeter; For Color of Water).

Alcalinidade

A alcalinidade foi determinada pelo método volumétrico, com a adição, para cada 100 mL da amostra, de duas gotas do indicador de fenolftaleína (permanecendo incolor), em seguida três gotas do indicador metil-orange (cor amarela), titulando-se com ácido clorídrico (HCl) a 0,1 M, até o surgimento da coloração salmão-rósea, cujos resultados são expressos em mg/L de CaCO₃.

Acidez Carbônica

A acidez carbônica, expressa em termos de CaCO₃, foi efetuada através de dois procedimentos: titulometria e a secagem da água, ambos com 100 mL da amostra. 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 à fervura numa chapa aquecedora, para a liberação do dióxido de carbono (Co₂).

Cloreto

O cloreto, por sua vez, foi verificado pelo método de Mohr, em mg/L de Cl, no qual, 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 e, 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.

Resultados e Discussão

Potencial Hidrogeniônico (pH), Cor aparente e Temperatura

Com relação ao valor do pH encontrado para esse estudo, to-

das as amostras atenderam aos padrões estipulados, pois os valores variaram de 6,80 a 7,35 a uma temperatura média de 27,3 °C (Tabela 1).

De acordo com a Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011, o pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para consumo humano apresentar valores entre 6,00 e 9,5 (BRASIL, 2011).

O pH representa a concentração de íons hidrogênio, H⁺, dando uma indicação das condições de acidez, neutralidade e basicidade da água. Trata-se de um parâmetro de caráter operacional importante e deve ser acompanhado para otimizar os processos de tratamento (BAIRD, 2004).

Resultados semelhantes foram encontrados por Tozzo e Gonçalves (2014) que avaliaram a qualidade físico-química da água do riacho Japira no município de Apicurana/PR, encontrando uma variação de pH de 6,0 a 7,4 nos pontos amostrados, e por Campos et al. (2002), que observou que o pH de todas as amostras da rede de abastecimento, colhidas em residências da cidade de Araraquara, estava de acordo com o padrão vigente na legislação. Pereira et al. (2010) encontrou resultados contraditórios quando avaliou a qualidade de água fornecida a população da cidade de Abaetetuba-PA, observando que nos pontos AWG-11 a AWG-15, as águas mostraram-se ácidas (pH entre 4,85 e 4,95).

Em relação a cor aparente, todas as amostras atenderam ao padrão vigente, com exceção da amostra 6, que apresentou um valor de 20 uH (Tabela 1). A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece para cor aparente o Valor Máximo Permitido de 15 (quinze) uH como padrão de aceitação para consumo humano.

Scuracchio (2010), verificando a qualidade microbiológica e físico-química da água que abastece as escolas de ensino fundamental e creches municipais da cidade de São Carlos-SP, observaram que, para cor aparente, todas as amostras atenderam ao padrão vigente, apresentando valores de cor abaixo de 15 uH.

De acordo com Libânio (2010), a cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas, denominadas colóides, finamente dispersas de origem predominantemente orgânica e dimensão inferior a 10 µm, relacionando-se com a concentração de carbono orgânico presente no ambiente aquático. Pode também ser resultado da presença de compostos de ferro e manganês ou do lançamento de diversos tipos de resíduos industriais.

Todas as amostras apresentaram temperaturas bem semelhantes, tendo um valor médio de 27,3 °C (Tabela 1).

Tabela 1. Valores do pH, Cor aparente e da temperatura das amostras de água coletadas nas escolas municipais de Esperança/PB¹. / **Table 1.** pH, apparent color and temperature values of the water samples collected at the municipal schools of Esperança / PB¹.

Amostras	pH	Cor (uH) ²	Temperatura (°C)
1	6,97	15 uH	27,4 °C
2	7,32	5 uH	27,4 °C
3	7,07	5 uH	27,3 °C
4	7,18	5 uH	27,5 °C
5	6,80	5 uH	27,1 °C
6	7,26	20 uH	27,3 °C
7	7,35	5 uH	27,3 °C
Médias	7,13	-	27,3 °C

Fonte: Elaboração própria.

¹Segundo a Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. ²Unidade Hazen (mgPt-Col/L). Source: Own elaboration. ¹Following the Administrative Rule no. 2.914, of December 12, 2011. ²Hazen unit (mgPt-Col / L).

A temperatura é diretamente proporcional à velocidade das reações químicas, à solubilidade das substâncias, à concentração de oxigênio dissolvido, ao metabolismo dos organismos presentes no ambiente aquático, a formação de subprodutos da desinfecção, ao recrudescimento microbiológico e à taxa de corrosão nas tubulações integrantes dos sistemas de abastecimento (DEZUANE, 1997). De acordo com Libânio (2010), a temperatura da água e dos fluidos em geral, indica a magnitude da energia cinética do movimento aleatório das moléculas e sintetiza o fenômeno de transferência de calor à massa líquida. Segundo o mesmo autor, a alteração da temperatura das águas naturais decorre em especial da insolação, esta influenciada significativamente pelo clima e pela latitude, e, quando de origem antrópica, do lançamento de despejos industriais.

Alcalinidade e Acidez Carbônica

As amostras de água apresentaram uma alcalinidade média de 23,7 mg/L de CaCO₃, isso devido a presença de bicarbonatos (Tabela 2).

A alcalinidade das águas naturais traduz a capacidade de neutralizar ácidos (os íons H⁺) ou a capacidade de minimizar variações significativas de pH (tamponamento), constituindo-se especialmente de bicarbonatos (HCO₃⁻), Carbonatos (CO₃²⁻), e hidróxidos (OH⁻). Na potabilização das águas para consumo humano, a alcalinidade adquire função primordial no êxito do processo de coagulação minimizando a redução muito significativa do pH após a dispersão do coagulante (LIBÂNIO, 2010).

A distribuição entre as três formas de alcalinidade na água (bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos) é função do seu pH: pH > 9,4 (hidróxidos e carbonatos); pH entre 8,3 e 9,4 (carbonatos e bicarbonatos); pH entre 4,4 e 8,3 (apenas bicarbonatos). 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 à alta taxa respiratória de microrganismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO₂) na água. A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO₃. De maneira semelhante à alcalinidade, a distribuição das formas de acidez também é função do pH da água: pH > 8,2 - CO₂ livre ausente; pH entre 4,5 e 8,2 - acidez carbônica; pH < 4,5 - acidez por ácidos minerais fortes, geralmente resultantes de despejos industriais. Águas com acidez mineral são desagradáveis ao paladar, sendo desaconselhadas para abastecimento doméstico (BRASIL, 2014).

Silva (2015) observou uma alcalinidade relativamente alta na cidade de Malta e nas cisternas em Quixabá devido a presença de carbonatos para a constituição do cimento da cisterna, quando analisou eventuais problemas de saúde pública associados com qualidade da água cedida pelos carros pipa em três municípios em situação de calamidade pública no médio sertão paraibano.

A acidez carbônica resultou numa média de 14,7 mg/L de CaCO₃ (Tabela 2). O valor obtido está fora da faixa permitida pela legislação, que estabelece um teor máximo de 10 mg/L de CaCO₃ para as águas (BRASIL, 2011).

Euba Neto et al. (2012) observaram que os valores para acidez estavam dentro dos padrões legais vigentes em lei para água doce, quando se avaliou a balneabilidade das águas do Balneário Veneza pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru na Cidade de Caxias, MA, por meio dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

Em contraposição à alcalinidade, a acidez é a característica química de neutralizar bases e também evitar alterações bruscas no pH, graças especialmente, a concentração de gases dissolvidos como CO₂ e H₂S ou de ácidos húmicos, fúlvicos e himatomelânicos. Pode ter origem natural – pela absorção da atmosfera e decomposição da matéria orgânica – ou antrópica, pelo lançamento de despejos industriais e lixiviação do solo de áreas de mineração. Similarmente em relação à alcalinidade, a distribuição das formas de acidez efetua-se em função do pH. Para águas com pH inferior a 4,5, a acidez decorre de ácidos minerais fortes – geralmente resultante de despejos industriais – pH entre 4,5 e 8,2 indica acidez devido ao CO₂, e para pH maior que 8,2 indica ausência de CO₂ livre (LIBÂNIO, 2010).

Tabela 2. Alcalinidade e acidez carbônica das amostras de água coletadas nas escolas municipais de Esperança/PB¹. / **Table 2.** Alkalinity and carbonic acidity of the water samples collected at the municipal schools of Esperança / PB¹.

Amostras	Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	Acidez Carbônica (mg/L de CaCO ₃)
1	30,7	12
2	34,0	17,9
3	17,0	12
4	15,7	12,3
5	14,3	13,6
6	17,7	17,3
7	36,3	17,7
Médias	23,7	14,7

Fonte: Elaboração própria.

¹Segundo a Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Source: Own elaboration. ¹Following the Administrative Rule no. 2.914, of December 12, 2011.

Cloreto

Verificou-se que o teor de cloreto foi em média de 119,63 mg/L de Cl⁻ (Tabela 3), estando dentro dos padrões permitidos pela portaria 2914/11 que estabelece um teor de 250 mg/L de Cl⁻ como valor máximo permitido para água potável.

Tabela 3. Quantidade de cloreto nas amostras de água coletadas nas escolas municipais de Esperança/PB¹. / **Table 3.** Amount of chloride in the water samples collected at the municipal schools of Esperança / PB¹.

Amostras	Cloreto (mg/L de Cl)
1	224,99 mg/L de Cl
2	137,49 mg/L de Cl
3	104,99 mg/L de Cl
4	64,99 mg/L de Cl
5	109,99 mg/L de Cl
6	94,99 mg/L de Cl
7	99,99 mg/L de Cl
Médias	119,63 mg/L de Cl

Fonte: Elaboração própria.

¹Seguindo a Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Source: Own elaboration. ¹ Following the Administrative Rule no. 2,914, of December 12, 2011.

Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar, e ainda podem advir dos esgotos domésticos ou industriais. Altas concentrações do íon cloreto na água podem ocasionar restrições ao seu uso pelo sabor que confere à mesma e pelo efeito laxativo que causam naqueles indivíduos que estavam acostumados a baixas concentrações. Os métodos convencionais para o tratamento da água não removem o íon cloreto, podendo ser removidos por osmose reversa e eletrodialise (BRASIL, 2014).

Casali (2008) realizando um diagnóstico da qualidade da água destinada ao consumo humano das escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul, observou que o nível de cloreto das águas variou de 0,2 a 16,2 mg/L, sendo encontrado os maiores valores sempre em águas subterrâneas. Pelo fato do cloreto ser muito móvel, dificilmente ele será encontrado em grandes concentrações em águas coletadas superficialmente devido a sua diluição. Já as águas subterrâneas conseguem manter um maior nível de cloreto devido ao impedimento físico que as camadas de rocha e de solo apresentam, limitando a sua perda para outros meios.

Conclusões

De acordo com os aspectos físico-químicos avaliados, tendo por base a Portaria N° 2.914/2011, conclui-se que todas as amostras atenderam aos padrões estipulados, com relação ao pH; em relação a cor aparente, a amostra 6 apresentou um valor superior, não atendendo ao padrão vigente; as amostras apresentaram uma alcalinidade média de 23,7 mg/L de CaCO₃, isso devido a presença de bicarbonatos; a acidez carbônica variou de 12 a 17,9 mg/L de CaCO₃, estando portanto, fora da faixa permitida pela legislação, que estabelece um teor máximo de 10 mg/L de CaCO₃, e o teor de cloreto foi em média de 119,63 mg/L de Cl, estando dentro dos padrões permitidos pela referida portaria que estabelece um teor de 250 mg/L de Cl como valor máximo permitido para água potável.

Referências Bibliográficas

- BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 622p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. - Brasília: Ministério da Saúde, 212p., 2006.
- BRASIL. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- BRASIL. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 112 p., 2014.
- BRASIL. Secretaria de Política Agrícola. Departamento de Economia Agrícola. **Coordenação-Geral de Estudos e Informações Agropecuárias**. Esplanada dos Ministérios, Brasília / DF. Informativo sobre a Estiagem no Nordeste - nº 67, 2014. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Informativo%20estiagem%2067.pdf. Acesso: 08 de julho de 2015.
- BRASIL. **Portaria N° 71**, de 22 de abril de 2015. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=23&data=23/04/2015>.
- CAMPOS, J. A. D. B.; FARACHE FILHO, A.; FARIA, J. B. Qualidade Sanitária da Água Distribuída para Consumo Humano pelo Sistema de Abastecimento Público da Cidade de Araraquara-SP. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 13, p. 117-129, 2002.
- CASALI, C. A. **Qualidade da Água para Consumo Humano ofertada em Escolas e Comunidades Rurais da Região Central do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 173p., 2008.
- DEZUANE, J. Chemical Parameters – Inorganics. In: **Drinking Water Quality**, 2nd Ed., New York: John Wiley & Sons, p. 575, 1997.
- ENSP. **Falta d'água contribui par aumento de doenças, diz pesquisador**. 03/03/2015. Disponível em: <http://www.ensp.fiocruz.br/porta-ensp/informe/site/materia/detalhe/37244>. Acesso: 08/07/2015.
- EUBA NETO, M.; SILVA, W. O.; RAMEIRO, F. C.; NASCIMENTO, E. S.; ALVES, A. S. Análises Físicas, Químicas e Microbiológicas das Águas do Balneário Veneza na Bacia Hidrográfica do Médio Itapecuru, MA. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 3, p. 397-403, 2012.
- GLEICK, P. H. **The world's water**. 2000-2001. Report on Freshwater Resources. Island Press, 2000. 315p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2009. **Agricultura familiar. Primeiros Resultados. Brasil, Grandes Regiões e Unidades de Federação**. MDA/MPOG, 2009, p. 1-267. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006/familia_censoagro2006.pdf. Acesso: 27/06/2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2015. **Cidades**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250600>. Acesso em: 21 de nov. 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Águas. 2008, p. 347-408. In: **Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. Edição IV. São Paulo: 1ª Edição Digital. SES – CCD – IAL. Secretaria de Estado da Saúde – Coordenadoria de Controle de Doenças. 1020 p. 2008.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Campinas/SP. 3ª Edição, Editora Átomo, 494p., 2010.
- MASSOUD, M. A.; ABDOLMONIM, A. A.; JURDI, M.; NUWAYHID, I. The challenges of sustainable access to safe drinking water in rural areas of developing countries: Case of Zawtar El-Charkieh, Southern Lebanon. **Journal of Environmental Health**, v. 72, n. 10, p. 24-30, 2010.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano**. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Brasília – DF, Abril, 43 p., 2004.
- PEREIRA, S. F. P.; COSTA, A. C.; CARDOSO, E. S. C.; CORRÊA, M. S. S.; ALVES, D. T. V.; MIRANDA, R. G.; OLIVEIRA, G. R. F. Condições de Potabilidade da Água Consumida pela População de Abaetetuba-Pará. **Revista de Estudos Ambientais** (online), v. 12, n. 1, p.50-62, 2010.
- PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Gestão de Recursos Hídricos em Tempos de Crise**. Porto Alegre: Artmed. 228p. 2016.
- ROGERS, P. P. et al. (Ed.) **Water crisis: myth or reality?** London: Fundación Marcelino Botín, Taylor & Francis, 2006. 331p.
- SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da Água Utilizada para Consumo em Escolas no Município de São Carlos-SP**. Dissertação (Mestrado). Araraquara, 2010, 57p.
- SHIKLOMANOV, I. A.; RODDA, J. C. **World water resources at the beginning of the twenty-first century**. Cambridge University, 2003.
- SILVA, T. J. **Cisternas do P1MC a as Ações Emergenciais em Épocas de Estiagem Prolongada no Sertão Paraibano**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual da Paraíba, 71p., 2015.
- SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; DUARTE, J. S.; BRAZ, A. S.; SILVA, R. A. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo nas escolas municipais da zona urbana de Esperança/PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 36-41, 2017a. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/4678>. Acesso em: 22 Dez. 2017.
- SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; SILVA, R. A.; BRAZ, A. S.; SILVA FILHO, E. D. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 2, p. 109-118, 2017b. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28807>. Acesso em: 22 Dez. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v31i2.28807>.
- SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; DUARTE, J. S.; ALMEIDA, O. E. L. Análise microbiológica da água utilizada para consumo nas escolas de Esperança, Paraíba. **Revista Principia**, n. 37, p. 11-17, dez. 2017c. Disponível em: <http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1162>. Acesso em: 22 Dez. 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n37p11-17>.
- SOMLYODY, L.; VARIS, O. Freshwater under pressure. **International Review for Environmental Strategies**, v. 6, n. 2, p. 181-204, 2006.
- TOZZO, R. A.; GONÇALVES, E. A. Análise Físico-química da Água do Riacho Japira, Localizado no Município de Apucarana-PR. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 6, n. 3, p. 296-307, 2014.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.