



Estudos de Caso e Notas

Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

Química ambiental: monitoramento físico-químico da água de um poço artesiano na cidade de Remígio-PB

Environmental chemistry: physical-chemical monitoring of water from an artesian well in the city of Remígio-PB

Aldeni Barbosa da Silva¹; Edmilson Dantas da Silva Filho²; John Carlos Silva Câmara¹; Martha Lisboa Oliveira dos Santos¹; Daniel Rodrigues dos Santos¹; Marjorye Lavigne Alves de Freitas¹; Joelson Souza Izidro dos Santos²; Pedro Lucas Nunes da Silveira²

¹ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Esperança, Paraíba.

² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campina Grande, Paraíba.

✉ aldeni.silva@ifpb.edu.br, edmilson.silva@ifpb.edu.br, john.carlos@academico.ifpb.edu.br, martha.lisboa@academico.ifpb.edu.br, rodrigues.daniel@academico.ifpb.edu.br, marjorye.lavigne@academico.ifpb.edu.br, joelsonisidro700@gmail.com, pedrolucasns2000@gmail.com

Resumo

Este trabalho teve o objetivo de estudar a qualidade físico-química da água de um poço artesiano localizado na zona urbana da cidade de Remígio-PB. A amostra de água foi coletada em garrafa plástica de 2 litros em um poço artesiano localizado na zona urbana da cidade de Remígio/PB e foi encaminhada ao laboratório de Química do Instituto Federal da Paraíba, campus de Campina Grande, para a realização das análises. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os parâmetros físico-químicos da água foram determinados seguindo-se as metodologias do manual do Instituto Adolfo Lutz. Os parâmetros analisados foram os seguintes: pH, temperatura, cor aparente, alcalinidade, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, porcentagem de cinzas, cloreto, turbidez, dureza total, dureza de cálcio e magnésio, cloro total e porcentagem de ferro. A amostra apresentou um valor médio para pH de 6,52 a uma temperatura de 26,3°C, um valor médio de 368 uH para cor aparente, 106,7 uT para turbidez, 42,67 mg/L de CaCO₃ para alcalinidade e 104,5 mg/L para cloreto. Com relação a dureza total, o valor médio encontrado foi de 92,67 mg/L de CaCO₃, 911,1 µS/cm para condutividade elétrica, 5,957 mg/L para sólidos totais dissolvidos, 0,0165 % de cinzas, 0,24 e 0,94 mg/L para cloro total e ferro, respectivamente. Diante disso, conclui-se que a água é imprópria para o consumo humano, pois os parâmetros cor aparente, turbidez, sólidos totais dissolvidos e porcentagem de ferro estão totalmente fora do que é preconizado pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde e da resolução de nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Abstract

This work had the objective of studying the physical-chemical quality of the water of an artesian well located in the urban area of the city of Remígio-PB. The water sample was collected in a 2 liter plastic bottle in an artesian well located in the urban area of the city of Remígio / PB and was sent to the Chemistry laboratory of the Federal Institute of Paraíba, campus of Campina Grande, to carry out the analyzes. All analyzes were performed in triplicate. The physico-chemical parameters of the water were determined following the methodologies of the Adolfo Lutz Institute manual. The parameters analyzed were: pH, temperature, apparent color, alkalinity, electrical conductivity, total dissolved solids, percentage of ash, chloride, turbidity, total hardness, calcium and magnesium hardness, total chlorine and percentage of iron. The sample had a mean pH value of 6.52 at a temperature of 26.3 °C, an average value of 368 uH for apparent color, 106.7 uT for turbidity, 42.67 mg/L CaCO₃ for alkalinity and 104, 5 mg / L for chloride. In relation to total hardness, the mean value found was 92.67 mg/L CaCO₃, 911.1 µS/cm for electrical conductivity, 5,957 mg/L for total dissolved solids, 0.0165% ash, 0.24 and 0.94 mg / L for total chlorine and iron, respectively. Therefore, it is concluded that water is unfit for human consumption, since the parameters apparent color, turbidity, total dissolved solids and iron percentage are totally out of the one recommended by the Consolidation Ordinance no. 05/2017 of the Ministry of Health and Resolution No. 357/2005 of the National Environmental Council.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v33i3.29583>

Palavras-chave:

Água potável.
Água subterrânea.
Análise de água.
Qualidade da água.

Keywords

Drinking water.
Groundwater.
Water analysis.
Water quality.

1. INTRODUÇÃO

A água é necessidade primordial para a vida, recurso natural indispensável ao ser humano e aos demais seres vivos, além de ser suporte essencial aos ecossistemas. Utilizada para o consumo humano e para as atividades socioeconômicas, é retirada de rios, lagos, represas e aquíferos, tendo influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento das populações (SCURACCHIO, 2010; SILVA et al, 2017; BANDEIRA et al. 2018).

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; SILVA et al. 2018).

As águas subterrâneas são as principais fontes de água potável nas regiões com déficit de água superficial ou em localidades sem sistema centralizado de abastecimento de água. Em muitos locais ela é um complemento às águas superficiais, sendo muitas vezes consumida indiscriminadamente pela população, não levando em conta sua qualidade, o que acaba causando prejuízos para o bem-estar dos consumidores. Geralmente os problemas com a qualidade da água subterrânea são maiores em regiões rurais devido à infiltração de agrotóxicos, fertilizantes, esgotos domésticos e excrementos de animais nos aquíferos ou, diretamente, nos poços artesanais. Nestas regiões, os efeitos são mais significativos em seus consumidores, devido à ausência de outras opções de abastecimento (MIRLEAN et al. 2005; SILVA FILHO et al. 2019).

No Brasil, 80% dos esgotos são lançados em corpos d'água sem qualquer tratamento; destes 85% são esgotos domésticos e 15% esgotos industriais. Em áreas urbanas a elevada densidade populacional produz alto volume de esgoto, e em cidades desprovidas de sistema de esgotamento sanitário eficiente, as águas subterrâneas podem ser contaminadas por meio da infiltração oriunda de fossas negras e pelo escoamento superficial da água da chuva em contato com o esgoto lançado a céu aberto (CALHEIROS; OLIVEIRA, 2006; CAPP et al., 2012).

Os parâmetros físico-químicos determinam as características de potabilidade necessárias para que a água seja propícia para o consumo humano. Esses parâmetros são regulamentados por normas e/ou padrões definidos em portarias do Ministério da Saúde (RICHTER; NETTO, 1999; SANTOS; MOHR, 2013).

No Brasil, as legislações vigentes que tratam de potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente, a Portaria de consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017) e a Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2008). De acordo com a definição da portaria n.º 05/2017 do Ministério da Saúde, no Art. 5º, água potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi o de estudar a qualidade físico-química da água de um poço artesiano localizado na zona urbana da cidade de Remígio-PB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em Remígio/PB, cidade com área territorial de 180,897 km², altitude média de 535 metros, apresentando uma população estimada em 19.368 habitantes, densidade demográfica de 98,77 hab/km² (IBGE, 2016), e coordenadas geográficas de 06°53'30" S e 35°49'51" W (CIDADE BRASIL, 2017).

2.2 Amostras para análises físicas e químicas

A amostra de água destinada para as análises físico-químicas foi coletada em garrafa plástica de 2 litros em um poço artesiano localizados na zona urbana da cidade de Remígio/PB e foi encaminhada ao laboratório de Química (LQ) do Instituto Federal da Paraíba, campus de Campina Grande, para a realização das análises.

Os parâmetros físico-químicos da água 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 consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os parâmetros analisados e os métodos de análises foram os seguintes:

2.2.1. pH e Temperatura

O pH e a temperatura foram determinados com o medidor de pH de bancada (Microprocessado) da marca Tecnonon, modelo mPA210 (figura 1A), previamente calibrado com soluções-tampão de pH 7,0 e de pH 4,0, com resultados expressos em escala logarítmica de pH.

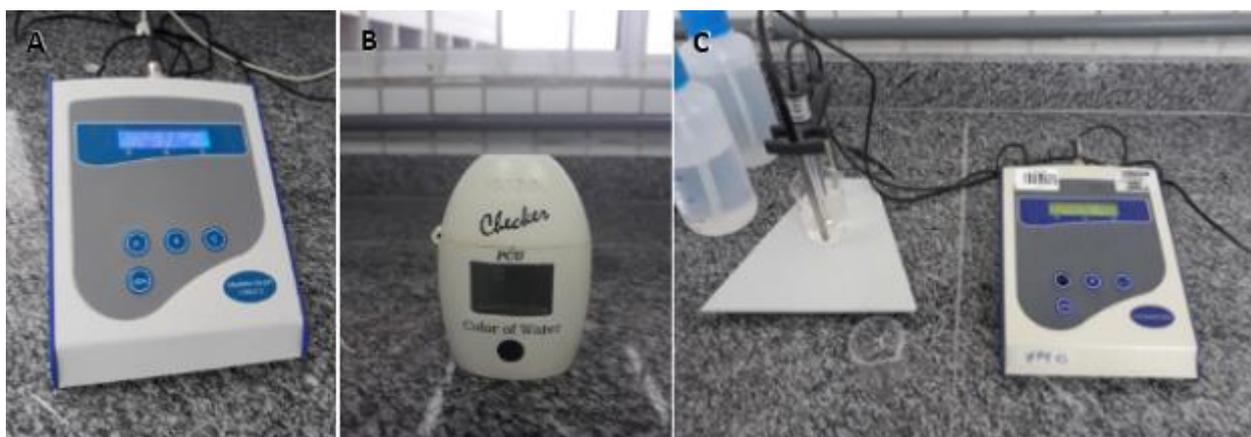
2.2.2. Cor aparente

A cor aparente foi determinada pelo método de comparação óptica, utilizando-se o Colorímetro digital (Hanna Instruments HI 727 Checker HC Handheld Colorimeter, For Color of Water) (Figura 1B).

2.2.3. Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos e Porcentagem de cinzas

A Condutividade Elétrica, os Sólidos Totais Dissolvidos e a Porcentagem de Cinzas foram determinadas através do condutivímetro portátil da Tecnonon, modelo mCA-150, com resultados expressos na escala de $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 1C).

Figura 1 - A. Medidor de pH de bancada (Microprocessado) da marca Tecnonon, modelo mPA210. B. Colorímetro digital (Hanna Instruments HI 727 Checker HC Handheld Colorimeter, For Color of Water). C. Condutivímetro portátil da Tecnonon, modelo mCA-150.



2.2.4. Turbidez

A medida da turbidez baseou-se na medida do grau de interferência à passagem de luz através da água. A turbidez foi determinada pelo método nefelométrico, com um turbidímetro da marca DEL LAB modelo DLT-WV (Figura 2A).

2.2.5. Cloro total

O cloro total foi determinado pelo método adaptado da USEPA 330.5 (método DPD), utilizando-se o Colorímetro Checker digital para medição de cloro (Hanna Instruments HI 711) (Figura 2B).

2.2.6. Porcentagem de ferro

A porcentagem de Ferro foi determinada pela adaptação do método EPA Fenantrolina 315 B, para águas naturais e residuais tratadas, utilizando-se o Colorímetro Checker digital para medição de ferro (Hanna Instruments HI 721) (Figura 2C).

2.2.7. Alcalinidade total

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 CaCO_3 .

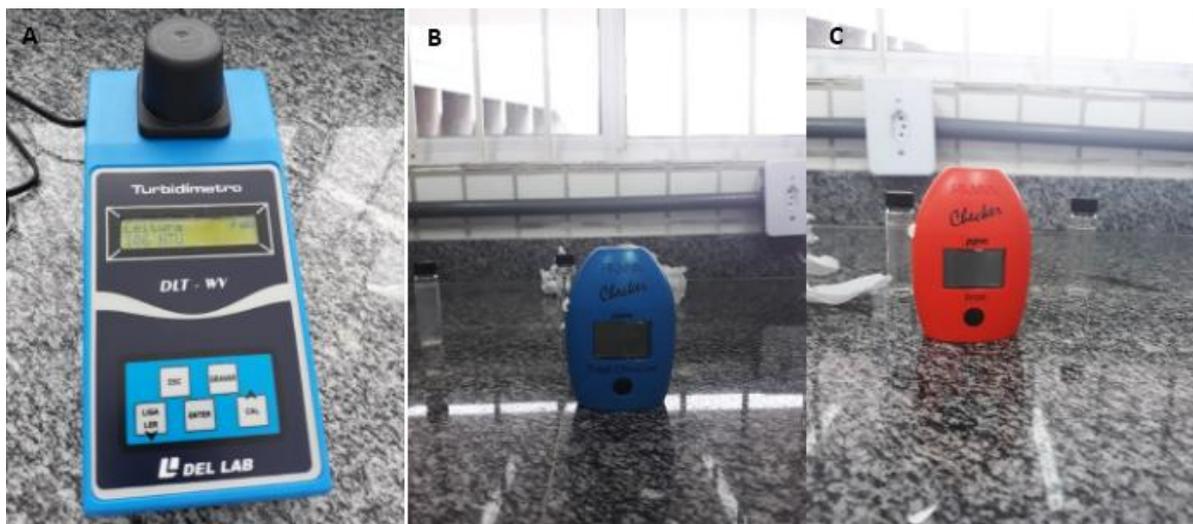
2.2.8. Cloreto

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 cromato de potássio (K_2CrO_4), cuja cor é amarelo-esverdeada, titula-se inicialmente com a solução padrão de nitrato de prata (AgNO_3) 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 (CaCO_3) para a titulação com o AgNO_3 .

2.2.9. Dureza total e Dureza de cálcio e de magnésio

A dureza total foi definida como a soma das concentrações de cálcio e magnésio, ambas expressas como carbonato de cálcio, em miligramas por litro. O ácido etilenodiaminotetracético e seus sais sódicos (EDTA) formaram complexos quelados solúveis com certos cátions metálicos. Uma solução contendo íons de cálcio e magnésio, com uma pequena quantidade do indicador negro de eriocromo T, em pH $(10,0 \pm 0,1)$ tornou-se purpura. Titulando-se essa solução com EDTA, cálcio e magnésio foram quelados e uma viragem de cor purpura a azul indicou o ponto final.

Figura 2 - A Turbidímetro da marca DEL LAB modelo DLT-WV. **B.** Colorímetro Checker digital para medição de cloro (Hanna Instruments HI 711). **C.** Colorímetro Checker digital para medição de ferro (Hanna Instruments HI 721).



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

pH e temperatura

De acordo com a Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde, o pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para consumo humano apresentar valores entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2017).

A amostra de água do poço artesiano atendeu aos padrões estipulados para pH, apresentando valores que variaram de 6,40 a 6,67 (Tabela 1).

O potencial hidrogeniônico (pH) consiste na concentração dos íons H^+ nas águas e representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do ambiente aquático. No valor do pH, aliada a dissociação da molécula de água, incorpora-se o hidrogênio resultante da dissociação de ácidos orgânicos naturais ou inorgânicos presentes presente em efluentes industriais (PIVELI; KATO, 2006).

Ingerir água com pH neutro ou levemente alcalino contribui para que o corpo humano mantenha o pH nos níveis adequados para os processos fisiológicos. No entanto, cabe destacar que o pH das águas subterrâneas pode variar entre 5,5 e 8,5 pois as concentrações iônicas são mais elevadas que as das águas superficiais devido a interação entre água e rochas, sendo os diferentes valores relacionados às características químicas das mesmas (PEDROSA; CAETANO, 2002).

Stein et al. (2012) afirmaram que as águas do aquífero Barreiras tendem a serem pouco ácidas com pH médio de 6,18. De acordo com Rocha et al. (2005), as características químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde percolam, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas drenados e com os produtos das atividades humanas adicionados ao longo de seu trajeto. As águas subterrâneas tendem a ser mais ricas em sais dissolvidos do que as águas superficiais.

Silva & Araújo (2003) observaram que 82,8% de amostras apresentaram um pH ácido, abaixo de 6,0, não atendendo ao recomendado pela legislação.

Silva et al. (2017) ao estudarem os parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB, observaram que todas as amostras apresentaram um caráter ácido, com valores que variaram de 4,5 a 5,9, não atendendo, portanto, aos padrões estipulados.

A temperatura média encontrada nesse estudo foi em média de 26,3 oC (Tabela 1). 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 é influenciada significativamente pelo clima e pela latitude, e, quando de origem antrópica, do lançamento de despejos industriais.

Cor aparente

Em relação a cor aparente, a amostra não atendeu ao padrão vigente, apresentando um valor médio de 368 uH (Tabela 1). A Portaria de consolidação nº 5/ 2017 do Ministério da Saúde estabelece para cor aparente o Valor Máximo Permitido de 15 (quinze) uH como padrão de aceitação para consumo humano.

Segundo Richtter e Azevedo Netto (2002), a água pura é virtualmente ausente de cor. A presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão altera a cor da água, dependendo da quantidade e da natureza do material presente.

A cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas, denominadas coloides, 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. Quando a cor se manifesta em águas subterrâneas, via de regra é resultado da presença destes compostos de ferro e manganês (LIBÂNIO, 2010).

Paludo (2010) ao estudar a qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul, observou que todas as amostras apresentaram valor zero com relação a cor. Valores semelhantes foram encontrados por Moura et al (2009), ao analisarem as águas dos poços artesianos do campus CAVG – UFPEL.

Silva et al. (2017) ao estudarem os parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB, observaram que todas as amostras atenderam ao padrão vigente, com exceção da água coletada no poço 2, que apresentou um valor de 500 uH.

Turbidez

De acordo com a análise realizada, a amostra apresentou um valor médio para turbidez de 106,7 (Tabela 1), estando totalmente em desacordo com a portaria de consolidação No 05/2017 do Ministério da Saúde que preconiza um Valor Máximo Permitido (VMP) igual a 5.

O alto nível de turbidez está intimamente relacionado à existência de matérias orgânicas e argilas suspensas na água, em que, a agregação destes componentes dá origem a coloides que interferem na penetração da luz (APHA, 1995; FERREIRA et al., 2015). Outros parâmetros, como por exemplo, o tamanho e a geometria das partículas que podem interferir na coloração e dispersão da luz na água, presença de algas, plâncton, zinco, ferro, manganês e até mesmo areia, sendo que, para comprovar o alto índice de turbidez é necessário realizar testes quantitativos para liberar a água para o consumo humano (ROBERTO et al., 2017).

Pereira-Silva et al. (2011), ao realizarem a avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, observaram que a turbidez foi significativamente superior ao longo de todo período para a microbacia Mb1, em relação às outras duas microbacias. Relações entre turbidez e sólidos suspensos podem ser indicativas de processos não-naturais, como despejo de efluentes e atividades agropecuárias (VIDAL et al. 2000).

Alcalinidade Total

A amostra de água apresentou uma alcalinidade média de 42,67 mg/L de CaCO₃, devido a presença de bicarbonatos, encontrando-se dentro do padrão de potabilidade permitido pela portaria de consolidação de nº 05/2017 (Tabela 1).

A alcalinidade nas águas naturais, responsável pela capacidade de neutralização de ácidos, geralmente apresenta como principais responsáveis: bases conjugadas de ácido carbônico, carbonatos e bicarbonatos; outras bases derivadas do íon amônio e dos ácidos sulfúrico e fosfórico também podem contribuir para a alcalinidade (ESTEVES, 2011; PIRATOBA et al., 2017)

Silva Filho et al. (2019) ao estudarem a qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sitio alegre no município de Lagoa Seca-PB, encontraram um valor médio de 73 mg/L, encontrando-se dentro do padrão de potabilidade permitido pela portaria de consolidação de nº 05/2017, que estabelece um valor máximo permitido de 100 mg/L (BRASIL, 2017).

A maioria das águas naturais apresentam valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO₃. Segundo (Morais, 2008), esse parâmetro está intimamente associado ao pH e indica que tais amostras apresentam a alcalinidade de bicarbonatos (pH entre 4,5 e 8,2).

Cloreto

Verificou-se que o teor de cloreto foi em média de 104,5 mg/L de Cl⁻ (Tabela 1), estando dentro dos padrões permitidos pela portaria de consolidação No 05/2017 do Ministério da Saúde que estabelece um teor de 250 mg/L de Cl⁻ como valor máximo permitido para água potável.

O cloreto é outro íon que facilmente se desloca na solução, assim, este íon quando adicionado ao solo por meio da água de irrigação facilmente pode atingir as águas subterrâneas alterando o padrão de qualidade das mesmas (SILVA et al. 2008; ANDRADE et al. 2009). Outra fonte em potencial de aporte de cloreto ao solo e as águas subterrâneas, nas regiões costeiras, são os aerossóis marinhos (MEIRELES et al. 2007; LUNA et al. 2013).

O cloreto é um íon importante nas águas subterrâneas e superficiais, podendo ter origem antrópica e geológica, sendo a lixiviação de rochas, esgotos domésticos e industriais a sua principal origem (USEPA, 2015). Segundo a CETESB (2012), uma pessoa expele na urina aproximadamente 4 g de cloreto por dia. O cloreto é um íon importante na produtividade global dos ecossistemas aquáticos, faz parte de importantes processos fisiológicos como a troca e/o transporte de outros íons para os meios intracelular e extracelular.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2018) quando realizaram uma análise físico-química da água utilizada para consumo nas escolas municipais da zona urbana de Esperança/PB, enquanto que Silva Filho et al. (2019) encontraram resultados contraditórios (323,3 mg/L), ao estudarem a qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sítio alegre no município de Lagoa Seca-PB.

Dureza total, Dureza de cálcio e magnésio

A dureza da água é expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO₃) e pode ser classificada em mole ou branda: < 50 mg/L de CaCO₃; moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO₃; dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO₃; e muito dura: >300 mg/L de CaCO₃ (BRASIL, 2014).

Baseando-se na classificação citada anteriormente, a amostra apresentou dureza moderada (92,67 mg/L de CaCO₃) (Tabela 2). A amostra apresentou uma dureza média de cálcio de 56,20 mg/L de CaCO₃ e uma dureza média de magnésio de 36,47 mg/L de CaCO₃, estando, portanto, dentro dos padrões estipulados pelo Ministério da Saúde (Tabela 2).

De acordo com essa classificação, convém ressaltar que a referida amostra está dentro dos padrões de potabilidade brasileiro, americano e da Organização Mundial de Saúde (OMS), que estabelecem o limite de 500 mg/L CaCO₃, idêntico ao adotado no Canadá (GUIDELINES FOR CANADIAN DRINKING WATER QUALITY, 2004).

De acordo com Esteves (2011), geralmente ambientes com pH próximos à neutralidade apresentam uma dureza mole dado pelas baixas concentrações de carbonatos, sendo a reação com o CO₂ para a produção de bicarbonato desprezível.

Piratoba et al. (2017), quando realizaram a caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil, observaram que os teores médios de dureza mudaram entre 16,21 e 17,52 mg L⁻¹ de CaCO₃ para o período menos chuvoso e 12,55 a 12,64 mg L⁻¹ de CaCO₃ para o período chuvoso, sendo menores para este período.

Silva Filho et al. (2019) encontraram uma dureza total de 415 mg/L de CaCO₃, ao estudarem a qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sítio alegre no município de Lagoa Seca-PB.

Tabela 1. Valores de pH, cor aparente, temperatura, turbidez, alcalinidade total e cloreto de um poço artesiano localizado na zona urbana da cidade de Remígio/PB.

Parâmetros	Unidades	Poço
pH	-	6,52
Cor Aparente	uH	368
Temperatura	°C	26,3
Turbidez	uT	106,7
Alcalinidade Total	mgCaCO ₃ /L	42,67
Cloreto	mg.L	104,5

Condutividade

A condutividade elétrica da água do poço foi em média de 911,1 µS/cm a temperatura média de 26,3 °C (Tabela 2). De acordo com Libânio (2010), águas naturais apresentam usualmente condutividade elétrica inferior a 100 µS/cm, podendo atingir 1000 µS/cm em corpos d'água receptores de elevadas cargas de efluentes domésticos e industriais.

Segundo Boesch (2002) e Esteves (2011), a condutividade elétrica é um parâmetro que pode mostrar modificações na composição dos corpos d'água, mas não especifica quantidades e componentes. É um parâmetro importante para controlar e determinar o estado e a qualidade de água (PIÑEIRO DI BLASI et al., 2013; PIRATOBA et al., 2017).

Silva et al. (2017) avaliando os parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB, encontraram uma condutividade que variou de 370,0 a 557,1 µS/cm.

Silva Filho et al. (2019) observaram uma condutividade de 1321,3 µS/cm ao estudarem a qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sítio alegre no município de Lagoa Seca-PB.

Sólidos Totais Dissolvidos

Com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos, a amostra de água apresentou um valor médio de 5.957 mg/L (Tabela 2), estando totalmente fora do estipulado pelas normas vigentes.

Sólidos totais dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm e que permanecem em solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos). O padrão de potabilidade refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos (limite: 1000 mg/L), já que esta parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (BRASIL, 2014).

Silva et al. (2017) encontrou resultados satisfatórios ao analisarem os parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB. Silva Filho et al. (2019) também encontraram resultados satisfatórios ao estudarem a qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sítio alegre no município de Lagoa Seca-PB.

Porcentagem de cinzas

O teor de cinzas para a amostra da água coletada foi em média de 0,0165 cz (Tabela 2). Silva et al. (2017) encontraram teores que variaram de 0,5816 a 0,8587 cz, para a porcentagem de cinzas a 5g, e variou de 0,1936 a 0,2934 cz para porcentagem de cinzas a 18 g.

Vasconcelos et al. (1999) estudando a relação entre as massas úmida, seca e de cinza em materiais biológicos, observaram que a porcentagem média de cinzas por categoria de alimentos foi de 0,70 para os bulbos, 3,1 para os grãos, 1,5 para os vegetais folhosos e 1,05 para as carnes. Os valores encontrados na literatura para os vegetais radiculares foram de 0,72 (Phillip et al., 1993) e 0,76 (IAEA, 1989). Para os produtos de consumo animal, o valor médio para a porcentagem de cinzas obtido neste trabalho foi de 2,1 e na literatura é 2,3 (Phillip et al., 1993). O valor médio da porcentagem de cinzas citado na literatura para sucos de frutas é de 0,68 (Phillip et al., 1993) e de 0,61 (IAEA, 1989) sendo também concordantes com os obtidos para as amostras de laranja (0,6).

Oliveira et al. (2014), observaram que as geleias diet tiveram os conteúdos de cinzas variando de 0,57% (GD1) a 0,81% (GD3), estando superiores aos dados de Yuyama et al. (2008) e Polesi et al. (2011) ao caracterizarem geleias diet de cubiu (*Solanum sessiliflorum*) e manga, respectivamente.

Cloro Total

A amostra apresentou uma média de 0,24 mg/L de cloro total (Tabela 2). Os valores encontrados estão dentro do padrão estipulado pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017), que estipula um valor máximo permitido de 0,5 mg/L.

Trindade et al. (2015) ao avaliarem a qualidade água em três escolas públicas da cidade de Macapá, Amapá, observaram valores médios de cloro residual para o ponto coletado na caixa d'água nas escolas A, B e C de $0,02 \pm 0,01$; $0,09 \pm 0,01$ e $0,10 \pm 0,03$ mg.L^{-1} , respectivamente. Na torneira da cozinha foram: $0,02 \pm 0,02$, $0,00 \pm 0,00$ e $0,20 \pm 0,01$ mg.L^{-1} , respectivamente; e no bebedouro foram: $0,02 \pm 0,01$, $0,02 \pm 0,01$ e $0,21 \pm 0,02$ mg.L^{-1} , respectivamente.

Silva Filho et al. (2019) encontraram um valor médio de cloro total de 0,0 mg/L ao estudarem a qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sítio alegre no município de Lagoa Seca-PB.

Porcentagem de Ferro

Origina-se da dissolução de compostos de rochas e solos. Por ser um dos elementos mais abundantes, o ferro é habitualmente encontrado nas águas naturais, superficiais e subterrâneas, apresentando-se na forma insolúvel (Fe^{+3}) e dissolvida (Fe^{+2}), como óxidos, silicatos, carbonatos, cloretos, sulfatos e sulfitos. A segunda forma é frequente em águas subterrâneas de poços artesianos, e no fundo de lagos e reservatórios de acumulação onde se verificam baixas concentrações de oxigênio dissolvido (LIBÂNIO, 2010).

A porcentagem de ferro encontrada na amostra de água coletada foi de 0,94 mg/L (Tabela 1), estando totalmente fora dos padrões preconizados pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017), que estipula um valor máximo permitido de 0,3 mg/L.

Este íon, apesar de não ser tóxico traz diversos problemas para o abastecimento público de água, pois confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários, (LIBÂNIO, 2010). Além de causar depósitos e incrustações ao longo das tubulações e podem estar associados ao aparecimento de bactérias ferruginosas nocivas, quando sua concentração é excessiva (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 2002).

Silva Filho et al. (2019) encontraram um valor médio de ferro de 0,1 mg/L ao estudarem a qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sítio alegre no município de Lagoa Seca-PB.

Tabela 2. Valores de dureza total, dureza de cálcio e magnésio, condutividade elétrica, sólidos totais, porcentagem de cinzas, cloro total e porcentagem de ferro de um poço artesiano localizado na zona urbana da cidade de Remígio/PB.

Parâmetros	Unidades	Resultado
Dureza Total	mgCaCO ₃ /L	92,67
Dureza de Cálcio	mgCaCO ₃ /L	56,20
Dureza de Magnésio	mgCaCO ₃ /L	36,47
Condutividade	µS/cm	911,1
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	5.957
Porcentagem de cinzas	cz	0,0165%
Cloro Total	mg/L de Cl ⁻	0,24
Porcentagem de Ferro	Mg/L	0,94

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que de acordo com as análises físico-químicas realizadas, a água é imprópria para o consumo humano, pois os parâmetros cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos e porcentagem de ferro estão totalmente fora do que é preconizado pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde e da resolução de nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

5. REFERÊNCIAS

APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19^a ed. New York: APHA, WWA, WPCR, p. 1268, 1995.

ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; RODRIGUES, J. O.; LOPES, F. B. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 88-95, 2009.

BANDEIRA, P. L.; MENEZES, W. S.; SILVA FILHO, E. D.; SILVA, A. B.; CORDEIRO NETO, R. S.; GONZAGA, F. S. Caracterização físico-química da água de poços tubulares utilizada para consumo na zona rural da idade de Lagoa Seca-PB. **Engenharia Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 98-110, 2018.

BOESCH, D. F. Challenges and opportunities for science in reducing nutrient over-enrichment of coastal ecosystems. **Estuaries**, v. 25, n. 4b, p. 886– 900, 2002.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 396**, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, páginas 64-68.

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. **Portaria de consolidação de nº de 28 de setembro de 2017 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.

CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D. **Contaminação de corpos d'água nas áreas urbanas de Corumbá e Ladário**. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, n. 89, p.1-4. nov. 2006. Disponível em: <<http://www.riosvivos.org.br/Noticia/Contaminacao+de+corpos+d+agua+na+regiao+de+Corumba/9526>>. Acessado em: 20 nov. 2009.

CAPP, N.; AYACH, L. R.; SANTOS, T. M. B.; GUIMARÃES, S. T. L. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16. n. 3, p. 77-91, 2012.

CETESB. **COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**. 2012. Website. <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso: 27/12/2018.

CIDADE BRASIL. 2017. **Município de Remígio**. Disponível em: <http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-remigio.html>. Acesso: 14/06/2019.

ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

- FERREIRA, A. C.; ROCHA, L. C.; FIGUEIREDO, M. do A. Análise do índice de qualidade de água na bacia do Córrego do Rio Acima, São João DelRei/MG. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 03, n. 15, p. 94-105, 2015.
- HEALTH CANADA. **Guidelines for Canadian drinking water quality**. 2004. Disponível em: <www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/enteric-enterovirus/index-eng.php>. Acesso em: 05 jul. 2019.
- IAEA, International Agency Energy Atomic. Technical Reports Series No 295. **Measurements of Radionuclides in Food and the Environment. A Guidebook**. 1989.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2512705>. Acesso: 14/01/2017.
- 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.
- LUNA, N. R. S., ANDRADE, E. M., CRISÓSTOMO, L. A., MEIRELES, A. C. M.; AQUINO, D. N. Dinâmica do nitrato e cloreto no solo e a qualidade das águas subterrâneas do distrito de irrigação Baixo Acaraú, CE. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 7, n. 1, p. 53-62, 2013.
- MEIRELES, A. C. M.; FRISCHKOM, H.; ANDRADE, E. M. Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no Semiárido cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, p. 25-31, 2007.
- MIRLEAN, N.; MACHADO, M. I.; OSINALDI, G. M.; DEMOLINER, A.; BAISCH, P. O impacto industrial na composição química das águas subterrâneas com enfoque de consumo humano (Rio Grande, RS). **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 788-791, 2005.
- MORAIS, P. B. **Tratamento físico-químico de efluentes líquidos**. Universidade de Campinas, 14p, 2008.
- MOURA, M. H. G. BUENO, R. M.; MILANI, I. C. B.; COLLARES, G. L. **Análise das águas dos poços artesianos do campus CAVG - UFPEL**. 2ª Mostra de Trabalhos de Tecnologia Ambiental. Rio Grande do Sul: Pelotas, 2009.
- OLIVEIRA, E. N. A.; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P.; SANTOS D. C. Processamento e Caracterização Físico-Química de Geleias *Diet* de Umbu-Cajá (*Spondias spp.*). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 1007-1016, July/Aug. 2014.
- PALUDO, D. **Qualidade da Água nos Poços Artesianos do Município de Santa Clara do Sul**. CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES, Monografia, 75p., 2010.
- PEDROSA, Célio A.; CAETANO, Francisco A. **Águas Subterrâneas**. Agência Nacional das Águas-ANA, Superintendência de Informações Hidrológicas - SIH, Brasília, 2002. Disponível em <www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/aguasSubterr/EstudoAguasSubterraneasANA22-08-02.doc>Consulta: 02/06/19.
- PEREIRA-SILVA, E. F. L.; PIRES, J. S. R.; HARDT, E.; SANTOS, J. E.; FERREIRA, W. A. Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biociência**, v. 9, n. 3, p. 371-381, 2011.
- PHILLIP, W. KREY, H. L. B. In: **Environmental Measurements Laboratory Procedures Manual**, EML, HASL 300. U.S. Department of Energy. Edited by Nancy A Chieco, Donald C. Bogen, Earlo Knutson. 29th Edition, Vol I, February 1993.
- PIÑEIRO DI BLASI, J. I.; MARTÍNEZ TORRES, J.; GARCÍA NIETO, P. J.; ALONSO FERNÁNDEZ, J. R.; DÍAZ MUÑIZ, C.; TABOADA, J. Analysis and detection of outliers in water quality parameters from 'different automated monitoring stations in the Miño river basin (NW Spain). **Ecological Engineering**, v. 60, p. 60-66, 2013.
- PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, p. 435-456, 2017.
- PIVELI, R. P.; KATO, M. Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor. In: **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. Ed. ABES, Rio de Janeiro, 285 p., 2006.
- POLESI, L. F.; MATTA JUNIOR, M. D.; MATSUOKA, C. R.; CEBALLOS, C. H. M.; ANJOS, C. B. P.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S.B.S. Caracterização física e química de geleia de manga de baixo valor calórico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 85-90, 2011.
- RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.
- RICHTER, C. A., AZEVEDO NETTO J. M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blücher, 332p., 2002.
- ROBERTO, M. C.; GUIMARÃES, A. P. M.; RIBEIRO, J. L.; CARVALHO, A. V.; NERES, J. C. I.; CERQUEIRA, F. B. Avaliação do pH, turbidez e análise microbiológica da água do córrego Guará Velho em Guará, Estado do Tocantins. **Revista Desafios**, v. 4, n. 4, p. 3-14, 2017.
- ROCHA, A. L.; NISHIYAMA, L.; BELLINGIERI, P. H. Qualidade da água nas áreas aterradas com entulho em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Holos Environment**, v.5 n.1, p.81-93. 2005.
- SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-químicas de águas subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**, v. 13, n. 24/25, p. 46-53, 2013.
- SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da Água Utilizada para Consumo em Escolas no Município de São Carlos – SP**. Dissertação (Mestrado). Araraquara, 2010, 57p.
- SILVA, R. C. S.; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.
- SILVA, M. O.; FREIRE, M. B. G. S.; MENDES, A. M. S.; FERNANDES, M. B.; OLIVEIRA, D. A. Composição do lixiviado de quatro solos do Rio Grande do Norte irrigados com águas salinas. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 189-203, 2008.
- SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; SILVA, R. A.; BRAZ, A. S.; SILVA FILHO, E. D. S. 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, 2017.

- SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; DUARTE, J. S.; BRAZ, A. S.; SILVA, R. A.; SILVA FILHO, E. D. Análise físico-química da água utilizada para consumo nas escolas municipais da zona urbana de Esperança/PB. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 8, n. 3, p. 49-52, 2018.
- SILVA FILHO, E. D.; SILVA, A. B.; GONZAGA, F. A. S.; MENEZES, W. M. S.; DANTAS, G. M.; SANTOS, J. S. I.; MADUREIRA, I. A. Estudo da qualidade físico-química e microbiológica da água de poço tubular situado no sítio alegre no município de Lagoa Seca-PB. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, 8p., 2019.
- STEIN, P.; DINIZ FILHO, J. B.; LUCENA, L. R. F.; CABRAL, N. M. T. Qualidade das águas do aquífero Barreiras no setor sul de Natal e norte de Parnamirim, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42 (Suppl 1), p. 226-237, 2012.
- TRINDADE, G. A.; SÁ-OLIVEIRA, J. C.; SILVA, E. S. Avaliação da qualidade da água em três escolas públicas da cidade de Macapá, Amapá. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 1, p. 116-122, 2015.
- USEPA. UNITED STATES. **Environmental Protection Agency** - USEPA. Secondary maximum contaminant levels: a strategy for drinking water quality and consumer acceptability. 2015. Disponível em: <http://www.waterrf.org/PublicReportLibrary/4537.pdf>. Acesso em: 27/06/2019.
- VASCONCELLOS, L. M. H.; LAURIA, D. C.; SILVA, L. H. C. Relação entre as massas úmida, seca e de cinza em materiais biológicos - uma ferramenta para amostragens em campo e análise de amostras. Nota Técnica. **Química Nova**, v. 22, n. 6, p. 889-893, 1999.
- VIDAL, M.; LÓPEZ, A.; SANTOALLA, M.C.; VALLES, V. Factor analysis for the study of water resources contamination due to the use of live-stock slurries as fertilizer. **Agricultural Water Management**, v. 45, n. 1, p. 1-15, 2000.
- YUYAMA, L. K. O.; PANTOJA, L.; MAEDA, R. N.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA, S. B. Desenvolvimento e aceitabilidade de geleia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.4, p.929-934, 2008.