Recital

Revista de Educação,
Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

ANÁLISE DA ALCALINIDADE, CLORETOS, DUREZA, TEMPERATURA E CONDUTIVIDADE EM AMOSTRAS DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE ALMENARA/MG

Analysis of alkalinity, chlorides, hardness, temperature and conductivity in water samples in the municipality of Almenara/MG

Glauco Maciel NOLASCO
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
glauco.nolasco@yahoo.com.br

Ednilton Moreira GAMA
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
gama19@gmail.com

Bruna Morais REIS
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
moraisbruna02@gmail.com

Ana Clara Pereira REIS
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
claraana170299@gmail.com

Fernado José Santana GOMES
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
fjsg@aluno.ifnmg.edu.br

Roberta Pereira MATOS
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara
roberta.matos@ifnmg.edu.br

Resumo

A água é uma substância primordial para manutenção dos seres vivos, sendo utilizada em diversos fins, como consumo humano, lazer, irrigação, entre outros. A qualidade da água está diretamente ligada ao modo de uso e ocupação do solo, ao clima, topografia, geologia, cobertura vegetal e constituintes de uma bacia hidrográfica, ou seja a qualidade da água está relacionada tanto com os aspectos naturais quanto antrópicos. Devido à importância desse recurso natural, esse trabalho teve como objetivo realizar análises de alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara – Minas Gerais, a fim de conciliar os conhecimentos teóricos, sobre coleta de amostras e o método de volumetria ácido-base, de precipitação e de complexação, com os conhecimentos práticos de uma análise de qualidade da água. Essas análises fizeram parte de uma aula prática da disciplina de Química Analítica do curso de Engenharia Agronômica do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, *campus* Almenara. Foram coletadas três amostras de água, uma do rio Jequitinhonha, uma de nascente e outra em uma residência da cidade. Os resultados das análises demonstram que as três amostras apresentaram seus parâmetros de acordo com os determinados pela Resolução CONAMA 357 de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente e pela Portaria de Consolidação 5 de 2017 do Ministério da Saúde.

Palavras-chave: Análise de água. Titulação. Aula prática.

Abstract

Water is a essential substance for the maintenance of living beings, being used for several purposes, such as human consumption, leisure, irrigation, among others. The quality of the water is directly linked to the mode of use and occupation of the soil, to the climate, topography, geology, vegetation cover and constituents of a hydrographic basin, in other words, the quality of the water is related to both natural and man-made aspects. Due to the importance of this natural resource, this study aimed to carry out analyzes of alkalinity, chlorides, hardness, temperature and conductivity in water samples from the municipality of Almenara - Minas Gerais, in order to reconcile theoretical knowledge, about sample collection and the method acid-base volumetry, precipitation and complexation, with the practical knowledge of a water quality analysis. These analyzes were part of a practical class in the discipline of Analytical Chemistry of the Agricultural Engineering course at the Federal Institute of Northern Minas Gerais, Almenara campus. Three water samples were collected, one from the Jequitinhonha River, one from the spring and the other from a city residence. The analysis results show that the three samples presented their parameters according to those determined by CONAMA Resolution 357 of 2005 of the National Environment Council and by Ordinance 5 of 2017 of the Ministry of Health.

Keywords: Water Analysis. Titration. Practical class.

INTRODUÇÃO

A água é uma substância primordial para manutenção dos seres vivos, sendo utilizada em diversos fins, como consumo humano, lazer, irrigação, entre outros. O Brasil é um país com grande abundância em recursos hídricos, porém em algumas regiões estes encontram-se já em estágios de degradação (DANTAS, 2008).

Conforme Tundisi (1999), as alterações nas condições de disponibilidade, qualidade e quantidade de água afetam a sobrevivência e manutenção não apenas dos seres humanos mas também de todos os seres vivos. A conservação e proteção dos recursos hídricos afetam de modo direto o desenvolvimento econômico e social dos países.

O Brasil é detentor de 52% das águas presentes na América do Sul e de 12% de todos os recursos hídricos do planeta. Destes 12%, cerca de 70% estão presentes na Bacia Amazônica e o restante distribuído nas demais regiões. Esse recurso hídrico abastece cerca de 93% da população brasileira incluindo as atividades agrícolas, industrais e domésticas (REBOUÇAS *et al.*, 2002).

A qualidade da água está diretamente ligada ao modo de uso e ocupação do solo, ao clima, topografia, geologia, cobertura vegetal, dentre outros aspectos presentes e constituintes de uma bacia hidrográfica, ou seja a qualidade da água está relacionada tanto com os aspectos naturais quanto antrópicos (VAZHEMIN, 1972; PEREIRA, 1997; MERTEN; MINELLA, 2002; TUCCI, 2006; ÁVILA; MONTE-MÓR, 2007; VON SPERLING, 2007; LOPES *et al.*, 2008).

No Brasil, os aspectos legais que definem parâmetros qualitativos para uso dos recursos hídricos e regulamentam os limites aceitáveis de acordo com o seu uso, são norteados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na Resolução 357 de 2005 e demais modificações presentes nas resoluções 410 de 2009 e 430 de 2011. No estado de Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão de Águas- IGAM, a cada três meses realiza estudos referentes ao Índice de Qualidade das Águas de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2012).

Este trabalho teve por objetivo realizar análises de alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara – Minas Gerais, afim de conciliar os conhecimentos teóricos, sobre coleta de amostras e o método de volumetria ácido-base, de precipitação e de complexação, com os conhecimentos práticos de uma análise de qualidade da água. Essas análises fizeram parte de uma aula prática da disciplina de Química Analítica do curso de Engenharia Agronômica do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, *campus* Almenara.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) estabelece parâmetros qualitativos e quantitativos, e também aspectos metodológicos, por meio de titulações e outras técnicas, para análise da água, com base em parâmetros químicos, físicos e biológicos (BRASIL, 2014).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG, v. 2, n. 2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Dentre os parâmetros que podem ser mensurados encontram-se os físicos: cor, turbidez, sabor, odor e temperatura; os químicos: pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro, maganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluente inorgânico e micropoluente orgânicos e os biológicos: organismos indicadores, algas e bactérias (VON SPERLING, 2014). Dentre esses parâmetros, foram de interesse neste trabalho a alcalinidade, dureza, cloretos, temperatura e condutividade.

A alcalinidade indica a capacidade da água de neutralizar ácidos. É um importante parâmetro, posto que expressa a capacidade de tamponamento da água, isto é, sua capacidade de resistir a mudanças do pH (BRASIL, 2013). Conforme Von Sperling (2014), os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e os hidróxidos (OH^-) e a distribuição entre as três formas na água é função do pH.

A dureza relaciona-se com a concentração de cátions multivalentes em solução na água. Na orientação técnica da FUNASA (BRASIL, 2013) é explicitado que os cátions de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) são os mais frequentemente associados a este parâmetro. Em menor escala, também associam-se à dureza os cátions: ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) e alumínio (Al^{3+}).

Os íons cloretos (Cl^-) tem origem na dissolução de sais, por exemplo, o cloreto de sódio (NaCl) e estão naturalmente presentes na água, em menor ou maior escala (VON SPERLING, 2014). O estudo desse parâmetro tem relevância dado que sua concentração é considerada no padrão de potabilidade da água para abastecimento público e na classificação de corpos d'água.

A temperatura é um levantamento quantitativo que se refere à quantidade de calor, diretamente ligada à radiação solar e ao aquecimento das águas, é dependente de diversos fatores tais como clima, aspectos geológicos, condutividade elétrica das rochas, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica (MAIER, 1987; CARVALHO *et al.*, 2000; MATIC *et al.*, 2013).

A condutividade da água refere-se a sua capacidade de condução de corrente elétrica, associa-se à temperatura e a quantidade de íons dissolvidos na mesma. Diretamente relacionada com sólidos totais dissolvidos é um importante parâmetro para se avaliar a sua qualidade (OBHAHIE *et al.*, 2007).

Conforme Tabela 1, Von Sperling (2014) descreve os parâmetros, sua importância, e origem quando de natureza antrópica ou natural, servindo como referência para trabalhos técnicos e acadêmicos que envolvam o uso dos recursos hídricos bem como a sua potabilidade.

Tabela 1 - Parâmetros estudados, sua importância e origens.

Parâmetro	Importância	Origem natural	Origem antropogênica
Alcalinidade	- Não influencia na condição sanitária da água, no entanto, em elevadas concentrações confere gosto amargo; - Relaciona-se com a coagulação, redução da dureza e	- Dissolução de rochas; - Reação do CO_2 com a água.	- Despejos industriais.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG, v. 2, n. 2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

	prevenção da corrosão em tubulações;		
Dureza	- Em determinadas concentrações, causa sabor desagradável e pode ter efeitos laxativos; - Reduz a formação de espumas, implicando num maior consumo de sabão; - Causa incrustação nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, devido a maior precipitação de cátions em temperaturas elevadas.	- Dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio (Ex: rochas calcárias)	- Despejos industriais.
Cloretos	- Em determinadas concentrações confere sabor salgado à água.	- Dissolução de minerais; - Intrusão de águas salinas.	- Despejos domésticos; - Despejos industriais; - Águas utilizadas em irrigação.
Temperatura	- Elevações da temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas; - Elevações da temperatura diminuem a solubilidade e aumentam as trocas gasosas.	- Transferência de calor por radiação, condução e convecção.	- Águas de torres de resfriamento; - Despejos industriais
Condutividade	- Mudanças significativas podem ser indicadores de que processos de poluição estão ocorrendo com a descarga de material na água.	- formação geológica da área em questão.	- Fontes não pontuais como efluentes de áreas residenciais/urbanas; -Águas de drenagem de sistemas de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas e efluentes industriais.

Fonte: Adaptado de Sperling (2014) e BRASIL (2017).

Como método prático e economicamente viável, a titulação demonstra-se eficiente para análise de água. É um procedimento que se mede o volume de um reagente (titulante) usado para que se reaja completamente com a substância que está sendo analisada (titulado), no caso deste trabalho a água (TERRA; ROSSI, 2005).

A titulação foi amplamente utilizada no meio industrial, mas somente a partir de trabalhos desenvolvidos por Gay-Lussac, é que este método passou a ser amplamente utilizados no meio científico (SZABADVÁRY,1966; JOHANSSON,1988).

A volumetria é um método amplamente utilizado para se obter a concentração de analitos em solução, podendo ser do tipo ácido- base (ou de neutralização), de precipitação ou de complexação, todas amplamente utilizadas em análises de amostras de água. A

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG, v. 2, n. 2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

volumetria ácido-base é amplamente utilizada na determinação de ácidos ou bases, onde o ponto de equivalência ocorre com o pH próximo a 7.

A volumetria de precipitação refere-se a formação de um composto pouco solúvel, que se tornará o precipitado, conhecido como um dos métodos de titulação mais antigos. É um método que exige pouco intervalo de tempo para ocorrências das reações e também que o precipitado seja insolúvel, para que se otenha melhor eficiência na análise. Esta técnica é utilizada na determinação cloretos, em análise de água.

A volumetria de complexação compreende a titulação de determinada solução na qual deseja-se conhecer a sua concentração, ocorrendo assim a formação de um complexo solúvel e estável, a partir da reação complexométrica do metal analito em solução e do agente complexante. É amplamente utilizada na identificação de metais presentes na água, e utilizada principalmente na determinação dos teores da dureza em amostras de água (BACCAN, 2001; SKOOG *et al.*, 2012).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no município de Almenara – Minas Gerais, Brasil, localizado no nordeste do estado, no baixo Vale do Jequitinhonha.

As amostras de água foram coletadas com uso de garrafa PET (Polietileno tereftalato) de 1,0 litro e acondicionadas em bolsa térmica. Os recipientes foram descontaminados com solução de ácido nítrico (HNO_3 a 10%v/v), conforme procedimentos definidos pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (BRANDÃO *et al.*, 2018).

As coletas foram realizadas em três locais: a amostra 1 no rio Jequitinhonha, coordenada geográfica, datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) 2000, (16°11'08.3"S; 40°41'38.9"W); a amostra 2 foi coletada a cerca de 1000 metros da nascente, chegando via tubulação a este local, em um sítio localizado às margens da BR 367, à altura do km 110; e a amostra 3 foi coleta na torneira de uma residência localizada no bairro Cidade Nova, na zona urbana do município de Almenara – MG.

As amostras 1 e 2 são consideradas água bruta, ou seja, sem nenhum tipo de tratamento e a amostra 3 recebe tratamento da concessionária estadual.

As análises foram realizadas seguindo os procedimentos do Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em estações de tratamento de água da FUNASA (BRASIL, 2014).

Para realizar as titulações, foram utilizados os instrumentos, béquer de 100 mL, proveta de 50 mL, bureta de 25 mL, erlenmeyer de 125 mL, suporte universal, funil, espátula, micropipeta de 1 mL e pisseta.

Os reagentes utilizados foram: solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 0,02 mol L^{-1}, solução de alaranjado de metila ($C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$) a 0,03 mol L^{-1}, solução de cromato de potássio (K_2CrO_4) a 0,26 mol L^{-1}, solução de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) ($C_{10}H_{16}N_2O_8$) a 0,01 mol L^{-1}, solução de fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$) a 0,03mol L^{-1}, solução

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG, v. 2, n. 2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

de nitrato de prata ($AgNO_3$) a 0,01 N, solução tampão pH10, negro de ériocromo- T ($C_{20}H_{12}N_3O_7SNa$) e água destilada.

Na determinação da temperatura das amostras, colocou-se 50 mL de água em um béquer e realizou-se a leitura com um termômetro.

Para a determinação da condutividade, adicionou-se 50 mL da amostra em béquer e posteriormente realizou-se a leitura utilizando um condutivímetro. O mesmo procedimento foi realizado utilizando água destilada como amostra de referência, que apresentou condutividade de 1,866 µS/cm.

Para a análise de alcalinidade, utilizou-se a técnica de volumetria ácido-base. Adicionou-se 50 mL de água em três béqueres de 100 mL e em seguida gotejou-se três gotas do indicador fenolftaleína. Observou-se se a amostra ficaria rosa, isto é, teria um pH básico, igual ou maior que 8,2. Como isso não ocorreu, foi utilizado o indicador alaranjado de metila na titulação. Logo depois, fez-se a ambientalização da bureta com a solução titulante de ácido sulfúrico (H_2SO_4), fixou-se a bureta no suporte, e completou-a com o titulante.

As análises foram realizadas em triplicata. Adicionou-se 50 mL de cada amostra nos erlenmeyers e 4 gotas do indicador alaranjado de metila, fez-se a titulação, observando a mudança de coloração, de amarelo para vermelho alaranjada, no ponto de viragem, e anotou-se o volume gasto do titulante em cada titulação.

Na determinação de cloretos, utilizou-se a técnica de volumetria de precipitação. Inicialmente foi feito o ensaio em branco, adicionou-se 25 mL de água destilada no erlenmeyer, logo depois acrescentou-se 0,5 mL do indicador cromato de potássio (K_2CrO_4), deixando a amostra amarela, fez-se a ambientalização da bureta com a solução titulante de nitrato de prata ($AgNO_3$) e em seguida foi realizada a titulação, até o ponto de viragem, onde observou-se a formação de um precipitado laranja-avermelhado (cor de telha), e por fim anotou o volume de titulante gasto. Posteriormente, foi feito o mesmo procedimento em triplicata utilizando as amostras de água.

Para a determinação da dureza, utilizou-se a técnica da volumetria de complexação. A análise foi realizada em triplicata. Seguiu-se os seguintes procedimentos: transferiu-se 100 mL de cada amostra de água para o erlenmeyer, adicionou-se 2 mL de solução tampão junto às amostras no erlenmeyer, adicionou-se aproximadamente 0,05 g do indicador negro de ériocromo T, que deixou a solução com a cor avermelhada. Em seguida, fez-se a ambientalização da bureta com o titulante ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) 0,01 mol L^{-1}, e titulou-se até observar mudança na coloração para a cor azul, e por fim, identificou-se o volume gasto em cada amostra.

Procedeu-se em seguida aos cálculos necessários para a obtenção dos resultados das análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O rio Jequitinhonha, com nascente localizada na Serra do Espinhaço, no município do Serro-MG, a uma altitude de aproximadamente 1300 metros, desenvolve-se paralelamente à diagonal SW-NE. A área total da bacia é de 70.315 km^2, dos quais 65.660 (93,38%) correspondem à porção mineira e 4.655 km^2 (6,62%) estão no território baiano.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG, v. 2, n. 2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Atualmente os principais usos de água na bacia do Jequitinhonha são ligados aos abastecimento humano de modo geral e a irrigação. A mineração, o garimpo e a pecuária com baixo desenvolvimento tecnológico têm contribuído significativamente para a degradação e assoreamento do rio (EUCLYDES *et al.*, 2005; SILVA, 2009; FERREIRA, 2011; MINAS GERAIS, 2017; PEREIRA, 2018)

No Vale do Jequitinhonha as nascentes são pontos de referência e essenciais ao estabelecimento de moradias e comunidades rurais, não utilizadas apenas para dessedentação humana e animal e uso doméstico, o uso de águas de nascente promove o desenvolvimento de atividades agrícolas e também beneficiamento de matéria prima (RIBEIRO; GALIZONI, 2003).

A partir das análises das três amostras de água, foram obtidos os resultados dos cinco parâmetros selecionados, que estão apresentados na Tabela 2. Esses resultados foram comparados com os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente e pela Portaria 5 de 2017 do Ministério da Saúde.

Tabela 2 - Resultados obtidos nas análise das amostras de água.

Parâmetro	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	VMP*
Alcalinidade (mg L^{-1} de $CaCO_3$)	10,00 ± 0,01	7,20 ± 0,02	12,60 ± 0,01	-
Cloretos (mg L^{-1})	2,00 ± 0,01	2,40 ± 0,03	-	250
Dureza Total (mg L^{-1} de $CaCO_3$)	-	-	31,30 ± 0,30	500
Temperatura (ºC)	23	24	25	-
Condutividade (µS cm^{-1})	6,24	23,8	2,96	-

VMP* Valor Máximo Permitido pela Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

A alcalinidade é um parâmetro importante no controle dos processos de coagulação química das águas, esgotos e águas residuais, no amolecimento de águas e no controle da corrosão, sendo expressa em mg L^{-1} de $CaCO_3$ (MARINS *et al.*, 2002).

A concentração da amostra de água fornecida pela concessionária estadual (amostra 3) destinada ao abastecimento público, apresentou maior valor de alcalinidade, seguida da água coletada rio Jequitinhonha (amostra 1) e posteriormente da água da nascente (amostra 2). A água captada no rio Jequitinhonha e que posteriormente, passa por tratamento prévio (amostra 3), possui valor mais elevado de alcalinidade devido à adição de sais alcalinos no processo de coagulação e floculação, na estação de tratamento de água. Esse parâmetro não possui relevância quanto aos aspectos sanitários. Contudo, em níveis elevados, pode trazer sabor desagradável. Moura (2007) observou em seu trabalho valores de alcalinidade que variaram de 10,83 a 14,25 mg L^{-1}.

Na análise de cloretos, a amostra 02 apresentou maior valor de cloretos, quando comparada as demais amostras. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar. Geralmente o nível de cloretos dissolvidos na água , está associado aos níveis de despejo de esgotos domésticos conforme proposto por Jardim e De Miranda Guarda (2017). No entanto por se tratar de uma nascente sem contaminação por atividades antrópicas tal teor de cloretos pode estar associado aos sais dissolvidos de origem rochosa por meio de intemperismo (DE QUEIROZ *et al.*, 2012)

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG, v. 2, n. 2, mai./ago. 2020.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos (Cl^-). A sua remoção pode ser feita por dessalinização (osmose reversa) ou eletrodiálise (troca iônica). Nas amostras analisadas os valores de cloretos ficaram bem abaixo do que estabelece a Portaria do Ministério da Saúde, e na amostra da residência estes íons não foram detectados, o que não interfere na qualidade da água, para uso de abastecimento público.

Quanto à dureza, somente a amostra 03 apresentou resultado na análise, sendo esta a única que apresentou ponto de viragem. As outras amostras podem apresentar dureza, mais o valor não foi detectado pelo método utilizado. As amostras avaliadas encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pelas legislações.

A amostra 3, oriunda da concessionária local é considerada mole ou branda. Característica semelhante, foi observado por Viana (2016), em análise de amostras de água para abastecimento humano no município de Manhumirim - MG. As amostras de água podem ser classificadas em relação à dureza da seguinte forma: em mole ou branda (< 50 mg L^{-1} de $CaCO_3$); moderada (entre 50 mg L^{-1} e 150 mg L^{-1} de $CaCO_3$); dura (entre 150 mg L^{-1} e 300 mg L^{-1} de $CaCO_3$); e muito dura (>300 mg L^{-1} de $CaCO_3$), e valores acima de 500 mg L^{-1}, inviabilizam a potabilidade (MACÊDO, 2003; BRASIL, 2014). Conforme Barcellos e colaboradores (2006) níveis elevados de dureza podem causar sabor desagradável e possuir efeito laxativo nas águas de abastecimento (ROCHA *et al.*, 2006).

As amostras apresentaram valores próximos de temperatura, variando de 23 a 25 ºC. De acordo com Chaves *et al.* (2015), a temperatura influencia diretamente em uma série de parâmetros físicos como a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização, calor latente de vaporização, condutividade térmica e na pressão de vapor.

Apesar da portaria MS nº 5/2017 não definir limites para temperatura, o seu levantamento é importante, pois este parâmetro influencia na quantidade de oxigênio dissolvido e também na troca de gases presentes no meio aquosa com a atmosfera, nas tubulações de abastecimento urbano expostas à radiação solar (CETESB, 1995; MORAIS *et al.*, 2016).

Para se avaliar a condutividade elétrica, deve-se levar em consideração fatores como local, época de coleta e origem da amostra analisada, pois a mesma é variável de acordo com tais características (MEDEIROS, 1992; MAIA *et al.*, 1998). Um menor traço de uma impureza iônica leva a um grande aumento da condutividade. A água oriunda de nascente apresentou maior valor de condutividade, tal fator possivelmente está relacionado à quantidade de sais minerais dissolvidos. A condutividade é um importante parâmetro para se determinar a qualidade da água (PIÑEIRO DI BLASI *et al.*, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os parâmetros analisados verificou-se que as três amostras encontram-se dentro dos padrões determinados pela Resolução CONAMA 357/2005 e pela Portaria 5 de 2017 do Ministério da Saúde, entre outros documentos bibliográficos.

Verificou-se que os métodos de volumetria apresentados na ementa do curso de Engenharia Agronômica são muito úteis para determinação de alguns parâmetros nas análises de qualidade da água.

Para melhor definição da qualidade das amostras de água, torna-se relevante a análise dos demais parâmetros, não abordados neste trabalho, bem como um maior número de amostras.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, J. L. T., MONTE-MÓR, R. L. M. Urbanização e Impactos Ambientais: uma análise da Relação entre as características dos espaços urbanos e a poluição hídrica na Região do Médio Rio Doce (MG). **VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Fortaleza, novembro de 2007.

BACCAN, N., ANDRADE, J. C., GODINHO, O. E. S., BARONE, J. S. **Química Analítica Quantitativa Elementar**, 3ª edição, Editora Edgard Blucher, 2001.

BRANDÃO, C. J., BOTELHO, M. J. C., SATO, M. I. Z. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. 2018.

BRASIL (2017) Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017*. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água Para Consumo Humano e Seu Padrão De Potabilidade (Origem: Prt Ms/Gm 2914/2011). Disponível em: https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf. Acesso em: 1º dezembro de 2019.

BRASIL (2014) Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: FUNASA.

BRASIL (2013) Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Analise de Água**. 4. ed. Brasília, 150 p.

CARVALHO, A.R., SCHLITTLER, F.H.M., TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, 23(5): 618-622, 2000.

CETESB. **Relatório de qualidade de água interiores do Estado de São Paulo, 1995**. São Paulo: Cetesb, 1995. 286 p. (Série Relatórios)

CHAVES, A. D. C. G., DE ALMEIDA, R. R. P., CRISPIM, D. L., DA SILVA, F. T., FERREIRA, A. C. Monitoramento e qualidade das águas do Rio Piranhas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 10(1), 160-164, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, n. 53, 18 mar. 2005, p. 58-63.

DANTAS, T. N. P. **Avaliação da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Pirangi/RN**. Monografia (Curso de Tecnologia em Controle Ambiental) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

DE QUEIROZ, L. A. V., SILVEIRA, C. S., DE MELLO, W. Z., ALVIM, R. B., VIEIRA, M. D. Hidrogeoquímica e poluição das águas fluviais da bacia do rio Paquequer, Teresópolis (RJ). **Revista Geociências**, *31*(4), 606-621, 2012.

EUCLYDES, H. P., FERREIRA, P. A., FILHO, R. F. F. Atlas digital das águas de Minas: uma ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. **Belo Horizonte: Ruralminas/UFV**, 2005.

FERREIRA, V. O. Unidades de paisagem da bacia do rio jequitinhonha, em Minas Gerais: subsídios para a gestão de recursos hídricos. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 37, 2011.

JARDIM, P. B., DE MIRANDA GUARDA, V. L. Mata ciliar e qualidade de água em nascentes do município de Ouro Branco, Minas Gerais. **Além dos Muros da Universidade: Revista da Cátedra AMDE**, *2*(2), 2017.

JOHANSSON, A. *Anal. Chim. Acta.* 1988, p. 206.

LOPES, F. B., DOS SANTOS, A. T., DE ANDRADE, E. M., DO NASCIMENTO, D. A.; ARAÚJO, L. D. F. P. Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento. **Revista Ciência Agronômica**, *39*(3), 392-402, 2008.

MACÊDO, J. A. B de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológica***s*. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003.

MAIA, C.E., MORAIS, E.R.C., DE OLIVEIRA, M. Estimação de algumas características químicas da água de irrigação pela condutividade elétrica nas regiões da Chapada do Apodi e do Baixo Açu, Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, Mossoró; v.11, n.1/2, p.59-63, 1998.

MAIER, M.H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47º55" - 48º55"W; 22º30" - 21º55"S - Brasil): qualidade da água do rio principal. **Ciência e Cultura***,* 39(2): 164-185, 1987.

MARINS, R. V., PARAQUETTI, H. H. M., AYRES, G. A. Alternativa analítica para especiação físico-química de mercúrio em águas costeiras tropicais. **Quim. Nova**, v. 25, n. 3, 372-378, 2002.

MATIC, N., MIKLAVCIC, I., MALDINI, K., DAMIR, T., CUCULIC, V., CARDELLINI, C. Geochemical and isotopic characteristics of karstic springs in coastal mountains (Southern Croatia). **Journal of Geochemical Exploration**, n. 132, p. 90–110, 2013.

MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pela "GAT" nos estados do RN, PB e CE**. Dissertação Mestrado. Campina Grande: UFPB, 1992. 173p.

MERTEN, G. H., MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, *3*(4), 33-38, 2002.

MINAS GERAIS. IGAM. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais no estado de Minas Gerais: relatório trimestral 2012**. Belo Horizonte, 2012. 99 p.

MORAIS, W. A., SALEH, B. B., ALVES, W. D. S., AQUINO, D. S. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, *24*(3), 361-367, 2016.

MOURA, E. M. **Mapeamento do halo de dispersão formado por efluentes industriais lançados na Baía do Guajará no trecho compreendido entre o bairro de Val-de-Cães e o Distrito de Icoaraci**. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2007.80 p.

PEREIRA, M.V. P. **Agricultura familiar no Vale do Jequitinhonha: produção agropecuária e o acesso às políticas públicas em Almenara/MG**. 2018. 128 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Rurais, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

PEREIRA, V.P. **Solo**: manejo e controle de erosão hídrica. Jaboticabal: FCAV, 1997. 56p.

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.

REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. (Org.). **Água Doce no Mundo e no Brasil. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ª edição. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. 703p.

RIBEIRO, E. M.; GALIZONI, F. M. Água, população rural e políticas de gestão: o caso do vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Ambiente & Sociedade**, v. 5, n. 2, p. 129-146, 2003.

ROCHA, C. M. B. M. D., RODRIGUES, L. D. S., COSTA, C. C., OLIVEIRA, P. R. D., SILVA, I. J. D., JESUS, É. F. M. D., ROLIM, R. G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, *22*, 1967-1978, 2006.

SILVA, P. E. **A influência da mata ciliar na qualidade da água em dois rios na área rural de Foz do Iguaçu** – *PR* [monografia]. Foz do Iguaçu: Faculdade Dinâmica de Cataratas, União Dinâmica de Faculdade Cataratas; 2009.

SKOOG, D. A., WEST, D. M., HOLLER, F. J., CROUCH, S. R., *Fundamentos de* **Química Analítica**. v. Único, 8 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SZABADVÁRY, F., **History of Analytical Chemistry**, Pergamon Press: Oxford, 1966.

TERRA, J.; ROSSI, A. V. Sobre o desenvolvimento de análises volumétricas e algumas aplicações atuais. **Química Nova** , *28* (1), 166-171, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Usos e impactos dos recursos hídricos**. In: TUCCI, C.E.M., MENDES, C. A. Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente (Secretaria de Qualidade Ambiental)/Rhama Consultoria Ambiental, 2006.

TUNDISI, J. G. **Limnologia do século XXI**: perspectivas e desafios. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999. 24 p.

VAZHEMIN, I. G. Chemical composition of natural waters in the VYG river basin in relation to the soil of Central Karelia. **SovietSoil Science**, Silver Spring, v.4, n.1, p.90-101, 1972.

VIANA, M. S., LEITE, M. V., DA SILVA, S. F. Qualidade físico-química das águas para abastecimento humano no município de Manhumirim (MG). **REVISTA CIENTÍFICA DA FAMINAS**, *6*(3), 2016.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Universidade Federal de Minas Gerais, 4ª Ed., Belo Horizonte, 2014.

***Recebido em**: 18 de março de 2020*

***Aceito em**: 3 de julho de 2020*