

QUANTIFICAÇÃO DE CLORETO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE - CAMPUS CAMBORIÚ.

Vitor Costa¹; Yuri Farias Lima²; Ana Cristina Franzoi Teixeira³; Adriano Martendal⁴

RESUMO

Segundo a Resolução CONAMA nº 396/2008, recomenda-se que, nos corpos hídricos subterrâneos, a quantidade máxima de cloreto seja de 250 mg/L. O objetivo deste projeto foi determinar, utilizando o método de Mohr, a quantidade deste íon nas amostras de águas subterrâneas coletadas em quatro pontos do IFC – Campus Camboriú. Outro procedimento usado no decorrer deste trabalho foi o de amostragem, que analisa uma parte da amostra que representa o todo, visando a importância da qualidade metodológica a ser empregada que pode ser refletida em dados quantitativos. Os dados volumétricos, em triplicata, foram submetidos a um tratamento estatístico no qual pode ser calculado o desvio padrão e a média dos volumes utilizados nas análises. Esses dados permitiram o cálculo do coeficiente de variação (CV), que apresentaram valores menores que 10%, indicando a qualidade desta pesquisa. Os valores encontrados variaram entre 18,59 mg de Cl⁻/L e 30,80 mg de Cl⁻/L e estão em conformidade com a legislação citada.

Palavras-chave: Águas subterrâneas. Cloreto. Método de Mohr.

INTRODUÇÃO

A água é a substância mais abundante em nosso planeta e é essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra, estando presente em diversas atividades cotidianas. O volume deste recurso natural no Planeta é constante e ocupa cerca de 70% da superfície terrestre. Do total da quantidade de água doce presente, aproximadamente 0,75% encontra-se no subsolo (ÁGUA, 1974).

Para Lima et al (2013), águas subterrâneas são aquelas que entram, por ação da gravidade, em camadas profundas do subsolo atingindo o nível da zona freática, constituindo aquíferos (formações geológicas que armazenam grandes quantidades de águas e permitem a movimentação delas em seu interior naturalmente), suscetíveis de extração e utilização.

Atualmente, a deterioração dos recursos aquáticos está muito acentuada, fazendo com que a utilização de águas subterrâneas seja mais intensificada como um modo de evitar a crise hídrica, haja vista que, durante muito tempo, acreditou-se que essas águas estariam imunes às contaminações por adentrarem camadas de rochas (CARUSO, 1988).

A Política Nacional do Meio Ambiente disposta na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, leva em consideração os efeitos que impactos ambientais geram e, por isso, ratifica no Art. 9º inciso I que um dos instrumentos utilizados para melhor gerenciamento do meio é estabelecer padrões de qualidade ambiental, nos quais se podem apresentar os parâmetros biológicos, físicos e químicos.

1 Estudante Curso Técnico IFC-Campus Camboriú. E-mail: viscovitor1@gmail.com

2 Estudante Curso Técnico IFC-Campus Camboriú. E-mail: yurifarias10297@gmail.com

3 Doutora em Química, UFSC; professora do IFC-Campus Camboriú. E-mail: ana@ifc-camboriu.edu.br

4 Doutor em Química, UFSC; professor do IFC-Campus Camboriú. E-mail: martendal@ifc-camboriu.edu.br

O presente trabalho trata da análise de um parâmetro químico, sendo o foco da pesquisa o ânion cloreto – Cl^- (PERUZZO; CANTO, 2003).

A água que contém menos de 150 mg de Cl^-/L é satisfatória para diversos fins, como por exemplo, para dessedentação humana. Contendo mais de 350 mg de Cl^-/L é contraindicada para maior parte das irrigações e usos industriais. Com 500 mg de Cl^-/L , o sabor da água torna-se desagradável, mas animais podem beber água com teores superiores a 3000 mg de Cl^-/L (ÁGUA, 1974).

Conforme Lucema (2014), as características químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde elas infiltram, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas drenadas e com os produtos das atividades humanas, adquiridos ao longo de seu trajeto. O ânion cloreto está presente em teores inferiores a 100 mg/L nesse tipo de água, formando compostos muito solúveis. Teores anômalos são indicadores de contaminação por água do mar e por aterros sanitários.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008, que estabelece padrões de qualidade para as águas subterrâneas, a concentração máxima permitida de cloreto é de até 250 mg/L. A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece o mesmo valor como padrão de potabilidade, estando ambas em conformidade. Tal padrão quantitativo foi tomado como base neste trabalho em todos os pontos de coleta, mesmo para os que não eram para fins de consumo humano, como por exemplo, o uso hídrico para dessedentação dos animais.

O objetivo geral deste projeto foi determinar a quantidade de cloreto nas amostras de águas subterrâneas captadas no Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú e como objetivo específico, avaliar os resultados obtidos comparando-os com os limites estabelecidos na legislação.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Materiais

Os materiais usados durante os procedimentos foram: 1 bureta de 50 mL, 4 Erlenmeyers de 250 mL, 1 Becker, 1 pipetador, 1 pipeta volumétrica de 25 mL, 2 balões volumétricos de 50 mL e 1 balança analítica (Bel Engineering Equipamentos Analíticos LTDA). Os reagentes utilizados durante o procedimento foram: solução de cloreto de sódio (NaCl) (Synth; 0,01 mol/L), solução de nitrato de prata (AgNO_3) (Proquímios; 0,0096 mol/L) e indicador cromato de potássio (K_2CrO_4) (5% m/v).

Métodos

A amostragem é, basicamente, a análise de parte de uma substância, material ou produto que é retirada para produzir uma amostra representativa para ensaio ou calibração. Esse procedimento pode ser requerido de acordo com especificação desejada e para realizá-lo devem ser tomados certos cuidados, como por exemplo, a preservação, o manuseio e o transporte das amostras, entre outros. Em suma a amostragem é uma forma de observar e analisar uma parte pequena, que represente o todo (MANUAL, 2009).

Antes de iniciar a amostragem, alguns parâmetros são necessários e, para melhor execução do procedimento, foram levados em consideração: a realização da vazão da água por no mínimo 5 minutos, a aproximação do recipiente de coleta (Erlenmeyer), que estava fechado com um Becker, e a sua abertura somente no momento da coleta da amostra (LCQM, 2012). As amostras não incluíram partículas grandes, detritos, folhas ou outro tipo de material accidental, procurando evitar a alteração nos resultados. Coletou-se um volume suficiente de amostra (250 mL de água por ponto) para uma eventual necessidade de repetir alguma análise no laboratório. Imediatamente após a coleta, as amostras foram levadas ao laboratório para serem analisadas (PROCEDIMENTOS, 2014).

Com o intuito de desenvolver a amostragem, foram designados os seguintes pontos para a coleta de amostras do Campus Camboriú:

- *Torneira junto à bomba de água da EPAGRI*: água utilizada para abastecer os tanques da piscicultura e consumo humano, proveniente de fonte subterrânea a 45 m de profundidade;
- *Torneira do setor de bovino de leite*: água utilizada para dessedentação de animais, proveniente de fonte subterrânea a 25 m de profundidade;
- *Mangueira de água do setor de bovino de leite*: água utilizada para limpeza do chão, proveniente de 20 m de profundidade;
- *Torneira do Laboratório de Química*: água própria para o consumo humano no Campus, proveniente de fonte subterrânea a 75 m de profundidade.

Posteriormente à coleta das amostras, iniciou-se a determinação de cloreto através do método de Mohr. Essa metodologia consiste na padronização do nitrato de prata (AgNO_3) com solução de cloreto de sódio (NaCl), que é um padrão primário, utilizando o cromato de potássio (K_2CrO_4) como indicador. Essa análise volumétrica baseia-se em uma precipitação fracionada, onde o cloreto de prata (AgCl) precipita primeiramente como um sólido branco em suspensão (conforme a reação I) e, depois, há a precipitação do cromato da prata (Ag_2CrO_4) com coloração marrom-avermelhada (conforme a reação II), indicando o ponto final da titulação (I.Q.S.C., 2014). É importante ressaltar que este método foi realizado em triplicata e, para efeitos de cálculos, utilizou-se a média dos volumes obtidos em cada ponto de coleta analisado.

Para elucidar o procedimento, explanado no parágrafo acima, seguem abaixo as reações químicas que ocorrem durante o método de Mohr:



Para determinar a quantidade de cloreto nas amostras, utilizou-se a seguinte relação:

$$n(\text{titulante Ag}^+) = n(\text{titulado Cl}^-) \rightarrow V \times M = m \div MM \rightarrow m = V \times 0,0096 \times 35,34$$

A unidade usual é dada em mg/L, portanto deve-se aplicar uma proporção direta, tendo em vista que a alíquota foi de 25 mL, logo:

$$A(\text{mg}) \rightarrow 25 \text{ mL} \quad B = 40 \times A$$

$$B(\text{mg}) \rightarrow 1000 \text{ mL} \quad \underline{B = \text{mg Cl}^-/\text{L}}$$

Sendo: n = número de mols; V = volume de AgNO_3 usado na titulação (mL); M = concentração molar do AgNO_3 (mol/L); m = massa de cloreto (mg); MM = massa molar do cloreto (g/mol).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos, através da metodologia citada, bem como o seu tratamento estatístico, seguem abaixo, descritos, nas tabelas 1 e 2. Para calcular o coeficiente de variação (C.V.) é necessário utilizar os dados da tabela 1, que é calculado através da divisão do desvio padrão pela média e, para ser representando em porcentagem, multiplica-se por 100%.

Tabela 1: Média dos volumes e o desvio padrão de cada ponto coletado.

Ponto de coleta	Volume de AgNO_3 (mL)		
	Dia 04/08/2014	Dia 11/08/2014	Dia 15/09/2014
Torneira EPAGRI	1,37 \pm 0,04	1,43 \pm 0,08	1,37 \pm 0,38
Torneira bovino	1,77 \pm 0,10	1,78 \pm 0,12	1,82 \pm 0,10
Mangueira limpeza	2,07 \pm 0,05	2,10 \pm 0,09	2,27 \pm 0,10
Torneira laboratório	1,53 \pm 0,15	1,53 \pm 0,15	1,63 \pm 0,06

Tabela 2: Medições semanais de cloreto e respectivo CV.

Ponto de coleta	mg Cl^-/L e CV (%)		
	Dia 04/08/2014	Dia 11/08/2014	Dia 15/09/2014
Torneira EPAGRI	18,98 e 3,19	19,41 e 5,70	18,59 e 5,97
Torneira bovino	24,52 e 5,85	24,16 e 6,56	24,69 e 5,41
Mangueira limpeza	28,67 e 2,50	24,26 e 8,50	30,80 e 4,56
Torneira laboratório	21,19 e 9,96	20,76 e 9,96	22,12 e 3,53

Posteriormente, os dados obtidos foram apurados de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008. As amostras dos quatro pontos de coleta

estavam em conformidade com a legislação, apresentando uma quantidade de cloreto inferior a 250 mg/L. O baixo valor encontrado já era esperado por se tratar de uma água subterrânea e não conter grande quantidade deste íon.

Vale ressaltar que os dados encontrados foram submetidos a uma análise estatística paralela à realização do projeto. Levou-se em consideração a média dos volumes usados nas titulações, assim como o desvio padrão das amostras, o que permitiu o cálculo do CV em cada ponto averiguado. Esse coeficiente significa a margem de erro em porcentagem, este leva em conta as possíveis variações decorrentes do próprio procedimento, como por exemplo, o ponto de viragem. Cada elemento explorado apresentou CV menor que 10%, o que ratifica a confiabilidade metodológica utilizada durante todo o decorrer deste trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As quantidades de cloreto presentes nas amostras de águas subterrâneas do IFC - Campus Camboriú foram determinadas através do método de Mohr. Os resultados apontaram uma maior quantidade deste ânion no ponto da mangueira de limpeza, com o valor de 30,80 mg de Cl⁻/L no dia 15/09/2014 e de menor quantidade no ponto da Torneira da EPAGRI, com o valor de 18,59 mg de Cl⁻/L no mesmo dia. Os dados extraídos confirmaram o esperado, ou seja, uma quantidade do íon cloreto dentro dos padrões pré-estabelecidos pelas legislações citadas ao transcorrer deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ÁGUA subterrânea e poços tubulares. São Paulo, SP: CETESB, 1974. 392p.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm>. Acesso em: 6 out. 2014.

CARUSO, Rubens. **Água, vida.** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1998. 112p

I.Q.S.C. (Instituto de Química de São Carlos). **Determinação de cloretos em água (método de mohl).** Disponível em: <<http://www.iqsc.usp.br/iqsc/servidores/docentes/pessoal/mrezende/arquivos/aula11.pdf>>. Acesso em: 6 de out. 2014.

LCQM (Laboratório de Controle de Qualidade de Medicamentos). **Procedimentos para Coleta e Envio de Amostra de Água.** 2012. Disponível em:

<http://www.farmacia.ufg.br/uploads/130/original_PROCEDIMENTO_PARA_COLETA_DE_%C3%81GUA_PARA_AN%C3%81LISES_-_2012.pdf>. Acesso em: 21 de fev 2014.

LIMA, Edison Pereira de; et al. **Água: recurso para a manutenção da vida**. Santa Catarina: Governo de Santa Catarina, 2013. 47 p.

LUCEMA. **Química da água subterrânea**. Disponível em: <<http://www.lucema.com.br/index.php/noticias/41-quimica-da-agua-subterranea.html>>. Acesso em: 1 de dez. 2014.

MANUAL técnico para coleta de amostras de águas. 2009. Disponível em: <http://portal.mp.sc.gov.br/portal/conteudo/cao/cme/atividades/recursos_hidricos/manual_col_eta_%C3%A1gua.pdf>. Acesso em: 22 de fev 2014.

PROCEDIMENTOS para coleta de amostras de água. Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br/a_unidade/instalacoes/laboratorios/laboratorio-de-solos/agua.pdf> Acesso: 20 de fev. de 2014.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. **Química: da abordagem do cotidiano**. São Paulo: Moderna, 2003. 344 p.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_396.pdf>. Acesso em: 6 de out. 2014.