

## ANÁLISE DE CLORETO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE - CAMPUS CAMBORIÚ

*Karine da Silva<sup>1</sup>; Nicole Dietrich Machado<sup>2</sup>; Adriano Martendal<sup>3</sup>; Ana Cristina Franzoi  
Teixeira<sup>4</sup>*

### RESUMO

As águas subterrâneas são formadas pelas águas das chuvas que percorrem camadas abaixo da superfície do solo e preenchem os espaços vazios entre as rochas. Importa saber se estas se tornam salobras ou salinas, isto é, possuem altos teores de sais. A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde estipula a concentração de 250 mg/L de cloreto como a máxima permitida. O projeto foi desenvolvido com o objetivo de quantificar os íons cloreto nas águas subterrâneas do IFC - CC, utilizando o método de Mohr. Os dados obtidos foram submetidos a um tratamento estatístico a fim de avaliar a dispersão e variação do conjunto de valores. Os resultados das análises constataram que apesar da concentração máxima de 28,72 mg de Cl<sup>-</sup>/L, no ponto da mangueira do setor de bovino de leite, as águas encontram-se no padrão estabelecido pela legislação nos anos de 2016 e 2018.

**Palavras-chave:** Águas subterrâneas. Análises. Cloreto.

### INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada. Definida como toda água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactadas, e que sendo submetida a duas forças, de adesão e gravidade, desempenha papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos (MACHADO, 2012).

Diversas substâncias são consideradas para determinar a potabilidade. O cloreto, por exemplo, que em elevadas concentrações faz com que a água se torne salobra, isto é, apresenta teor de sais dissolvidos entre 500 ppm e 30.000 ppm, ou torne-se salina, contendo cerca de 30.000 ppm a 50.000 ppm de sal. Segundo Macêdo (2003), este conhecimento, quanto ao teor de cloretos das águas, tem por

<sup>1</sup> Estudante do curso de Controle Ambiental IFC - Campus Camboriú. E-mail: karinesilvanini6@gmail.com

<sup>2</sup> Estudante do curso de Controle Ambiental IFC - Campus Camboriú. E-mail: nicoledietrichm@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Química, UFSC; Professor do IFC - Campus Camboriú. E-mail: adriano.martendal@ifc.edu.br

<sup>4</sup> Doutora em Química, UFSC; Professora do IFC - Campus Camboriú. E-mail: ana.teixeira@ifc.edu.br

finalidade obter informações sobre o seu grau de mineralização ou, indícios de poluição, como esgotos domésticos e resíduos industriais.

As análises de cloreto, realizadas no laboratório de química do Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú, tiveram por objetivo determinar a presença de íons cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) nas amostras de águas subterrâneas, coletadas em diferentes pontos da instituição, buscando comparar os resultados obtidos, no decorrer das análises, com os dados contidos na legislação vigente.

A Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, estabelece como valor máximo permitido de cloretos a concentração de 250mg/L, de modo a evitar que as águas se tornem salobras ou salinas.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Materiais

Os materiais utilizados nas análises de cloreto foram os seguintes:

- Bureta de 50mL, erlenmeyer de 250mL, suporte universal, pipeta volumétrica de 100mL, pipetador, becker, balões volumétricos de 1000mL, espátula e balança semi-analítica;

Os reagentes usados nos procedimentos foram:

- Solução de nitrato de prata padronizada ( $\text{AgNO}_3$  - Proquímicos; 0,010815mol/L), solução de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$  - Vetec; 0,0099931mol/L) e o indicador cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$  - Fisher Scientific Company);

### Métodos

As análises de cloreto foram executadas nos dias 7, 14 e 21 de junho de 2018, no laboratório de química do IFC - Campus Camboriú. As amostras foram coletadas em diferentes pontos da instituição, sendo eles:

- Torneira do setor de bovino de leite; água captada à 25m de profundidade e utilizada para a dessedentação.

- Mangueira de limpeza do setor de bovino de leite; água usada para a limpeza do local, proveniente de um poço à 20m de profundidade.

- Torneira junto à bomba de água da EPAGRI; utilizada para o abastecimento do setor de piscicultura e o consumo humano, proveniente de uma fonte subterrânea à 45m de profundidade.

- Cisterna; água direcionada à caixa da água para posteriormente ser distribuída, retirada de uma fonte subterrânea à 75m de profundidade.
- Torneira do laboratório de química; água utilizada para o consumo, proveniente da Cisterna.
- Torneira do ginásio; água utilizada para consumo, proveniente da mesma fonte subterrânea da Cisterna.

Para esta titulação, utilizou-se a solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ), padronizada pela solução de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ), uma titulação de precipitação baseada no método de Mohr, que consiste na análise e determinação de cloretos a partir do nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) como titulante e, o cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) como indicador.

Esse método se baseia em preencher a bureta com a solução de nitrato de prata padronizada e adicionar, em um Erlenmeyer, a água coletada com 3 gotas do indicador. Após isso, com a adição do nitrato de prata na solução, ocorre a precipitação do cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ), visualizado como um sólido branco em suspensão no recipiente. Após todo cloreto precipitar, o início da precipitação do cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ), determinado pela coloração marrom-avermelhada, indica o final da titulação.

As análises foram feitas em triplicata, e os resultados foram obtidos segundo a fórmula abaixo:

$$n(\text{Cl}^-) = n(\text{AgNO}_3) \rightarrow m(\text{Cl}^-) \div \text{MM}(\text{Cl}^-) = M(\text{AgNO}_3) \times V(\text{AgNO}_3) \times 10$$

Representado pela letra  $n$  = número de mols;  $m$  = massa de cloreto (mg);  $\text{MM}$  = massa molar do cloreto (g/mol);  $M$  = concentração molar do  $\text{AgNO}_3$  (mol/L);  $V$  = volume gasto de  $\text{AgNO}_3$  na titulação (mL).

Os resultados encontrados foram submetidos a um tratamento estatístico, com o objetivo de determinar o desvio padrão e o coeficiente de variação, que avaliam a dispersão do conjunto de valores em análise e a margem de variação em porcentagem, levando em conta as possíveis variações do procedimento, como o ponto de viragem. O desvio padrão das amostras pode ser calculado através da equação abaixo:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Representado pela letra  $s$  o desvio padrão e  $s^2$  a variância, encontrada a partir da equação:

$$\frac{\sum (x_i - \text{Média})^2}{(n - 1)}$$

A partir do desvio padrão e da média, é possível encontrar o coeficiente de variação:

$$CV = \frac{\text{desvio padrão (s)}}{\text{média}} \times 100\%$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, o desvio padrão e as médias obtidas, através da determinação de cloreto das amostras de águas subterrâneas, coletadas em diferentes pontos da instituição, seguem na Tabela 1.

**Tabela 1** - Resultados das análises de cloreto em 2018.

Dias	07/06	14/06	21/06	Média	Desvio Padrão
Pontos de coleta	(mg Cl <sup>-</sup> /L)				
Mangueira bovino	27,60	28,94	29,63	28,72	1,03
Torneira bovino	27,22	28,37	29,94	28,51	1,36
Cisterna	19,55	19,36	20,31	19,74	0,50
EPAGRI	18,40	19,39	19,39	19,06	0,57
Torneira ginásio	18,40	19,28	20,43	19,37	1,01
Torneira laboratório	18,78	18,78	21,69	19,75	1,68

Fonte: As autoras.

Na análise dos dados obtidos nos dias 07,14 e 21, utilizou-se como base a Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, que estipula a quantidade máxima de 250 mg de cloreto por litro.

Conforme a Portaria, todos os pontos analisados encontram-se em

conformidade em relação a este parâmetro, apresentando uma quantidade de cloreto inferior à estabelecida. A baixa concentração de cloretos nas amostras pode ter sido identificada por se tratar de águas retiradas de fontes subterrâneas, que comumente não possuem grande quantidade de sais.

Com a finalidade de comparar os resultados, o desvio padrão e o coeficiente de variação das análises realizadas em 2018 e no ano de 2016, segue a Tabela 2.

**Tabela 2** - Resultados das análises de cloreto em 2016.

Dias	05/07	12/07	02/08	09/08	Média	Desvio Padrão
Pontos de coleta	(mg Cl <sup>-</sup> /L)					
Dessedentação	23,17	23,17	-	22,49	22,96	0,39
Limpeza	27,26	27,95	26,58	-	27,26	0,68
EPAGRI	16,36	17,04	-	16,36	16,58	0,39
Cisterna	19,08	19,08	18,40	-	18,86	0,39
Torneira laboratório	16,36	18,40	17,72	-	17,49	1,03

Fonte: Maçaneiro et al (2017).

Comparando os resultados de 2018 (Tabela 1) com os do ano de 2016 (Tabela 2), pode-se observar semelhanças, considerando que a mangueira de limpeza do setor de bovino de leite continua a ter a maior concentração de cloreto em relação a todos os pontos em que foram coletadas as amostras. Além disso, o ponto em que apresenta a menor concentração de cloretos é a torneira da EPAGRI, em ambos os anos.

Os maiores valores de desvio padrão e coeficiente de variação foram no ponto da torneira do laboratório, com valores de desvio de 1,03 em 2016 e, 1,68, em 2018, e valores de coeficiente de 5,88% e 8,5%, respectivamente. No entanto, estes valores são considerados desprezíveis, já que todos os pontos apresentaram valores de coeficiente de variação abaixo de 10%, constatando a baixa variação dos resultados nos anos analisados.

## CONCLUSÕES

As análises das águas subterrâneas do Campus Camboriú são de suma importância, tendo em vista que possuem a finalidade de monitorar a qualidade das águas, no que se refere aos padrões de potabilidade.

A partir destas análises e das feitas nos anos anteriores, é possível constatar que, no ponto da mangueira de limpeza do setor de bovino de leite, há maior concentração de cloreto, com o atual valor de 28,72 mg de Cl<sup>-</sup>/L, enquanto, no ponto da torneira da EPAGRI, os resultados apontam menor quantidade deste íon, com a concentração de 19,06 mg de Cl<sup>-</sup>/L. Nos dois anos analisados, as águas encontram-se em conformidade com o limite de 250 mg/L de cloreto, estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 02 ago. 2018.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2 ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003. 450p.

MACHADO, Pedro José de Oliveira; TORRES, Filipe Tamiozzo Pereira. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178p.

MAÇANEIRO, Amanda Henn *et al.* **Análises físico-químicas das águas subterrâneas do Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú**. In: FEIRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO, 8, 2017, Camboriú. Resumo expandido. Camboriú: IFC - Campus Camboriú, 2017. p. 1 - 6.