**MONITORAMENTO DA ALCALINDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE – *CAMPUS CAMBORIÚ***

*Gautama Moglié Funes1; Miguel de Abreu de Oliveira2; Adriano Martendal3; Ana Cristina Franzoi Teixeira4*

**RESUMO**

De acordo com o ciclo hidrológico, uma fração da água precipitada se infiltra no solo e percola em profundidade, dissolvendo os minerais presentes na litosfera. A alcalinidade é o parâmetro responsável por indicar a capacidade de um meio aquoso em neutralizar um ácido forte até determinado pH. O objetivo deste projeto é determinar a alcalinidade das águas subterrâneas coletadas no IFC, através da titulação volumétrica, e comparar com os valores da Portaria nº 518/04 e com os obtidos no ano de 2014. As análises laboratoriais foram realizadas e os resultados variaram entre 17,84 e 102,04 mg de CaCO3/L de solução aquosa.

**Palavras-chave**: Qualidade da água. Parâmetro físico-químico. Alcalinidade. Titulação.

**INTRODUÇÃO**

A água é necessidade fundamental para o desenvolvimento da vida, recurso natural indispensável ao ser humano e aos demais seres vivos, além disso, é responsável pela manutenção do equilíbrio dos ecossistemas naturais. É utilizada para o consumo humano e nas atividades socioeconômicas, possuindo desta forma, influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento das populações (SOUZA, 2000).

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela radiação solar associada à gravidade e à rotação terrestre (CARVALHO; SILVA, 2006).

Efetivamente, uma fração da água precipitada se infiltra no solo e percola em profundidade, propiciando, ao longo do percurso, a dissolução de minerais. A parcela da água que percola mais profundamente alimenta a zona saturada do solo, que por sua vez constitui o manancial subterrâneo propriamente dito, objeto de estudos hidrogeológicos (REBOLÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006). Assim, a composição química da água subterrânea é o resultado combinado da composição da água que adentra o solo e da evolução química influenciada diretamente pelas litologias atravessadas. Deste modo, o teor de substâncias dissolvidas nas águas subterrâneas vai aumentando à medida que prossegue no seu movimento (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2003).

O equilíbrio dinâmico atual atingido pelos aquíferos são fortemente dependentes da interação entre os fatores climáticos e hidrogeológicos, os quais condicionam as formas de recarga, armazenamento, circulação e descarga, influenciando assim a qualidade das águas subterrâneas (REBOLÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006).

A avaliação da qualidade da água é geralmente baseada na medição de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. Dentre os parâmetros físico-químicos que caracterizam a qualidade das águas podemos citar a alcalinidade.

A alcalinidade refere-se à capacidade de um meio aquoso neutralizar quantitativamente um ácido forte até um determinado valor de pH, isto é, a condição da água de resistir a mudanças de pH (*AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION*, 1998). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO32-), carbonatos (CO32-) e hidróxidos (OH-). A distribuição entre as três diferentes formas de alcalinidade é definida em função do pH da água, conforme demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tipo de alcalinidade em função do valor de pH.

|  |  |
| --- | --- |
| **Valor de pH** | **Tipo de alcalinidade** |
| pH > 9,4 | Carbonatos e hidróxidos |
| pH entre 8,3 e 9,4 | Carbonatos e bicarbonatos |
| pH entre 4,4 e 8,3 | Apenas bicarbonatos |

**Fonte:** Ministério da Saúde

Verifica-se assim que, na maior parte dos ambientes aquáticos, a alcalinidade deve-se exclusivamente à presença de bicarbonatos.

A determinação da alcalinidade é usualmente feita por meio da técnica conhecida como titulação volumétrica. Neste método é empregado como titulante uma solução de ácido sulfúrico (H2SO4), previamente padronizada, e alaranjado de metila como indicador. Os resultados são expressos em mg de CaCO3/L de solução aquosa, unidade padrão para expressar este parâmetro.

A legislação ambiental brasileira, através da Portaria 518, instituída em 2004 pelo Ministério da Saúde, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A Portaria estabelece como valor máximo permissível 125 mg de CaCO3/L de solução aquosa, referente à alcalinidade de carbonatos, e de 250 mg de CaCO3/L de solução aquosa, referente à alcalinidade de bicarbonatos, para que a água adquira seu padrão de potabilidade, isto é, possa ser destinada ao consumo humano (FIESP, 2005).

A justificativa da pesquisa está fundamentada na importância da determinação da qualidade da água utilizada e consumida no Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú, sendo possível, detectar com análises laboratoriais, os efeitos de suas propriedades às questões ambientais, permitindo a compreensão dos processos naturais ou alterações no ecossistema.

O objetivo deste trabalho é determinar analiticamente a alcalinidade das amostras de águas subterrâneas coletadas no Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú, ponderar os resultados obtidos com os limites indicados na literatura, e também relacionar as condições climáticas e geológicas.

**PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O monitoramento da alcalinidade das águas subterrâneas foi realizado dentro do perímetro territorial do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú. O município de Camboriú posiciona-se na latitude 27º01’31’’S e na longitude 48º39’16’’W, estando a uma altitude média de 8 metros acima do nível do mar. A classificação de climática segundo Köppen é do tipo Cfa (mesotérmico úmido com verões quentes), configurando um clima úmido, dispondo de um regime pluviométrico com precipitação média anual de cerca de 1650 mm, sem estação de estiagem definida (EMASA / MPB Engenharia, 2006).

A coleta de amostras foi realizada semanalmente no período correspondente a segunda quinzena do mês de setembro do ano de 2015. As alíquotas foram acondicionadas em um frasco erlenmeyer de vidro borossilicato previamente rinsado com agentes oxidantes, conforme as exigências da Norma Brasileira Regulamentadora nº 9898, instituída em junho de 1987 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Para uma amostragem representativa foram selecionados 4 pontos de coleta, nos quais é realizada a adução de água para os diferentes setores do C*ampus,* de acordo com os seus usos preponderantes.

Os pontos de coleta citados anteriormente possuem as seguintes especificações técnicas:

* **Ponto 1:** Está localizado nas coordenadas geográficas 27°00'54.4"S 48°39'18.6"W. Possui 20 metros de profundidade. As águas captadas neste ponto são utilizadas para a limpeza do Setor Bovino de Leite;
* **Ponto 2:** Está localizado nas coordenadas geográficas 27°00'53.9"S 48°39'17.3"W. Possui 25 metros de profundidade. As águas captadas neste ponto são utilizadas para a dessedentação de animais no Setor Bovino de Leite;
* **Ponto 3:** Está localizado nas coordenadas geográficas 27°00'51.8"S 48°39'34.1"W. Possui 45 metros de profundidade. As águas captadas neste ponto são utilizadas para abastecer os tanques de piscicultura;
* **Ponto 4:** Está localizado nas coordenadas geográficas 27° 0'47.11"S 48°39'29.09"W. Possui 70 metros de profundidade. As águas captadas neste ponto são utilizadas para o abastecimento do Campus.

Após a coleta, as amostras foram transportadas ao Laboratório de Química do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú, onde realizaram-se os procedimentos relativos à determinação da alcalinidade das alíquotas. A metodologia selecionada para a quantificação da alcalinidade total das amostras coletadas dispõe de uma titulação volumétrica, na qual emprega-se como titulante o ácido sulfúrico (H2SO4) previamente padronizado com hidróxido de sódio (NaOH) e fenolftaleína como indicador. Para as análises, utilizaram-se alíquotas de 50 mL da amostra e titulou-se com a solução de ácido sulfúrico padronizada. Para a sinalização do ponto de viragem foi utilizado como indicador ácido-base o alaranjado de metila, que adquire tonalidade avermelhada quando o pH atinge o valor 4,9. Os valores gastos de titulante foram registrados, para que em seguida fossem feitos os cálculos, baseando-se no fator alíquota para determinar a concentração de carbonato de cálcio dissolvido (mg/L de CaCO3).

Os reagentes utilizados nos procedimentos laboratoriais foram: ácido sulfúrico (H2SO4, Synth 0,019 mol/L); hidróxido de sódio (NaOH, Synth 0,02 mol/L); alaranjado de metila; fenolftaleína. As vidrarias utilizadas foram: Bureta; Frasco Erlenmeyer; Balão volumétrico; Pipetador; Pipeta volumétrica; Balança semi-analítica (*Bel Engineering* Equipamentos Analíticos LTDA).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após a padronização do titulante, realizada em triplicata, obteve-se um valor de concentração do ácido sulfúrico igual a 0,019 mol/L. Os resultados obtidos referentes ao monitoramento da alcalinidade das águas subterrâneas do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú, no ano de 2015, estão registrados na Tabela 2.

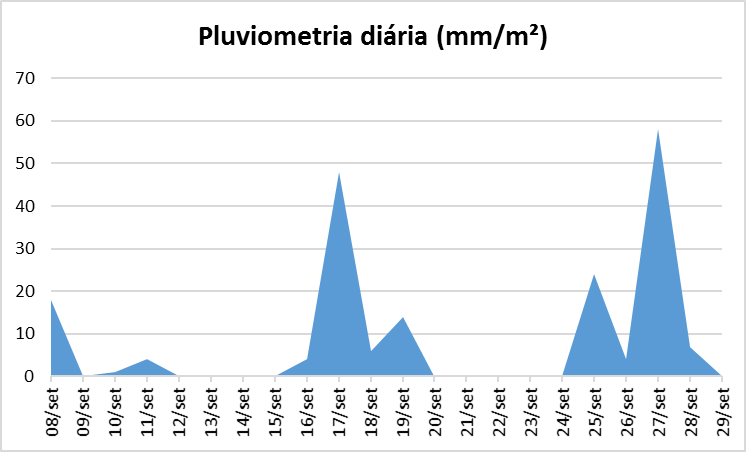
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tabela 2 – Alcalinidade (mg de CaCO3/L de solução aquosa).** | | | |
| **Pontos de coleta** | **15/09/15** | **22/09/15** | **29/09/15** |
| Limpeza do Setor Bovino de leite | 17,84 | 19,40 | 20,56 |
| Dessedentação de animais | 20,56 | 20,94 | 21,72 |
| EPAGRI – Piscicultura | 93,12 | 94,28 | 95,83 |
| Abastecimento do *Campus* | 98,16 | 99,71 | 102,04 |

**Fonte:** Autores

Segundo Teixeira et al (2014) as análises laboratoriais correspondentes ao mês de junho de 2014 obtiveram como resultados valores de alcalinidade que variaram entre 15,60 e 96,30mg de CaCO3/L de solução aquosa.

De acordo com dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), verificou-se os seguintes índices pluviométricos, relativos ao mês de setembro do ano de 2015 (Gráfico 1).

**Gráfico 1 -** Índices pluviométricos referentes ao mês de setembro de 2015



**Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

A seguir, na Tabela 4, pode-se ver que os acumulados pluviométricos semanais referentes a cada período de amostragem.

**Tabela 4.** Acumulados pluviométricos semanais.

|  |  |
| --- | --- |
| **PERÍODO** | **PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (mm/m²)** |
| 08/set a 14/set | 23 |
| 15/set a 21/set | 68 |
| 22/set a 28/set | 93 |

**Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Através de análise estatística, a variação da alcalinidade total em função da precipitação semanal acumulada foi avaliada por meio do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson, os resultados indicam valores acima de 0,9, indicando uma correlação muito forte.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As amostras de águas subterrâneas submetidas a análise laboratorial atendem as exigências da portaria nº 518, instituída em 2004 pelo Ministério da Saúde. Através de tratamento estatístico dos dados obtidos com os procedimentos analíticos e os índices pluviométricos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia, evidencia-se uma relação direta entre as condições climáticas e a alcalinidade observada.

Constata-se que a ionização parcial do ácido carbônico, naturalmente presente nas águas da chuva auxilia na dissolução de minerais presentes no solo, indicando a presença de rochas calcárias no subsolo do Instituto Federal Catarinense – *Campus* Camboriú. Verifica-se que a alcalinidade total das alíquotas coletadas aumenta gradualmente em função da profundidade, em consequência da maior interação entre as duas interfaces.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

*AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION*. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**: Alkalinity. Disponível em: <[http://folk.uio.no/rvogt/KJM\_MEF\_4010/Alkalinity.p](http://folk.uio.no/rvogt/KJM_MEF_4010/Alkalinity.pdf)df> Acesso em: 26 jun 2016.

CARVALHO D.; SILVA L. **Ciclo hidrológico.** Disponível em: < http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap2-CH.pdf> Acesso em: 25 jun 2016.

EMASA / MPB Engenharia. **Estudo do Manancial.** Balneário Camboriú, SC, 2006.

FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo). **Orientações para utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>. Acesso: 26 jun 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo humano.** Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia\_controle\_qualidade\_agua.pdf >. Acesso: 26 jun 2016.

REBOLÇAS A.; BRAGA B.; TUNDISI J. **Águas doces no Brasil**: Capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. 748 p.

SOUZA, D. A. **Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de multiresíduos de pesticidas em águas de abastecimento de São Carlos – SP**. 2000. 109 f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.