

ANÁLISE DA ALCALINIDADE TOTAL E CONCENTRAÇÃO DE CARBONO INORGÂNICO EM TRECHOS URBANOS DE RIOS: O EXEMPLO DO RIO SANTA RITA, REGIÃO SUDOESTE DA BAHIA

Deisy de Assis Coelho (*), Adeid Rodrigues Santos Silva, Tércia Oliveira Castro, Rebecca Camilly Galvão dos Santos, Adenilde Souza dos Passos

* Graduanda em Engenharia Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) Campus Vitória da Conquista; E-mail: deisyassis94@hotmail.com.

RESUMO

A importância da água é um assunto de extrema relevância, pois compreende a preservação da vida no planeta. A sua qualidade é um parâmetro na determinação, dos diversos fins a ela aplicados. Um destes parâmetros é a alcalinidade que compreende a medida total das substâncias presentes em um meio aquático, capazes de neutralizar ácidos sem mudança significativa do pH. Este trabalho apresenta a análise deste parâmetro em águas de um trecho urbano do Rio Santa Rita que integra a bacia do Rio Verruga no estado da Bahia, na busca da determinação da estabilidade deste ecossistema e a influência que a zona urbana pode acarretar no seu valor, que por métodos experimentais apresentou-se em maior quantidade na forma de gás carbônico. O valor de alcalinidade obtido foi 37,2 mg/L de CaCO₃, enquadrando-se no intervalo de alcalinidade da maioria das águas naturais (entre 30 e 500 mg/L de CaCO₃) (MORAES, 2008), e indica normalidade nos processos de decomposição da matéria orgânica, assim como na taxa de respiração dos microrganismos. Observou-se que a alcalinidade no ponto analisado é devida principalmente pela presença de carbono inorgânico livre.

PALAVRAS-CHAVE: Alcalinidade, Rio Santa Rita, Águas Naturais, Carbono Inorgânico.

INTRODUÇÃO

A qualidade física, química e biológica das águas de rios é influenciada por diversos fatores, como a temperatura, precipitação, tipos de rochas do substrato, vegetação, entre outros. Além da contribuição exercida por estes fatores naturais, as atividades humanas têm provocado constantes alterações no meio aquático, e influenciam diretamente nos resultados dos parâmetros de qualidade da água. Um destes parâmetros é a alcalinidade, que indica a quantidade de íons na água capazes de neutralizar ácidos. Seus principais constituintes são os bicarbonatos (HCO³⁻), carbonatos (CO³⁻) e dióxido de carbono (CO₂), e a concentração de cada um deles é função do pH. Esta concentração de carbono inorgânico expressa a capacidade de tamponamento da água.

Caso um ambiente aquático apresente abundância de material tampão (alta alcalinidade), este é mais estável e resistente às variações de pH. Enquanto águas de baixa alcalinidade (< 24 mg/L como CaCO₃) apresentam baixa capacidade de tamponamento e, assim, são suscetíveis às mudanças de pH (CHAPMAN e KIMSTACK, 1992). As águas superficiais raramente excedem os 500 mg/L de CaCO₃ (BITTENCOURT; HINDI, 2000), sendo esta a unidade usada para expressão deste parâmetro. Quanto à influência biológica deste parâmetro, sabe-se que alguns peixes são muito sensíveis às alterações da alcalinidade, especialmente na fase larval (ROJAS e ROCHA, 2004).

A resolução 357/2005 (CONAMA, 2005) estabelece, para águas doces (especial e classes 1, 2 e 3), limites de pH de 6 a 9, porém não há a determinação de limites para a alcalinidade. A partir da alcalinidade é possível determinar a quantidade de carbono inorgânico no recurso hídrico e a partir disso determinar a extensão de fotossíntese e o crescimento vegetal; pode-se determinar também a partir da alcalinidade a capacidade tamponante do corpo d'água já que os íons Ca²⁺ e Mg²⁺ associam-se ao bicarbonato.

A alcalinidade se torna muito importante na preservação dos ambientes aquáticos, pois está diretamente relacionado ao grau de decomposição de matéria orgânica e a consequente liberação de CO₂. Quando esses valores estão acima dos indicados caracteriza um elevado processo de decomposição que interfere diretamente no oxigênio dissolvido no meio, ocasionado assim um desequilíbrio no ambiente e nas diversas formas de vida presentes nele (BAIRD, 2002). No intuito de comprovar a relação entre pH e alcalinidade em águas fluviais, assim como a influência das atividades antrópicas intensificadas em trechos urbanos, buscou-se neste trabalho determinar a concentração de carbono inorgânico no trecho do Rio Santa Rita, pertencente à bacia do Rio Verruga no estado da Bahia, na localidade de Vitória da Conquista. O Rio Santa Rita é um dos afluentes mais importantes da Bacia do Rio Verruga que nasce na Serra do Peri-Peri em uma

reserva urbana de Vitória da Conquista. O Rio Verruga representa um importante afluente do Rio Pardo e o curso de suas águas tem como limites a região correspondente em maior parte ao município de Vitória da Conquista e o restante no município de Itambé, representando uma área total de 970,32 km² (SANTOS et. al., 2012). Neste contexto, identifica-se que a malha urbana de Vitória da Conquista está montada numa estrutura que compreende diversas nascentes e mananciais da bacia do Rio Verruga. Evidencia-se aí, uma redução drástica das matas ciliares e como consequência, a diminuição do fluxo d'água natural da bacia (ROCHA, 2008).

“Dentre os principais efeitos socioambientais sofridos pela bacia do Rio Santa Rita ao longo dos anos, pode-se listar: Ocupação desordenada do solo; Problemas de tratamento das águas e do lixo; Problemas de esgotamento sanitário; Baixo nível de conservação das áreas de preservação permanente; Desmatamento, erosão e perda de solos; Poluição e assoreamento dos corpos hídricos da Bacia; Alta concentração fundiária principalmente as áreas destinadas à criação de gado de forma extensiva, com o predomínio de mais de 50% do território efetivo da Bacia do Rio Verruga, o qual está integrado, entre outros.” (ROCHA, 2008). Nesse sentido, a avaliação qualitativa dos recursos hídricos é de fundamental importância, uma vez que representa uma ferramenta de monitoramento em prol da adequada gestão dos recursos.

MATERIAIS E MÉTODOS

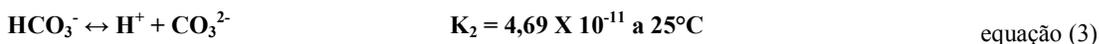
Este trabalho foi desenvolvido basicamente em duas etapas principais: 1) Coleta em campo de 3 amostras em um ponto do rio no trecho no município de Vitória da Conquista – cada amostra diferindo-se na profundidade em que foi coletada (1 metro, 6 metros e 7 metros). 2) Análise e organização dos dados de pH, alcalinidade e carbono inorgânico obtidos por métodos executados em laboratório.

A respeito da primeira etapa, as amostras foram coletadas nas seguintes coordenadas: Latitude 14°52'38" Sul e Longitude 40°53'8" Oeste. Em seguida foram acondicionadas em ambiente refrigerado no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Vitória da Conquista. Na segunda etapa foi realizado o experimento de determinação do pH pela metodologia estabelecida no *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater* (APHA/AWWA/WEF, 1995) utilizando-se o pHmetro anteriormente calibrado com solução-tampão pH 7,00 e pH 4,00. Ainda durante a segunda etapa do trabalho, foi realizada a determinação da alcalinidade total a partir da titulação com ácido sulfúrico (H₂SO₄ 0,093 mol/L) de 50,0 mL da amostra de água com a utilização do indicador vermelho de metila, que garante que a viragem de cor venha ocorrer em uma solução levemente ácida. A partir do volume do titulante gasto, calculou-se a alcalinidade total da amostra, considerando-a como sendo o número de mols de H⁺ requeridos para titular o volume da amostra de água.

Para uma solução contendo íons carbonato e bicarbonato, assim como OH⁻ e H⁺, por definição:

$$\text{Alcalinidade}_{\text{(total)}} = 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+] \quad \text{equação (1)}$$

O fator dois aparece diante da concentração do íon carbonato porque em presença de H⁺ ele é primeiramente convertido em íon bicarbonato, sendo em seguida este último convertido por um segundo íon hidrogênio em ácido carbônico.



A partir dos equilíbrios HCO₃⁻ / CO₂ e CO₃²⁻ / HCO₃⁻, representados com suas constantes de equilíbrio nas equações 2 e 3 respectivamente, simplifica-se a equação 1 para:

$$\text{Alcalinidade}_{\text{(total)}} = 2K_2[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}^+] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+] \quad \text{equação (4)}$$

A obtenção da concentração das distintas espécies de carbono inorgânico pode ser feita a partir da alcalinidade total e o pH de acordo com equação 4. Conhecendo-se o [HCO₃⁻], pode-se determinar as concentrações aquosas de CO₂ e CO₃²⁻ a partir do pH, da concentração [HCO₃⁻] e utilizando-se as equações 2 e 3, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água foi avaliada comparando-se os resultados obtidos das diferentes amostras e que estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados, em triplicata, referentes ao carbono inorgânico na amostra de água.

| Amostra | pH | Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃) | [HCO ₃ ⁻] (mol/L) | [CO ₃ ²⁻] (mol/L) | [CO ₂] (mol/L) |
|---------------|------|--|---|---|-------------------------------|
| Réplica 1 | 5,50 | 37,20 | 3,64E-04 | 5,40E-09 | 2,58E-03 |
| Réplica 2 | 6,00 | 37,20 | 3,70E-04 | 1,76E-08 | 8,31E-04 |
| Réplica 3 | 5,50 | 37,20 | 3,64E-04 | 5,40E-09 | 2,58E-03 |
| Média | 5,67 | 37,20 | 3,66E-04 | 9,47E-09 | 2,00E-03 |
| Desvio Padrão | 0,29 | 0,00 | 3,46E-06 | 7,04E-09 | 1,01E-03 |

A partir da comparação dos resultados que foram obtidos, percebeu-se que mesmo em profundidades diferentes a alcalinidade e o pH apresentaram valores muito próximos. Em águas naturais, normalmente a alcalinidade é identificada sob a forma de alcalinidade de bicarbonatos (pH de 4,4 a 8,3) e/ou de carbonatos, (pH até 9,4). O pH das águas naturais raramente é exatamente igual a 7,00 (PÁDUA, 2002).

Por convenção em química analítica, o alaranjado de metila é o indicador usado nas titulações pelas quais é determinada a alcalinidade total. É escolhido o alaranjado de metila, pois ele não muda de cor até que a solução seja levemente ácida (pH = 4) sob tais condições, não apenas todo o íon carbonato da amostra foi transformado em bicarbonato, mas certamente todo o íon bicarbonato foi transformado em ácido carbônico (BAIRD, 2002).

A partir dos valores de pH obtidos, a estimativa de qual é a forma predominante de carbono inorgânico no ambiente aquático pode ser feita observando-se o gráfico representado na Figura 1.

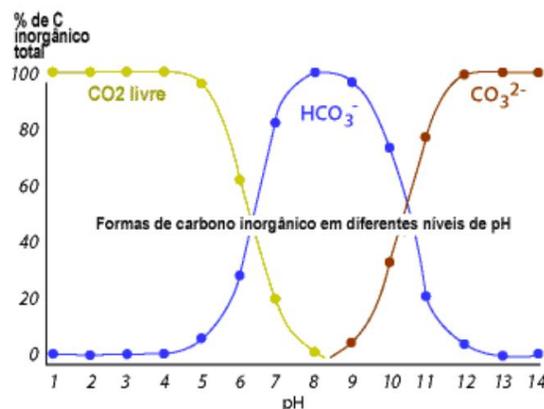


Figura 1: Formas de carbono inorgânico em diferentes níveis de pH.

E por meio dos cálculos obtidos a partir dos equilíbrios das equações 2, 3 e 4, e a partir da alcalinidade total e pH, observou-se que a alcalinidade do rio Santa Rita, no ponto analisado, é devida principalmente à presença de CO₂ livre, como evidenciado pelo gráfico em função do pH.

CONCLUSÕES

O valor de alcalinidade obtido está enquadrado no intervalo de alcalinidade da maioria das águas naturais (entre 30 e 500 mg/L de CaCO₃), e indica normalidade nos processos de decomposição da matéria orgânica, assim como na taxa de respiração dos microrganismos (MORAES, 2008). No contexto do rio Santa Rita estudado neste trabalho, considera-se o valor de pH obtido (5,66 ± 0,29) como próximo dos limites estabelecidos pela resolução 357/2005 (CONAMA, 2005).

Por fim, para uma abordagem mais sucinta e eficiente a respeito dos parâmetros de qualidade das águas do Rio Santa Rita, faz-se necessário um estudo onde se aborde a questão da ocupação socioespacial da bacia hidrográfica devido a consolidação da cidade de Vitória da Conquista como polo regional, assim como um número maior de amostragem para a representação do todo de forma eficiente.

Dessa forma, vale ressaltar que a qualidade da água não está dissociada do processo urbano como se fossem circuitos fechados, sem nenhuma relação entre si. A fragmentação destes processos não permite a compreensão da complexidade da problemática ambiental na atualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA / AWWA / WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. Washington, DC, 1995.
2. Baird, Colin. Química Ambiental. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
3. Bittencourt, A.V.L.; Hindi, E.C. Tópicos de hidroquímica. In: III Curso Sudamericano Sobre Evolución Y Vulnerabilidad De Acuíferos, Asunción, Itaipú binacional, OEA, 2000.
4. Chapman, D; Kimstack, V. The selection of water quality variables. Water quality assessment. London: Chapman & Hall, 1992. p. 51 – 117.
5. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução 357. Classificação das águas, de 17 de março de 2005, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 mar. 2005. Seção 1.
6. Moraes, P. B. Tratamento Biológico e Físico-Químico de Efluentes Líquidos. Disponível em: <<http://webensino.unicamp.br/>>. Acesso em: 16 nov 2013.
7. Pádua, H. B. de. Águas com dureza e alcalinidade elevada. Observações iniciais na Região de Bonito / MS; 64p., 2002.
8. Rocha, A. A. Análise Socioambiental da Bacia do Rio Verruga e os processos da Urbanização de Vitória da Conquista – BA. 2008. 179 p. Dissertação (mestrado) – UFPB / CCEN, João Pessoa.
9. Rojas, N.E.T.; Rocha, O. Influência da alcalinidade da água sobre o crescimento de larvas de Tilápia do Nilo. Maringá, v. 26, n. 2, p. 163 – 167, 2004. Disponível em: <www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiol/article/viewPDFInterstitial/1630/980>. Acesso em: 16 nov 2013.
10. Santos, G. P.; Rego, N. A. C.; Santos, J. W. B.; Delano Júnior, F.; Silva Júnior, M. F. Avaliação espaço-temporal dos parâmetros de qualidade da água do rio Santa Rita (BA) em função do lançamento de manipeira. *Ambi-Água*, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 261 – 278, 2012.