

Grandezas físico-químicas e efeito da poluição dos recursos hídricos no Oeste de Santa Catarina

Physicochemical quantities and effects of pollution of water resources in the West of Santa Catarina

Las cantidades y los efectos de la contaminación de los recursos hídricos en el oeste de Santa Catarina

Carolina Franchini

Acadêmica de Engenharia de Alimentos, UDESC, Pinhalzinho – SC, Brasil
carol_slo@hotmail.com

Gilmar de Almeida Gomes

Professor Doutor, UDESC, Pinhalzinho – SC, Brasil.
gilmar.gomess@yahoo.com.br

RESUMO

A água é um recurso natural que precisa ser preservado, pois a grande maioria encontra-se imprópria ou escassa ao consumo. Este trabalho buscou avaliar a diferença das ações antropogênicas rurais e urbanas em dois rios, Limeira e Lajeado Bonito, na cidade Pinhalzinho – SC. Foram realizadas análises físico-químicas como: condutividade, cloreto, dureza, alcalinidade e pH, durante o segundo semestre de 2015, com estes resultados interpretou-se os valores de Energia de Gibbs para cada ponto analisado. Para o Rio Lajeado Bonito, os pontos localizados na área urbana apresentaram maior carga de contaminantes. Para este rio, o ponto um obteve a menor energia de Gibbs, demonstrando maior ação antropogênica neste local. Já para o Rio Limeira, houve pouca diferença entre os pontos urbanos e rurais analisados, demonstrando que a variação nos contaminantes deste rio não afeta diretamente os parâmetros analisados. Para a Energia de Gibbs deste rio, notou-se aumento dos pontos urbanos para os rurais, indicando redução das atividades antropogênicas. Quanto menor a Energia de Gibbs mais estável é o sistema, porém essa estabilidade vem à custa de uma vizinhança com maior energia para manter o equilíbrio global.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Lajeado Bonito. Rio Limeira. Energia de Gibbs.

SUMMARY

Water is a natural resource that must be preserved, because the vast majority is unfit or scarce consumption. This study aimed to evaluate the difference in rural and urban anthropogenic actions on two rivers, Limeira and Lajeado Bonito, in the city Pinhalzinho - SC. Physical and chemical analyzes were performed as conductivity, chloride, hardness, alkalinity and pH during the second half of 2015 with these results interpreted if the Gibbs energy values for each point analyzed. For Lajeado Bonito River, the points located in urban areas had higher load of contaminants. To this river, point one got the lowest Gibbs energy, demonstrating greater anthropogenic action at this location. As for the Rio Limeira, there was little difference between urban and rural points analyzed, showing that variation in contamination of the river does not directly affect the parameters analyzed. For the Gibbs energy of the river, it was noted increase in urban points for rural, indicating a reduction of anthropogenic activities. The lower the more stable Gibbs energy is the system, but this stability comes at the expense of a neighborhood more energy to maintain the overall balance.

KEYWORDS: River Lajeado Bonito. River Limeira. Gibbs energy.

RESUMEN

El agua es un recurso natural que debe ser preservado, porque la gran mayoría es el consumo o no aptos escasos. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la diferencia en las acciones antropogénicas rurales y urbanas en dos ríos, Limeira y Lajeado Bonito, en la ciudad Pinhalzinho - SC. Los análisis físicos y químicos se realizaron como conductividad, cloruro, dureza, alcalinidad y pH durante la segunda mitad de 2015 con estos resultados interpretados si los valores de energía de Gibbs para cada punto analizado. Para Lajeado Río Bonito, los puntos situados en zonas urbanas tenían una mayor carga de contaminantes. Para este río, el punto uno tiene la menor energía de Gibbs, lo que demuestra una mayor acción antrópica en este lugar. En cuanto a la Río Limeira, hubo poca diferencia entre los puntos urbanos y rurales analizadas, mostrando que la variación en la contaminación del río no afecta directamente a los parámetros analizados. Para la energía de Gibbs del río, se observó aumento en puntos urbanos de las zonas rurales, lo que indica una reducción de las actividades antropogénicas. Cuanto menor sea la energía de Gibbs más estable es el sistema, pero esta estabilidad se produce a expensas de un barrio más energía para mantener el equilibrio global.

PALABRAS CLAVE: Río Lajeado Bonito. Río Limeira. Energía de Gibbs.

INTRODUÇÃO

Água para consumo humano já foi considerada um bem infinito, porém esse conceito já deixou de ser verdadeiro a muito tempo. O desenvolvimento industrial, o crescimento das cidades, a expansão agrícola e as ações antropogênicas, reduziram a disponibilidade e a qualidade da água. (MARQUEZ *et al.*, 2007).

Segundo a Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011, água para o consumo humano é aquela que atende os padrões de potabilidade, conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água, definidos nas legislações e não oferece riscos à saúde de quem a consome.

Água é um solvente universal. Sendo que a sua qualidade está relacionada com a quantidade de substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas nela.

Nas áreas rurais, a agricultura e a pecuária contribuem para alterar as características físico-químicas da água. Pois, devido ao uso do solo, diversos compostos, por exemplo: defensivos e adubos, são usados e acabam escoando para os corpos d'água. (PISSARA *et al.*, 2008).

Analisar as propriedades físico-químicas da água pode fornecer informações importantes a respeito do seu fluxo. A concentração de íons está relacionada com as ações antropogênicas que este corpo d'água recebe, além de fornecer dados sobre a qualidade deste. (MAYER *et al.*, 2012).

A expansão industrial e o crescimento das áreas urbanas também aumentam o lançamento de poluentes nos rios e nascentes. Devido à falta de tratamento adequado dos resíduos domésticos e industriais, estes são lançados em corpos d'água levando a aumento da concentração de poluentes.

A presença de contaminantes nos rios pode levar a problemas aos organismos que habitam esse ambiente. Eles podem provocar a morte de peixes e algas, devido a ineficiência desses ecossistemas em manter seus processos autodepurativos, acarretando a perda da qualidade da água e ocasionando problemas de saúde a quem a consome. (MARQUEZ *et al.*, 2007).

O presente trabalho buscou analisar o fluxo químico dos Rios Limeira e Lajeado Bonito da cidade de Pinhalzinho – SC, em diferentes pontos de coleta situados na área urbana e rural, através de análises físico-químicas e cálculos de Variação de Energia de Gibbs.

MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no período de agosto de 2015 a dezembro de 2015. Realizadas em frascos âmbar previamente esterilizados e as amostras mantidas sob refrigeração até o momento da análise. As análises foram realizadas no laboratório de Química Geral e Química de Alimentos do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

A temperatura e a condutividade foram medidas *in loco* utilizando condutivímetro portátil AK51 da marca Akso. Os restantes das análises foram realizadas no laboratório, sendo elas: pH em pHmetro de bancada Q400 MT da marca Quimis; cloreto por titulação argentométrica;

dureza por titulação de complexação, utilizando Ériocromo T como indicador; e alcalinidade por titulação de neutralização.

Os cálculos de Energia de Gibbs foram realizados utilizando as equações citadas por Atkins e De Paula (2012):

$$\Delta mG = n \cdot R \cdot T \cdot (x_a \cdot \ln x_a + x_b \cdot \ln x_b)$$

- n = número de mols;
- R = 8,314 J/mol.K
- T = temperatura em Kelvin;
- x_a ou x_b = fração molar.

Realizou-se o cálculo de Energia livre de Gibbs para cada íon individualmente em cada ponto, sendo eles: cloreto, dureza (cálcio e magnésio) e alcalinidade (bicarbonato). E, após isso, calculou-se a Energia livre de Gibbs para a mistura dos íons em cada ponto.

A separação entre cálcio e magnésio para a dureza foi realizada utilizando os cálculos citados por Abdalla *et al.* (2010), sendo:

$$\frac{mg}{L} Ca = \frac{ml \text{ de EDTA} \times 400,8}{\text{volume de amostra}}$$

$$\frac{mg}{L} Mg = \frac{\text{dureza} \left(\frac{mg}{L} \right) - 2,497}{\text{volume da amostra}}$$

Área de Estudo

Analizou-se a água de diferentes pontos, sendo eles urbanos e rurais dos rios Lajeado Bonito e Limeira.

Foram realizadas 3 coletas para cada rio. No rio Lajeado Bonito, foram definidos 5 pontos de coleta, sendo 3 urbanos e 2 rurais. Este rio possui sua nascente na área urbana seguindo para o perímetro rural.

Figura 1: Pontos de coleta Rio Lajeado Bonito



Fonte: Google Earth, 2015.

Já para o rio Limeira, foram definidos 4 pontos de coleta, 2 urbanos e 2 rurais.

Figura 2: Pontos de coleta Rio Limeira



Fonte: Google Earth, 2015.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Rio Lajeado Bonito

Na tabela 1 apresenta-se o resultado das análises físico-químicas para os cinco pontos do Rio Lajeado Bonito.

Tabela 1: Análises físico-químicas para o Rio Lajeado Bonito

ANÁLISES RIO LAJEADO BONITO						
	Temperatura	Condutividade	Cloreto	Dureza	Alcalinidade	pH
	°C	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	
PONTO 01	22,3 ± 2,5	104 ± 1,4	5,02 ± 0,2	160,1 ± 40,0	33 ± 3,6	7,25 ± 0,4
PONTO 02	21 ± 1,0	173 ± 5,0	10,53 ± 0,9	88,1 ± 8,0	32 ± 0,01	7,18 ± 0,03
PONTO 03	20,8 ± 2,4	127 ± 6,4	7,72 ± 0,5	185,4 ± 11,1	33 ± 2,8	7,32 ± 0,1
PONTO 04	20,5 ± 2,8	106 ± 5,7	4,93 ± 0,6	160,1 ± 46,3	22 ± 0,01	7,25 ± 0,2
PONTO 05	20,7 ± 2,9	94 ± 7,1	5,29 ± 0,5	151,1 ± 49,2	27 ± 1,0	7,45 ± 0,2

Fonte: Dados da pesquisa, 2015.

Nota-se que o ponto dois e três apresentaram valores mais elevados para condutividade e cloreto. O ponto dois localiza-se em um local de grande contaminação antropogênica. Devido a dissolução desses contaminantes na água, o ponto três apresentou altos teores de íons, quando comparado aos outros pontos analisados.

Abaixo apresenta-se a tabela com os cálculos de Energia livre de Gibbs para cada íon analisado e a e para a mistura desses íons em cada ponto.

Tabela 2: Cálculo de Energia livre de Gibbs

	$\Delta MG(Cl^-)$	$\Delta MG(Ca^{2+})$	$\Delta MG(Mg^{2+})$	$\Delta MG(HCO_3^-)$	$\Delta MG(TOTAL)$
	J	J	J (10^{-3})	J	J
PONTO 01	-9,89x10 ⁻³	-0,0362	-5,30	-0,0221	-8,45 x10 ⁻³
PONTO 02	-0,0264	-6,99 x10 ⁻³	-2,19	-0,0214	-0,0363
PONTO 03	-0,0180	-0,0195	-6,38	-0,0220	-0,0151
PONTO 04	-9,66 x10 ⁻³	-0,0125	-5,27	-0,0125	-0,0357
PONTO 05	-0,0107	-0,0113	-4,80	-0,0167	-0,0372

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Segundo Mayer *et al.* (2012), a Energia de Gibbs é diretamente proporcional a concentração de íons, assim, quanto maior a Energia de Gibbs maior a quantidade de íons. Em contrapartida, quanto menor for esta energia mais estável é o sistema.

O ponto um apresentou a menor Energia de Gibbs total, sendo então o mais estável, porém este está situado na área urbana, recebendo forte ação antropogênica. Estabilidade termodinâmica não indica equilíbrio do sistema. (MAYER *et al.*, 2012).

A tendência do sistema e vizinhança é sempre estar em equilíbrio, assim, se o sistema (rio) possui uma menor energia, a vizinhança deve possuir uma maior energia para manter o sistema em equilíbrio.

O ponto um, apresentou maior estabilidade devido a ação antropogênica, porém a vizinhança está sofrendo devido a esta estabilidade. (MAYER *et al.*, 2012).

Os pontos quatro e cinco apresentaram menores valores de energia, sendo os menos estáveis. Porém, estes localizam-se no perímetro rural, recebendo menor contaminação antropogênica.

Está menor estabilidade do sistema, indica uma maior estabilidade da vizinhança, contribuindo para o equilíbrio.

Rio Limeira

Na tabela 3 são apresentados os resultados das análises físico-químicas para os pontos de coleta do Rio Limeira.

Tabela 02: Análises físico-químicas para o Rio Limeira

ANÁLISES RIO LIMEIRA						
	Temperatura	Condutividade	Cloreto	Dureza	Alcalinidade	pH
	°C	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	
PONTO 01	19,5 ± 1,5	112 ± 4,2	7,62 ± 0,7	93,3 ± 7,1	25 ± 2,7	7,13 ± 0,4
PONTO 02	20,4 ± 0,5	103 ± 1,4	8,13 ± 0,9	91,3 ± 11,5	28 ± 2,1	6,85 ± 0,2
PONTO 03	19,0 ± 0,9	63 ± 5,7	2,92 ± 0,2	144,1 ± 4,0	26 ± 1,2	6,96 ± 0,2
PONTO 04	19,5 ± 0,5	109 ± 1,4	4,94 ± 0,7	163,4 ± 6,0	24 ± 0,7	7,01 ± 0,4

Fonte: Dados da pesquisa, 2015.

Para o Rio Limeira, não houve diferença tão significativa entre os pontos urbanos e rurais. Notou-se aumento na concentração de cloreto dos pontos rurais para os urbanos, indicando que os esgotos domésticos aumentam a quantidade de sais dissolvidos na água.

A dureza, entretanto, foi maior nos pontos rurais, indicando maior quantidade de íons cálcio e magnésio nestes pontos.

Na tabela 4 são apresentados os cálculos para Energia Livre de Gibbs para cada íon e a para a mistura desses íons para todos os pontos do Rio Limeira.

Tabela 4: Cálculo de Energia livre de Gibbs

	ΔMG (Cl ⁻)	ΔMG (Ca ²⁺)	ΔMG (Mg ²⁺)	ΔMG (HCO ₃ ⁻)	ΔMG (TOTAL)
	J	J	J (10 ⁻³)	J	J
PONTO 01	-0,0191	-0,0179	-2,86	-0,0171	-9,77 x10 ⁻³
PONTO 02	-0,0205	-0,0176	-2,75	-0,0198	-3,56 x10 ⁻³
PONTO 03	-5,09x10 ⁻³	-0,0315	-5,07	-0,0180	-8,46 x10 ⁻³
PONTO 04	-0,0111	-0,0364	-5,89	-0,0162	-0,0207

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Notou-se que para o Rio Limeira, o ponto dois apresentou menor Energia de Gibbs. Este situa-se numa área onde recebe alta carga de contaminantes antropogênicos, o que confirma os resultados encontrados.

O ponto quatro apresentou a maior energia, indicando maior estabilidade do sistema como um todo. Pois está recebendo menor contaminação antropogênica e, assim, a vizinhança requer menos energia para equilibrar o sistema.

CONCLUSÃO

Menor energia termodinâmica não indica, necessariamente, menor impacto ambiental. (MAYER *et al.*, 2012). Notou-se que os pontos que recebem maior ação antropogênica são aqueles que apresentam menor Energia de Gibbs, indicando que a vizinhança sofre mais para estabilizar o sistema global, levando a desequilíbrio ambiental.

Em linhas gerais, a Energia de Gibbs aumenta dos pontos urbanos para os rurais, indicando que ocorre a diluição dos íons na água. Pois, quanto maior a concentração de íons, menor e a energia.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, K. V. P. *et al.* Avaliação da Dureza e das Concentrações de Cálcio e Magnésio em Água Subterrâneas da Zona Urbana e Rural do Município de Rosário – MA. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Luís, 2010. Disponível em: < file:///C:/Users/User/Downloads/22915-82903-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2016.

ATKINS, P. W.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. Ed.9., v.1, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria n. 2914, de 12 de dezembro de 2011. Brasília, 2011. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 04 abr. 2016.

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. Ministério do Meio Ambiente. 2005.

FUNASA. Fundação Nacional de saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. Acessória de comunicação e educação em saúde. Brasília/DF. Disponível em: <www.funasa.gov.br>. Acesso em 04 abr. 2016.

GOOGLE. Google Earth. Version X. 2016. Pinhalzinho – SC. Disponível em: < https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 10 mai. 2016.

KIM, K. L. *et al.* Inorganic chemicals in an effluent-dominated stream as indicators for chemical reactions and streamflows. **Journal of Hidrology**. 2002.

MARQUEZ, M. N. *et al.* Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.5, p. 1171-1178, 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000500023>. Acesso em: 03 abr. 2016.

MAYER, D. A. *et al.* Medidas da Variação da Energia de Gibbs como efeito antropogênico. Um estudo comparativo entre Área Urbana e Rural. IX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Maringá – PR. 2012.