

AVALIAÇÃO DO ESTUDO DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES NITROGENADOS EM CORPOS HÍDRICOS

Celina Aparecida Dias^{1} & Dirce Martins de Oliveira² & Jéssyca Stanieski³ & Ronaldo Novaes Ferreira⁴ Camilla Nunes de Menezes⁵ & Teodorico Alves Sobrinho⁶*

Resumo – A sub-bacia do Rio Sucuriú, na Bacia do Rio Paraná, no Estado de Mato Grosso do Sul pode estar contemplado por empreendimentos, cujos lançamentos podem conter compostos nitrogenados. Utilizando-se diferentes vazões, estimadas por regionalização, o balanço de massa e conceitos de autodepuração, o estudo avalia o comportamento de um corpo receptor como subsídio à outorga de direito do uso das águas. Embora a sub-bacia não apresente estações de monitoramento de qualidade de água, as estações fluviométricas da ANA, apresentam valores de medições de campo que auxiliam na indicação da influência do pH das águas e a presença "simulada" de componentes nitrogenados. O limite de lançamento demonstrado pelo estudo é menor que 100 L.s⁻¹ de vazão do efluente tratado contendo 1.500 mg.L⁻¹ de N-NH₃.

Palavras-Chave - Balanço; Disponibilidade; Sucuriú.

ASSESSMENT STUDY FOR THE LAUNCH OF SEWAGE NITROGEN IN WATER BODIES

Abstract – Summary-the River Sucuriú sub-basin, in the basin of the Paraná River, in the State of Mato Grosso do Sul can be covered by enterprises, whose releases may contain nitrogen compounds. Using different flows, estimated by regionalization, the mass balance, and self-depuration concepts, the study evaluates the behavior of a receiver as the stock allowance law of water use. Although the does not have monitoring stations of water quality, the pluvial metric stations of ANA, present values of field measurements that help indicate the influence of the pH of the water and the presence of "simulated" nitrogenous components. The release limit shown by study is lass than 100 L. s⁻¹ the treated effluent flow containing 1500 mg.L⁻¹ of N-NH₃.

Keywords – Balance; . Availability; Sucuriú.

INTRODUÇÃO

¹ *Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: celina.dias@ufms.br.

² Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: dirce.oliveira@ufms.br.

³ Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: jessycassouza@gmail.com.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: rerogio@hotmail.com

⁵ Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Católica Dom Bosco. E-mail: camillaesa@gmail.com.

⁶ Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: teodorico.alves@ufms.br.

O lançamento de efluentes, tratados ou não, feitos em corpos hídricos requer avaliação detalhada e crítica sob o ponto de vista do instrumento de outorga do direito do uso das águas. No Brasil, a Lei Federal nº 9.433, de 1997, estabelece o uso de vazão de referência como uma premissa para estimativa de vazões em pequenas áreas de drenagem, cuja bacia não dispõe de dados hidrológicos ou são poucas as estações de medições fluviométricas. Segundo TUCCI (2001), metodologias de regionalização de vazões oferecem cálculos a favor da segurança, quando se trata de obtenção de resultados para disponibilidade hídrica.

A sub-bacia do Rio Sucuriú, na Bacia do Rio Paraná, no Estado de Mato Grosso do Sul (MS), está contemplada com empreendimentos, cujos efluentes podem conter compostos nitrogenados, que são substâncias fortemente influenciáveis pelo pH das águas dos corpos receptores. Embora o Estado do MS não possua o instrumento de outorga regulamentada, o presente estudo propõe a avaliação de comportamento desse parâmetro, utilizando diferentes vazões do corpo receptor considerando o balanço de massa e a previsão de autodepuração, VON SPERLING (1996), referente a uma simulação de lançamento de efluente.

OBJETIVOS

Avaliar uma simulação de lançamento de efluente nitrogenado em corpo hídrico da sub-bacia do Rio Sucuriú como subsídio à outorga de direito de uso das águas no Estado do MS.

METODOLOGIA

1 Localização do estudo e dados para simulação do lançamento

A sub-bacia do Rio Sucuriú está inserida na Bacia do Rio Paraná, no Estado do MS, com área de 27.200 km², cuja composição de somam oito municípios, como mostra a Tabela 1:

Tabela 1 – Municípios que compõem a sub-bacia do Rio Sucuriú.

Município	Selvéria	Cassilândia	Chapadão do Sul	Figueirão	Costa Rica	Inocência	Três Lagoas	Água Clara
Área (km ²)	3.254	3.648	3.848	4.889	5.372	5.775	10.210	11.070
Área (km ²)*	3.258	3.650	3.851	4.883	5.372	5.776	10.207	11.031
População*	6.287	20.966	19.648	2.928	19.695	7.669	101.791	14.424

Fonte: *IBGE, 2010.

Os cálculos para obtenção da capacidade de diluição ou assimilação do corpo receptor, Rio Sucuriú, foram obtidos por meio dos limites permissíveis, conforme a classe do trecho do corpo hídrico e a disponibilidade hídrica para o uso de efluente tratado. A localização das estações fluviométricas, o ponto de interferência e municípios estão representados na Figura 1.

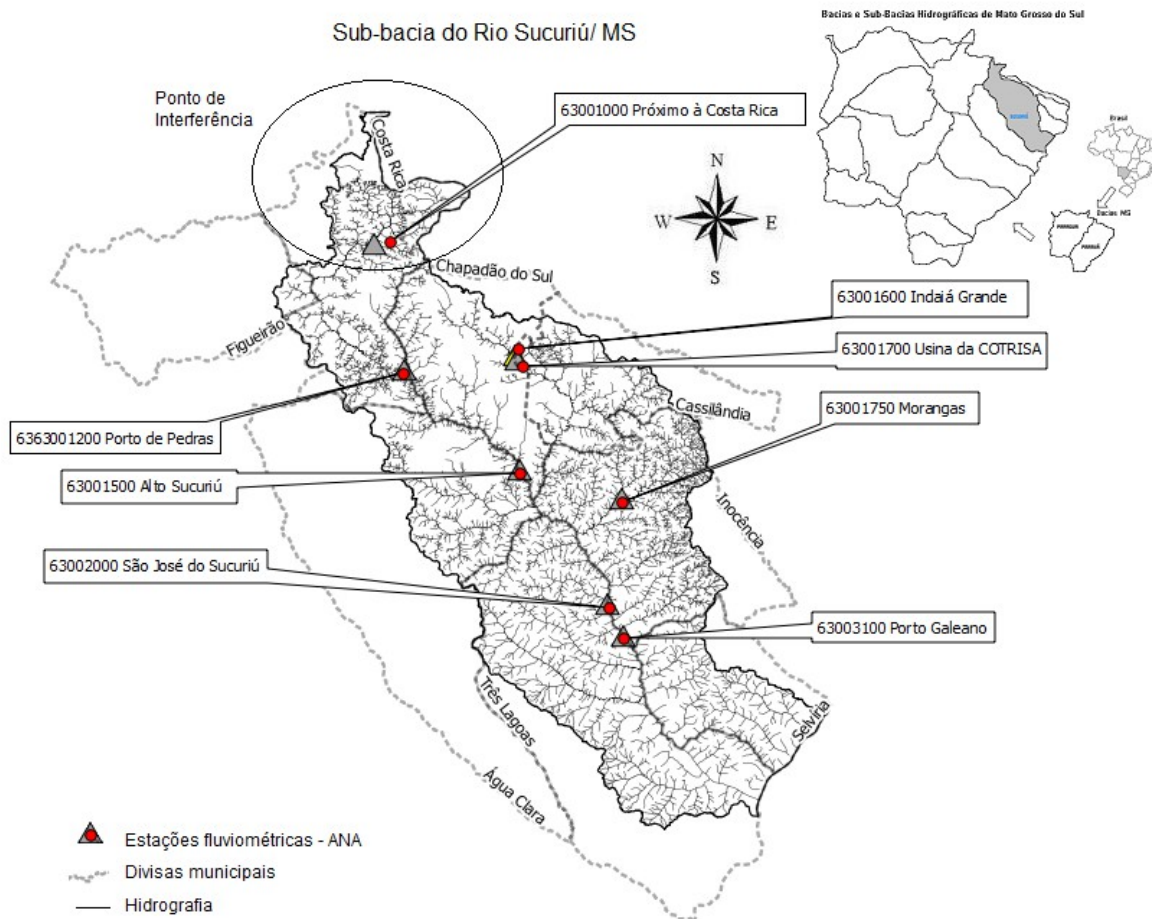


Figura 1 - Localização da sub-bacia do Rio Sucuriú, ponto de interferência e estações fluviométricas.

Para a simulação do lançamento do efluente foram consideradas as características da bacia, dos dados de vazão do efluente tratado e do corpo receptor e de concentração (Tabela 2) além dos dados das estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), conforme Tabelas 3 e 4:

Tabela 2 – Dados para simulação de lançamento

CARACTERÍSTICAS DA BACIA			VALORES	
Sub-bacia: Rio Sucuriú (Classe 2)			Rio Sucuriú	
Área de drenagem do ponto de interferência = 1.711,0 km ²			18°33'25,28" W e 53°8'29,97"S	
Extensão do percurso de autodepuração = 456 km			Unidades	
Vazões (Q)			L.s ⁻¹	m ³ .s ⁻¹
Efluente tratado (Q _{et})			100,0	0,1
Do corpo receptor (Q _{cr})	%	100	45.700,0	45,7
	uso	50	22.850,0	22,85
Concentrações			Unidades	
			mg.L ⁻¹	g.L ⁻¹
Nitrogênio Amoniacal do efluente tratado (C _{et})			1.500,0	1,5
Nitrogênio Amoniacal do corpo receptor permissível			3,7	3,7x10 ⁻³
Nitrogênio Amoniacal natural do corpo receptor (C _{nat})			0,1*	0,1x10 ⁻³

Fonte: Autora, 2013; * valor médio encontrado nas águas naturais de monitoramento no MS.

Tabela 3 – Dados obtidos das estações fluviométricas.

Vazão de referência	Postos fluviométricos - ANA				
	Código	63001600	63001000	63001200	63001500
	Nome	Indaiá Grande	Próximo à Costa Rica	Porto de Pedras	Alto Sucuriú
	Área (km ²)	794	1.250	3.770	7.210
	Altitude (m)	600	530	454	370
Séries históricas	Período	1996 a 2012	1983 a 1998	1984 a 2012	1983 a 2008
Q _{95%}	(m ³ .s ⁻¹)	14,4	14,7	50,7	101,8
Q _{95%}	(L.s ⁻¹)	15.000,0	14.700,0	50.700	101.800,0
q (específica)	(L.s ⁻¹ .km ²)	18,1	11,8	13,4	14,1

Fonte: Autora, 2013.

Tabela 4 – Continuação das estações fluviométricas.

Vazão de referência	Postos fluviométricos - ANA				
	Código	63002000	63003100	63001700	63001750
	Nome	São José do Sucuriú	Porto Galeano	Usina COTRISA	Morangas
	Área (km ²)	17.900	19.000	805	1.080
	Altitude (m)	395	316	589	391
Séries históricas	Período	1983 a 2010	1984 a 2012	1984 a 1995	1995 a 2012
Q _{95%}	(m ³ .s ⁻¹)	234,7	229,2	10,3	7,2
Q _{95%}	(L.s ⁻¹)	235.700,0	229.200,0	10.300,0	7.200,0
q (específica)	(L.s ⁻¹ .km ²)	13,1	12,0	12,8	6,7

Fonte: Autora, 2013.

2 Regionalização

A avaliação de vazões de referências segue quatro metodologias de regionalização: regionalização por regressão linear; pela proporção de área, vazão específica e menor vazão da série histórica.

A expressão matemática da regressão linear, Equação (1), se dá entre os dados de áreas (A) de drenagens das estações e suas respectivas vazões de referências Q_{95%}.

$$Q_{95\%} = 0,0126xA + 1,6892 \quad (1)$$

A Equação (2) expressa a obtenção do cálculo da vazão de referência por proporção (Q_p). Considerou-se a estação fluviométrica Porto de Pedras, cuja área é de 3.770 km²(A_{estação}) e a área de simulação (A_{simulação}) de 1.711 km².

$$Q_p = \frac{Área_{simulação}}{Área_{estação}} \times Q_{mínima\ mensal} \quad (2)$$

A Equação (3) expressa a obtenção do cálculo da vazão de referência (Q_{95%}) em função da vazão específica (q). Considerou-se a estação fluviométrica Porto de Pedras, cuja vazão específica (q) é de 13,4 L.s⁻¹.km⁻².

$$Q_{95\%} = Área \times q \quad (3)$$

Para a regionalização pela menor vazão da série histórica, considerou-se a estação fluviométrica Porto de Pedras. As três vazões mínimas da série utilizadas foram: vazão mínima mensal, mínima de 7 dias e mínima diária.

3 Avaliação do estudo de autodepuração

O modelo Streeter Phelps (1925) promove a observação do tempo em dias (d) e distância em quilômetros (km) da recuperação do corpo hídrico às condições normais de qualidade de água, considerando o parâmetro de Nitrogênio Amoniaco.

4 Volume de água do corpo hídrico necessário para a diluição do efluente tratado

O cálculo para o volume de diluição do efluente tratado utiliza-se da seguinte Equação (4):

$$Q_{dil} = Q_{ef} \times \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat})} \quad (4)$$

Em que: Q_{dil} = vazão de diluição para determinado parâmetro de qualidade;
 Q_{ef} = vazão do efluente que contém o parâmetro de qualidade analisado;
 C_{ef} = concentração do parâmetro de qualidade no efluente tratado;
 C_{perm} = concentração permitida do parâmetro de qualidade no corpo receptor;
 $C_{natural}$ = concentração natural do parâmetro de qualidade no corpo receptor.

5 Balanço de massa no corpo receptor

O balanço de massa do corpo receptor se dá pela seguinte Equação (5):

$$C_m = \frac{(Q_{ef} \times C_{ef}) - (Q_{cr} \times C_{perm})}{(Q_{ef} \times Q_{cr})} \quad (5)$$

Em que: C_m = concentração do parâmetro de qualidade no corpo receptor;
 Q_{ef} = vazão do efluente tratado para o parâmetro de qualidade;
 C_{ef} = concentração do parâmetro de qualidade no efluente tratado;
 Q_{cr} = vazão do corpo receptor;
 C_{perm} = concentração permitida do parâmetro de qualidade no corpo receptor;

6 Estimativa de carga

A Equação (6) foi utilizada para o cálculo de estimativa de carga, utilizando a vazão (Q) e concentração (C) do parâmetro.

$$C \text{ arg } a = Q \times C \quad (6)$$

Em que: Carga = estimativa de carga;
Q = vazão;
C = concentração do parâmetro.

Para a obtenção dos dados calculados, as considerações são para 100 e 50% do uso do corpo receptor e os métodos de regionalização de vazões, apresentam-se do maior valor (regressão linear) ao mais restritivo (vazão mínima diária).

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados da simulação de lançamento de efluente tratado contendo compostos nitrogenados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados da simulação de lançamento de efluente tratado contendo compostos nitrogenados

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO			MÉTODOS					
Classe do trecho = 2 Limite NH ₃ = 3,7 mg.L ⁻¹ CONAMA 357 pH médio das estações = 6,8 % Remoção = 90		Vazão necessária para diluir o efluente tratado (Equação 4)	Regressão linear	Proporção de área	Vazão específica	Vazões mínimas		
						Mínima média mensal	7 dias	diária
Vazões (L.s ⁻¹)		Q	Q _{95%} (Equação 1)	Q _{95%} (Equação 2)	Q _{95%} (Equação 3)	Q _m	Q _{7d}	Q _d
Porcentagem de uso	100%	41.563,9	23.247,8	23.554,6	22.927,4	45.700,0	43.600,0	40.400,0
	50%	-	11.623,9	11.777,3	11.463,7	22.850,0	21.800,0	20.200,0
Balanço de massa no corpo receptor (Equação 5) (mg.L ⁻¹)	Porcentagem de uso	100%	6,5	6,4	6,6	3,4	3,5	3,8
		50%	12,9	12,7	13,1	6,6	6,9	7,5
Carga do efluente tratado + carga natural do corpo receptor = 1.500,0 g.s ⁻¹								
Estimativa de carga do efluente (Equação 6) (g.s ⁻¹)	Porcentagem de uso	100%	32.142,5	23.320,1	23.399,4	19.050,0	15.900,0	15.600,0
		50%	16.071,3	11.660,1	11.699,7	9.525,0	7.950,0	7.800,0
Estimativa de carga do corpo receptor permissível (g.s ⁻¹) (Equação 6)	Porcentagem de uso	100%	79,3	57,5	57,7	47,0	39,2	38,5
		50%	39,6	28,8	28,9	23,5	19,6	19,2
Estimativa de carga natural do corpo receptor (g.s ⁻¹) (Equação 6)	Porcentagem de uso	100%	2,1	1,6	1,6	1,3	1,1	1,0
		50%	1,1	0,8	0,8	0,6	0,5	0,5
Avaliação	Porcentagem de uso	100%	NÃO ASSIMILÁVEL	NÃO ASSIMILÁVEL	NÃO ASSIMILÁVEL	ASSIMILÁVEL	ASSIMILÁVEL	NÃO ASSIMILÁVEL
		50%	NÃO ASSIMILÁVEL	NÃO ASSIMILÁVEL	NÃO ASSIMILÁVEL	NÃO ASSIMILÁVEL	NÃO ASSIMILÁVEL	NÃO ASSIMILÁVEL
Percurso do trecho do corpo receptor para autodepuração = 456 km								
Autodepuração	Distância (km)	100%	251,5	243,5	257,5	Zero	Zero	7,5
		50%	558,5	551,5	562,5	257,5	278,5	313,5
	Tempo (dia)	100%	3,1	3,0	3,2	Zero	Zero	0,1
		50%	6,9	6,8	6,9	3,2	3,4	3,9

Fonte: Autora, 2013.

CONCLUSÃO

A vazão necessária para diluir o efluente proposto é de 41.563 L.s^{-1} e conforme regionalizações propostas pelo estudo, as vazões variam de 11.623 a 20.200 L.s^{-1} , considerando 50% do uso.

A vazão do efluente tratado e a concentração de N-NH_3 estão em desconformidade com a Resolução CONAMA n° 357/05 para Classe 2, cujo limite é de $3,7 \text{ mg.L}^{-1}$ e 50% do uso para diluição. Para o uso em 100%, apenas nas vazões de mínimas mensal e de sete dias, o corpo receptor apresenta capacidade de assimilação.

De acordo com a Tabela 5 os resultados indicam que para uma avaliação de lançamento de efluente é necessário comparações com diferentes vazões, desde o mais confortável, período chuvoso, ao mais restritivo, período de estiagem. Mas que para o uso em 50%, do corpo receptor, não há possibilidades de assimilação de matéria orgânica em nenhuma condição de vazão considerada.

O trecho para autodepuração é de 456 km, após o lançamento do efluente, e na utilização da vazão mais confortável, regressão linear, proporção e vazão específica, são necessários 557,5 km, em média, para que o corpo receptor volte às condições naturais em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357/05, para os níveis da Classe 2 e 50% do uso. No entanto, a Resolução CONAMA n° 430/11, em seu artigo 16 permite a remoção mínima de 60% da carga de DBO, sendo que este limite só poderá ser reduzido mediante estudo de autodepuração do corpo receptor comprovando o atendimento às metas do enquadramento do corpo hídrico.

A gestão de recursos hídricos contempla o direito de uso das águas pelos diversos usuários e finalidades, garantido o desenvolvimento atrelado à preservação dos recursos naturais. Portanto, medidas de controle de disponibilidade hídrica e balanço de massa, subsidiam tomadas de decisões para garantir o acesso à água com qualidade, quantidade e sustentabilidade

REFERÊNCIAS

ANA. *Agência Nacional de Águas. Hidroweb*. Acessado em 20/04/13. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água para as águas doces, bem como para as águas salobras e salinas do Território Nacional, segundo os usos preponderantes a que as águas se destinam.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Acessado em 16/05/13. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997a. Institui a *Política Nacional de Recursos Hídricos*. Acessado em: 22/04/13. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. *Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS*: Editora UEMS, 2010. 194p.

STREETER, H.W.; PHELPS, E.B. *A study of the pollution and natural purification of the Ohio river*. U.S. Public Health Serv. Bull 146, Washington: Public Health Service, 1925.

TUCCI, C.E.M. (2001) *Hidrologia: ciência e aplicação*, 2º ed. Porto Alegre/RS: Ed. Universidade/UFRGS : ABRH. 2001. 1001p.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidades das águas e ao tratamento de esgotos*, Belo Horizonte: DESA, 1996. 243p.