

ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE APOIO PARA OS PROCESSOS DE CONCESSÃO DE OUTORGA PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTES E COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

Roberta Baptista Rodrigues¹ e Monica Porto²

Resumo – O presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise comparativa entre a aplicação da metodologia proposta pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH, 1997), com aquela indicada pela Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, e calculada pelo modelo de qualidade das águas RM1 (RODRIGUES, R. B., 2000), para os processos de concessão de outorga e cobrança pelo uso de recursos hídricos. A Lei 9.433 estabelece que lançamento de efluentes está sujeito a outorga para fim de diluição, transporte e disposição final de poluentes. A Resolução nº 16 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de 08 de maio de 2001, estabelece que essa outorga se dará por volumes de diluição, considerando o balanço hídrico e a capacidade de autodepuração. O Conselho Estadual de Recursos Hídricos propõe a cobrança por carga e não por volume de diluição. O modelo RM1 pode auxiliar a Lei 9.433 na medida que determina a variação longitudinal da vazão de diluição e a vazão liberada no sistema para novas outorgas, considerando o balanço hídrico e capacidade de autodepuração do corpo receptor. Isto é possível através da separação pelo modelo RM1 de quanto efetivamente cada usuário-poluidor contribui em massa de poluente para um cenário de concentração ao longo do corpo receptor. Este estudo foi realizado na Bacia do Rio Jundiá, afluente do Rio Tietê, localizado no Estado de São Paulo.

Abstract – This paper compares two different methodologies for bulk water charging, when the use is dilution and transportation of effluents. The first one is that proposed by the Water Resources São Paulo State Council, which charges the total pollution load. The second one is that proposed by the Federal Law and its pertinent regulation, which charges the volume required for such dilution and transportation.

¹Doutoranda, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da USP, Av. Prof. Almeida Prado, 271, São Paulo, SP, Tel: (11) 3482-1032, e-mail: rbr@usp.br. Bolsista Capes - SP

²Professora, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da USP, Av. Prof. Almeida Prado, 271, São Paulo, SP, Tel: (11) 3818-5168, e-mail: mporto@usp.br.

The model RM1 here presented is a tool to help the calculation of such volumes and its non-conservative behavior, when the pollutants are non-conservative. The case study is the Rio Jundiá, a tributary of the Tietê River in the State of São Paulo.

Palavras-Chave – Gestão de Recursos Hídricos, Lei 9.433, Outorga e cobrança, Qualidade da água

METODOLOGIAS PROPOSTAS

Introdução

A instituição da Lei Federal N.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, apresenta a Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Lei 9.433, Seção III, artigo 12, inciso III, estabelece:

“lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final” está sujeito à outorga pelo Poder Público.

Na Seção IV, artigo 20, da Lei 9.433, também fica estabelecido:

Art. 20. Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga, nos termos do artigo 12 desta lei.

No Capítulo III, Art. 3º, inciso I, da referida lei, fica estabelecido:

Art. 3º. Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade.

No Art. 12, inciso 1, da Resolução nº 16 do CNRH, fica estabelecido:

"As vazões e os volumes outorgados poderão ficar indisponíveis, total ou parcialmente, para outros usos no corpo de água, considerando o balanço hídrico e a capacidade de autodepuração para o caso de diluição de efluentes."

Aplicação da Lei 9.433 para os processos de outorga e cobrança

No art.13, fica estabelecido que a outorga deverá respeitar a classe de uso do corpo receptor:

Art. 13. “*Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.*”

A Lei 9.433 (de 08 de janeiro de 1997) não leva em consideração o processo de autodepuração do corpo receptor, vindo este a ser considerado a partir da Resolução nº 16 do CNRH (de 08 de maio de 2001). O volume de diluição do poluente no ponto de lançamento do efluente, respeitando-se a classe de enquadramento do corpo receptor, nos termos do artigo 13 desta lei, fica assim definido:

$$Q_D = C_{ex} \frac{Q_e}{C_p^*} \quad (1)$$

onde

Q_D = vazão de diluição do poluente requerida pelo sistema no ponto de lançamento do efluente, (m³/s)

Q_e = vazão de lançamento do efluente no corpo receptor, (m³/s)

Esta forma de cálculo é válida apenas para poluentes conservativos, ou aqueles casos em que seja desprezada a variação da concentração do poluente a jusante do ponto de lançamento

Metodologia proposta pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CRH para o processo de cobrança, no Estado de São Paulo (CRH, 1997)

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos propõe a adoção, em todo o estado de São Paulo, de “Preços Unitários Básicos” e “Coeficientes Multiplicadores”, para cobrança de uso de recursos hídricos.

A Tabela 1 apresenta uma proposta de “Preços Unitários Básicos – PUB” apresentada pelo CRH.

Tabela 1 - Tabela de “Preços Unitários Básicos”

Item	unidade	símbolo	PUB (Preço Unitário Básico) em R\$
1. Captação	m ³	PUB _{Cap}	0,01
2. Consumo	m ³	PUB _{Cons}	0,02
3. Lançamentos			
- de DBO	kg DBO	PUB _{DBO}	0,10
- de DQO	kg DQO	PUB _{DQO}	0,05
- de RS	litro	PUB _{RS}	0,01
- de CI	kg	PUB _{CI}	1,00

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

RS – Resíduo Sedimentável

Cons - Consumo

CI – Carga Inorgânica

Cap – Captação

A conta total a ser paga, a título de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, seria calculada através da aplicação da seguinte expressão:

$$C_2 = PUF_{Cap} \cdot Q_{Cap} + PUF_{Cons} \cdot Q_{Cons} + PUF_{DBO} \cdot Q_{DBO} + PUF_{DQO} \cdot Q_{DQO} + PUF_{RS} \cdot Q_{RS} + PUF_{CI} \cdot Q_{CI} \quad (2)$$

sendo:

C₂ a conta total;

Q_{Cap}, Q_{Cons}, Q_{DBO}, Q_{DQO}, Q_{RS}, Q_{CI} as quantidades utilizadas ou lançadas, de cada parâmetro;

PUF_{Cap}, PUF_{Cons}, PUF_{DBO}, PUF_{DQO}, PUF_{RS}, PUF_{CI} os Preços Unitários Finais para cada parâmetro, obtidos de:

$$PUF_{Cap} = PUB_{Cap} \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \dots X_n \quad (3)$$

$$PUF_{Cons} = PUB_{Cons} \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \dots X_n \quad (4)$$

$$PUF_{DBO} = PUB_{DBO} \cdot Y_1 \cdot Y_2 \dots Y_n \quad (5)$$

$$PUF_{DQO} = PUB_{DQO} \cdot Y_1 \cdot Y_2 \dots Y_n \quad (6)$$

$$PUF_{RS} = PUB_{RS} \cdot Y_1 \cdot Y_2 \dots Y_n \quad (7)$$

$$PUF_{CI} = PUB_{CI} \cdot Y_1 \cdot Y_2 \dots Y_n \quad (8)$$

e os coeficientes multiplicadores $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$; $y_1, y_2, \dots y_n$ etc., são apresentados em tabela. (A tabela referente aos coeficientes multiplicadores $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ não é apresentada devido a não utilização dos mesmos neste trabalho.)

A Tabela 2 apresenta os coeficientes multiplicadores para lançamentos (diluição, transporte e assimilação de efluentes).

Tabela 2 - Coeficientes multiplicadores para lançamentos

UGRHI	Origem(y_1)			Classe do Corpo Receptor (y_2)				Sazonalidade (y_3),.....etc.	(y_n)
	Urbana	Industr.	Irrigação	1	2	3	4	Abr/Out	Nov/MarOutros
Alto Tietê	0,8	1,3	1,0	--	1,5	1,0	0,9			
Piracicaba	0,8	1,3	1,0	--	1,2	1,0	0,9			
B.Santista	0,8	1,3	1,0	--	1,5	1,0	0,9			

Coeficientes multiplicadores indicados apenas para fins ilustrativos

Os Preços Unitários Finais calculados conforme as expressões acima, deverão ser limitados superiormente, visando evitar que se alcancem cifras demasiadamente elevadas. Assim sendo, embora os Comitês tenham liberdade de estabelecer os coeficientes multiplicadores de acordo com os seus interesses regionais ou locais, os Preços Unitários Finais para cada parâmetro não deverão ser superiores aos da Tabela 3.

Tabela 3 – Valores limites estimados para os Preços Unitários Finais

Item	unidade	Preço Unitário Máximo(R\$)
1. Captação	m ³	0,05
2. Consumo	m ³	0,10
3. Lançamentos		
- de DBO	kg DBO	1,00
- de DQO	kg DQO	0,50
- de RS	litro	0,10
- de CI	kg	10,00

Aplicação da Lei 9.433 e da Resolução nº 16 do CNRH para os processos de outorga e cobrança, tendo como base o modelo RM1

O modelo RM1 (RODRIGUES, R. B., 2000), pode servir de base para aplicação da Lei 9.433 e da Resolução nº 16, na medida que pode considerar para lançamento de efluentes em rios, o balanço hídrico e a capacidade de autodepuração.

O modelo RM1 determina a variação longitudinal da vazão de diluição, a vazão liberada no sistema para novas outorgas e o volume de diluição da massa de poluente do usuário de montante retirada pelo usuário de jusante, ***referentes apenas ao lançamento e ao poluente considerados***. Isto é possível através da separação pelo modelo RM1 de quanto efetivamente cada usuário-poluidor contribui em massa de poluente para um cenário de concentração do mesmo ao longo do corpo receptor.

O modelo RM1, através do auxílio de um modelo de qualidade da água, leva em consideração o processo de autodepuração do corpo receptor, associado as características físicas do sistema, a classe de uso do corpo receptor, o regime de vazão do corpo receptor, a vazão de lançamento do efluente, a concentração de lançamento do poluente no corpo receptor e a concentração do poluente no sistema.

MODELO RM1

Variação longitudinal da vazão de diluição

O cálculo da variação longitudinal da vazão de diluição, para lançamento de poluentes em rios, é fornecido através da seguinte equação:

$$QD(x) = \frac{1}{C_{p^*}(x)} \cdot \{ [C_{pd}(x) - C_{pa}(x)] [Q_r(x) + Q_e] \} \quad (9)$$

onde:

$QD(x)$ = vazão de diluição do poluente, referente apenas ao lançamento do usuário-poluidor considerado, (m^3/s)

$C_{p^*}(x)$ = concentração máxima permissível do poluente no corpo receptor, que poderá resultar do enquadramento do corpo hídrico em classe de uso ou de um plano de recuperação da bacia, (mg/l)

$C_{pd}(x)$ = concentração do poluente no corpo receptor após o lançamento do efluente, (mg/l)

$C_{pa}(x)$ = concentração do poluente no corpo receptor antes do lançamento do efluente, diluída na vazão do efluente, (mg/l)

$Q_r(x)$ = vazão do corpo receptor, (m^3/s)

Q_e = vazão de lançamento do efluente no corpo receptor, (m^3/s)

Vazão liberada para novas outorgas

Para que a classe de uso do corpo receptor seja mantida, a seguinte relação deve ser respeitada:

$$Q_L(x) = [Qr(x) + Qe] \left[1 - \frac{Cpd(x)}{Cp^*(x)} \right] \quad (10)$$

onde:

$Q_L(x)$ = vazão de diluição liberada para novas outorgas, (m³/s)

Vazão de diluição da massa de poluente retirada através de captações

A vazão de diluição da massa de poluente retirada por uma captação, referente apenas ao lançamento do usuário-poluidor considerado, é dada por:

$$QDc(x) = \frac{[Cpd(x) - Cpa(x)]}{Cp^*(x)} \cdot Qc(x) \quad (11)$$

onde:

$QDc(x)$ = vazão de diluição do poluente retirado através de captação, referente apenas ao lançamento do efluente do usuário-poluidor considerado, (m³/s)

$Qc(x)$ = vazão de captação, (m³/s)

Condições a serem respeitadas

- a) A vazão do corpo receptor será considerada constante para o respectivo trecho de lançamento. Caso haja acréscimo na vazão do rio, devido ao incremento proporcionado pela área de drenagem, esta passará a ser considerada.
- b) Para que o regime de vazão do corpo receptor antes do lançamento do efluente seja igual ao regime de vazão após o lançamento do mesmo, é necessário que na simulação do decaimento da concentração do poluente já existente no sistema seja inserida a vazão de lançamento do efluente no ponto de seu lançamento.
- c) A análise de cada lançamento de efluente no corpo receptor será considerada separadamente aos demais lançamentos a jusante.
- d) A vazão do efluente será considerada como constante.

- e) As características hidráulicas de cada trecho do sistema devem ser respeitadas, assim como os coeficientes de reaeração (K_2), desoxigenação (K_1) e sedimentação (K_3), de cada trecho.

O modelo RM1 deve ser aplicado com o auxílio de um modelo matemático de qualidade das águas, devidamente calibrado para a bacia em estudo, para obtenção da curva de decaimento da concentração do poluente no sistema antes ($C_{pa}(x)$), diluída na vazão do efluente, e após ($C_{pd}(x)$) o lançamento do efluente no corpo receptor.

Proposta para determinação do valor a ser pago pelo usuário-poluidor

O custo médio a ser pago pelo usuário para lançamento de seu efluente no corpo receptor, não considerando pontos de captação a jusante, é dado por:

$$\bar{C\$} = \frac{C\$ \cdot \sum_0^i VD(x_i) \cdot C_{pd}(x_i)}{\sum_0^i C_{pd}(x_i)} \quad (12)$$

onde:

$\bar{C\$}$ = custo médio a ser pago pelo usuário-poluidor para lançamento do efluente no corpo receptor, (R\$)

$VD(x)$ = volume de diluição do poluente no corpo receptor, referente apenas ao lançamento do usuário-poluidor considerado, (m^3)

$C\$$ = custo unitário por m^3 de água locado no corpo receptor, (R\$)

i = espaço, (km)

O custo total para lançamento do efluente do usuário-poluidor, pode ser dado por:

$$C\$_{Total} = \frac{C\$ \cdot \sum_0^i VD(x_i) \cdot C_{pd}(x_i)}{\sum_0^i C_{pd}(x_i)} + C\$ \cdot \sum_0^k VDc(x_k) \quad (13)$$

onde:

$C\$_{Total}$ = custo total a ser pago pelo usuário-poluidor para lançamento do efluente no corpo receptor, (R\$)

$VD_c(x)$ = volume de diluição do poluente retirado através de captação, referente apenas ao lançamento do efluente do usuário-poluidor considerado, (m^3)

k = ponto de captação que sofre interferência na qualidade de suas águas, devido ao lançamento do efluente do usuário-poluidor de montante considerado, (adimensional)

ESTUDO DE CASO: A BACIA DO RIO JUNDIAÍ

Introdução

A aplicação da Lei 9.433, da metodologia proposta pelo CRH e do modelo RM1 foi realizada na Bacia do Rio Jundiaí, através de exemplos reais. A variável escolhida para a aplicação foi a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Para os pontos de lançamento de origem industrial, foi adotada a classe de uso do Rio Jundiaí como 2, portanto a concentração máxima permissível do poluente no corpo receptor é 5 mg/l, assim como adotou-se o regime de vazão $Q_{7,10}$. Para lançamento do efluente provido da rede pública de esgoto do Município de Jundiaí, foi adotada a classe de uso do corpo receptor como 3, logo a concentração máxima permissível do poluente no corpo receptor é 10 mg/l, e os regimes de vazão adotados foram $Q_{7,10}$, Q_{95} , Q_{90} e $Q_{\text{médio}}$.

Utilizou-se o valor de R\$ 0,05 por m^3 de água outorgado para diluição no corpo receptor. Este valor é equivalente ao valor sugerido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos como “Preço Unitário Máximo” para captação de água no Estado de São Paulo.

Aplicação

Para os exemplos a seguir têm-se as seguintes notações:

$b_2(x)$ = coeficiente qualitativo que representa a variação longitudinal da vazão de diluição do poluente, (adimensional)

$VD(x)$ = volume de diluição do poluente no corpo receptor, referente apenas ao lançamento do usuário-poluidor considerado, (m^3)

Exemplos A (origem industrial)

Estes exemplos consistem de 3 pontos de lançamento provenientes das indústrias, n° 11, n° 3 e n° 5. As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam valores fornecidos e obtidos para estes pontos.

Tabela 4 – Dados fornecidos e obtidos para o lançamento n° 11

Lançamento (n°)	w (km)	Qe (m ³ /s)	Carga (kg/dia)	Ce (mg/l)	y (mg/l)
11	70,0	0,0086	742,2	997,0	23,9

w = localização do ponto de lançamento, (km)

y = concentração do poluente no ponto de mistura do efluente com o corpo receptor, (mg/l)

Tabela 5 - Dados fornecidos e obtidos para o lançamento n° 3

Lançamento (n°)	w (km)	Qe (m ³ /s)	Carga (kg/dia)	Ce (mg/l)	y (mg/l)
3	34,0	0,0277	270,4	113,0	34,0

Tabela 6 - Dados fornecidos e obtidos para o lançamento n° 5

Lançamento (n°)	w (km)	Qe (m ³ /s)	Carga (kg/dia)	Ce (mg/l)	y (mg/l)
5	36,0	0,0111	411,0	428,0	35,8

A Tabela 7 fornece a variação do custo médio mensal entre a aplicação da Lei 9.433, da metodologia proposta pelo CRH (CRH, 1997) e do modelo de qualidade das águas RM1 (RODRIGUES, R. B., 2000), para os pontos de lançamento n° 11, n° 3 e n° 5.

Tabela 7 – Metodologia e variação do custo médio mensal para lançamento do efluente

Lançamento	Variação do custo/mês (R\$)			
	Lei 9.433	CRH		Modelo RM1
		PUM	PUB	
n° 11	222.243,3	43.418,7	4.341,9	130.977,7
n° 3	81.129,6	15.818,4	1.581,8	47.355,0
n° 5	123.145,9	24.043,5	2.404,4	79.036,1

CRH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

PUB – Preço Unitário Básico

PUM – Preço Unitário Máximo

Para melhor ilustração dos exemplos acima segue o procedimento de cálculo do ponto de lançamento n° 11.

Aplicação da Lei 9.433

Dados:

Vazão do efluente = $Q_e = 0,0086 \text{ m}^3/\text{s}$

Concentração do poluente no efluente = $C_e = 997 \text{ mg/l}$

$$Q_D = C_e x \frac{Q_e}{C_p^*} \quad (1)$$

Sendo:

$$Q_D = 997 x \frac{0,0086}{5} = 1,7148 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Portanto:

Volume de diluição = $4.444.865 \text{ m}^3 / \text{mês}$

Custo = R\$ 222.243,26 / mês

Aplicação da metodologia apresentada pelo CRH

Dados:

Carga orgânica de lançamento = $742,2 \text{ kg/dia}$

Coefficientes multiplicadores para:

Classe 2 do corpo receptor = 1,5

Origem industrial = 1,3

Preços sugeridos:

Preço Unitário Básico = R\$ 0,1 / kg DBO

Preço Unitário Máximo = R\$ 1,00 / kg DBO

Logo, o custo de lançamento do efluente pode ser dado por:

- Preço Unitário Básico

$$\text{Custo} = \text{Carga de DBO} \times 1,5 \times 1,3 \times \text{R\$ } 0,1 = \text{R\$ } 4.341,87 / \text{mês}$$

- Preço Unitário Máximo

$$\text{Custo} = \text{Carga de DBO} \times 1,5 \times 1,3 \times \text{R\$ } 1,00 = \text{R\$ } 43.418,70 / \text{mês}$$

Aplicação do modelo RM1

A Tabela 8 apresenta valores fornecidos e obtidos para o ponto de lançamento n.º 11. Figuras 1, 2, 3 e 4.

Tabela 8 – Ponto de lançamento nº11

Esp. (km)	Vel. (m/s)	Tempo (h)	Cpd(x) (mg/l)	Cpa(x) (mg/l)	Cp*(x) (mg/l)	Qr(x) (m³/s)	QD(x) (m³/s)	QL(x) (m³/s)	VD(x) (m³/mês)	b ₂ (x)	Custo(x) (R\$/mês)
70,0	0,349	0,000	23,9	20,4	5,0	2,19	1,5505	-8,28	4018947,8	1,00	200947,4
72,0	0,349	1,592	20,2	17,2	5,0	2,19	1,2998	-6,64	3369078,8	0,84	168453,9
74,0	0,349	3,184	17,0	14,5	5,0	2,19	1,0911	-5,26	2828213,7	0,70	141410,7
76,0	0,349	4,776	14,3	12,3	5,0	2,19	0,9150	-4,09	2371646,2	0,59	118582,3
78,0	0,349	6,367	12,1	10,4	5,0	2,19	0,7637	-3,11	1979629,9	0,49	98981,5
80,0	0,349	7,959	10,2	8,7	5,0	2,19	0,6439	-2,28	1668882,7	0,42	83444,1
82,0	0,349	9,551	8,6	7,4	5,0	2,19	0,5400	-1,58	1399608,4	0,35	69980,4
84,0	0,349	11,143	7,3	6,2	5,0	2,19	0,4493	-0,99	1164504,1	0,29	58225,2
86,0	0,349	12,735	6,1	5,3	5,0	2,19	0,3765	-0,49	975874,1	0,24	48793,7
Custo Médio Mensal											130977,7

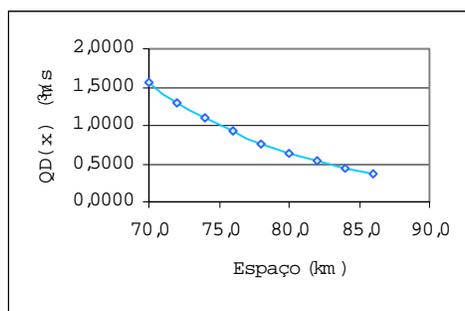
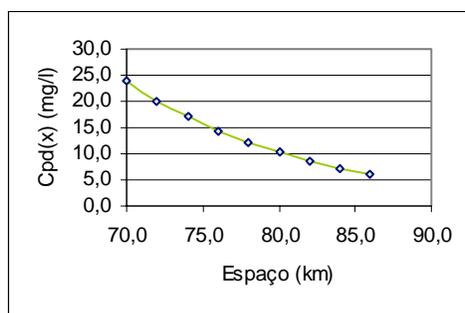


Figura 2 – Variação da QD(x)

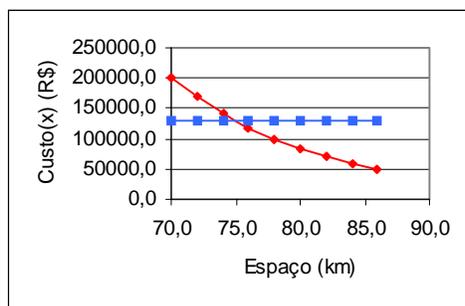


Figura 3 – Variação do Custox)

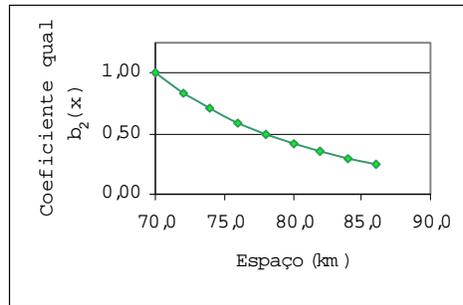


Figura 4 – Variação do coeficiente $b_2(x)$

Exemplos B.1 (origem doméstica do município de Jundiaí)

Nestes exemplos foi realizada uma comparação de custo entre a aplicação do modelo RM1, da Lei 9.433 e da metodologia apresentada pelo CRH, assim como uma análise entre a variação no regime de vazão do corpo receptor e o custo a ser pago pelo usuário-poluidor, através do modelo RM1.

A Tabela 9 fornece os valores fornecidos e calculados para aplicação do modelo RM1 em regime de vazão $Q_{7,10}$, Q_{95} , Q_{90} e $Q_{\text{médio}}$.

Tabela 9 – Dados fornecidos e obtidos sem a ETE

Regime de vazão	Dados fornecidos e obtidos						
	Q_e (m^3/s)	Carga de DBO (kg/dia)	C_e (mg/l)	y (mg/l)	C_{pm} (mg/l)	$Q_c(x)$ (m^3/s)	w (km)
$Q_{7,10}$	0,8277	26.675,60	573,0	214,4	13,0	0,0440	65
Q_{95}	0,8277	26.675,60	573,0	138,4	8,8	0,0440	65
Q_{90}	0,8277	26.675,60	573,0	131,4	8,5	0,0440	65
$Q_{\text{médio}}$	0,8277	26.675,60	573,0	66,9	5,2	0,0440	65

A Tabela 10 fornece a variação do custo médio mensal entre o modelo RM1, a Lei 9.433 e a metodologia apresentada pelo CRH, para o lançamento do efluente provido da rede pública de esgoto do Município de Jundiaí, desconsiderando a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do mesmo.

Tabela 10 – Metodologia e variação do custo médio mensal para lançamento sem a ETE

Regime de vazão	Metodologia e Custo (R\$)					
	Lei 9.433	CRH		Modelo RM1		
		PUM	PUB	Captação	Custo Médio	Custo Total
Q _{7,10}	6.135.834,3	640.214,4	64.021,4	46.440,5	3.155.904,0	3.202.344,4
Q ₉₅	6.135.834,3	640.214,4	64.021,4	19.249,0	3.283.378,4	3.302.627,5
Q ₉₀	6.135.834,3	640.214,4	64.021,4	17.305,4	3.311.106,6	3.328.412,0
Q _{médio}	6.135.834,3	640.214,4	64.021,4	4.378,7	3.644.053,5	3.648.432,3

Exemplos B.2 (origem doméstica do município de Jundiaí com redução de 90% da carga)

Nestes exemplos, para o lançamento do efluente provido da rede pública de esgoto do Município de Jundiaí, considerou-se a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Jundiaí operando com 90% de remoção da carga de DBO.

A Tabela 11 fornece os valores fornecidos e calculados para aplicação do modelo RM1 em regime de vazão Q_{7,10}, Q₉₅, Q₉₀ e Q_{médio}, com remoção de 90% da carga de DBO.

Tabela 11 – Dados fornecidos e obtidos para o ponto de lançamento com a ETE

Regime de vazão	Dados fornecidos e obtidos						
	Qe	Carga de DBO	Ce	y	Cpm	Qc	w
	(m ³ /s)	(kg/dia)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(m ³ /s)	(km)
Q _{7,10}	0,8277	2.667,56	57,3	28,8	13,0	0,0440	65
Q ₉₅	0,8277	2.667,56	57,3	19,9	8,8	0,0440	65
Q ₉₀	0,8277	2.667,56	57,3	19,1	8,5	0,0440	65
Q _{médio}	0,8277	2.667,56	57,3	10,9	5,2	0,0440	65

A Tabela 12 fornece a variação do custo médio mensal entre o modelo RM1, a Lei 9.433 e a metodologia apresentada pelo CRH, para o lançamento do efluente provido da rede pública de esgoto do Município de Jundiaí, considerando a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) operando com remoção de 90% da carga de DBO.

Tabela 12 – Metodologia e variação do custo médio mensal para lançamento com a ETE

Regime de vazão	Metodologia e Custo (R\$)					
	Lei 9.433	CRH		Modelo RM1		
		PUM	PUB	Captação	Custo Médio	Custo Total
Q _{7,10}	613.578,2	64.021,4	6.402,1	4.151,6	263.047,5	267.199,0
Q ₉₅	613.578,2	64.021,4	6.402,1	1.666,1	291.948,6	293.614,6
Q ₉₀	613.578,2	64.021,4	6.402,1	1.504,4	294.415,3	295.919,7
Q _{médio}	613.578,2	64.021,4	6.402,1	402,2	336.413,0	336.815,2

CONCLUSÕES

A metodologia apresentada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (CRH), é uma metodologia de fácil aplicação que estabelece “Preços Unitários Básicos” e “Preços Unitários Máximos” para alguns parâmetros. Os valores estabelecidos para os parâmetros captação, DBO e DQO não devem ser superiores a R\$ 0,05/m³, R\$ 1,00/kg.DBO e a R\$ 0,50/kg.DQO.

Na metodologia oferecida pelo CRH observa-se que, para um rio de classe 2, o valor estabelecido para a DBO é 10 vezes inferior ao valor estabelecido para o volume captado. O valor estabelecido para a DQO é 50% inferior ao valor estabelecido para a DBO, sendo a DQO representada pela demanda de oxigênio exercida para degradar tanto substâncias não conservativas como substâncias conservativas. Este fato é o resultado de tratarem-se os lançamentos de despejos por carga lançada de forma diferenciada dos volumes captados.

A aplicação da Lei 9.433 e a Resolução n° 16 do CNRH, através do modelo RM1 (RODRIGUES, R. B, 2000), conduz a realidade física do processo de diluição do poluente (dentro de um grau aceitável de simplificação), proporciona um melhor aproveitamento do corpo d'água (respeitando sua classe de uso) na medida que libera novas vazões a jusante do ponto de lançamento do efluente.

O uso do balanço de massa pelo modelo RM1 para o cálculo da concentração do poluente no corpo receptor após o lançamento do efluente (Cpd(x)), induz a uma maior sensibilidade na sua variação quanto menor a concentração do poluente no sistema (dentro de um mesmo regime de vazão do corpo receptor e de lançamento do efluente), assim como quanto maior a concentração do poluente no sistema menor será a variação da concentração do poluente após o lançamento do efluente. Pode-se dizer que quanto mais limpo o corpo receptor mais o usuário paga para lançamento de seu efluente no sistema.

O modelo QUAL2E oferece uma limitação que interfere (mas não inviabiliza) a aplicação do modelo RM1. A variação do regime de vazão é dada de elemento para elemento do protótipo de rio, distorcendo sensivelmente o cálculo da variação longitudinal da vazão de diluição, principalmente para lançamentos de pequena carga devido a sua maior sensibilidade à variação do regime de vazão.

O regime de vazão adotado para aplicação do modelo RM1 interfere no custo de lançamento do efluente porque quanto maior o regime de vazão do corpo receptor maior será a profundidade média do sistema. A profundidade média é inversamente proporcional a massa de poluente sedimentada no sistema, portanto, quanto maior o regime de vazão maior a quantidade de massa em

suspensão, logo maior a vazão de diluição e menor a quantidade de massa do poluente sedimentada no sistema.

O regime de vazão do sistema também interfere na quantidade de massa retirada do sistema. Quanto maior o regime de vazão maior a diluição do poluente no corpo d'água, portanto, menor o fluxo de massa do poluente na seção transversal do ponto de captação.

A possibilidade de levar em consideração o decaimento da vazão de diluição para lançamento de poluentes em rios induz à redução do custo para lançamento, assim como a liberação de novas vazões para outorga ao longo do eixo principal do corpo receptor. A redução do custo ao usuário e a liberação de novas vazões podem ser tidas como um incentivo ao uso racional dos recursos hídricos.

O modelo RM1 contribui para uma melhor preservação ambiental na medida que conduz a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de qualidade e quantidade, atendendo dessa forma uma das diretrizes para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRH, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Lei Federal n. 9.433 de 08 de janeiro de 1997. São Paulo: ABRH, 1997.

BROWN, L.C. ; BARNWELL Jr., T.O. *Computer program documentation for the enhanced stream water quality model QUAL2E. and QUAL2E-UNCAS*. Report EPA/600/3-87/007, US Environmental Protection Agency, Athens, Georgia, USA, 1987.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Dados de captações e lançamentos urbanos e industriais. São Paulo: CETESB de Jundiaí, 1996. (dados não publicados). Relatórios de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 1978 a 1997. CETESB, 1978 a 1997.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resoluções do CONAMA. Brasília, D.F.: SEMA, 1988. 98p.

CRH, Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Simulação da cobrança pelo uso da água, Versão preliminar de 31/07/97. São Paulo: CRH, 1997.

RODRIGUES, R. B. *Metodologia de apoio à concessão de outorga para lançamento de efluentes e cobrança pelo uso da água – O modelo RMI*. São Paulo, 2000. 140p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária.

RODRIGUES, R. B. ; PORTO, M. Modelo matemático proposto para auxílio nos processos de outorga e cobrança pelo uso da água. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1999, Belo Horizonte, MG., 28-02, nov./dez., 1999. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Tema: Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio. São Paulo: ABRH, 1999. p. 92.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS. Banco de Dados Fluviométricos do Estado de São Paulo (Atualizados até 1997). Elaborado por Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH. Convênio DAEE – USP, 1999.