

UMA PROPOSTA DE COBRANÇA APLICADA A UM TRECHO DO RIO PARAÍBA DO SUL

Jonatan Ross¹; Marcelo Salek²; Moema Acselrad³ & Paulo Canedo de Magalhães⁴

Resumo – Este trabalho propõe uma metodologia de cobrança que incorpora novos conceitos em sua formulação, inspirada em fórmulas já existentes e já implementadas em algumas bacias hidrográficas brasileiras, visando o aperfeiçoamento da utilização desse instrumento de gestão, de modo que a cobrança possa cumprir o seu papel de racionalizar o uso do recurso hídrico e arrecadar recursos para as ações estabelecidas no plano de bacia pelo respectivo Comitê. Entendemos que uma fórmula nesse sentido deva ser abrangente o suficiente de forma que “enxergue” as diversas variáveis envolvidas no processo, mas não tão complicada que inviabilize a sua implementação.

Abstract – The present work proposes a new charging fee methodology that includes new concepts in its formulation, based on existing formulae already implemented in some of the Brazilian hydrographic basins. Such methodology is developed aiming at the optimization of this management instrument utilization, in such a way that this charging fee can play its part in rationalizing the use of water resources and to obtain the financial resources for the actions established in the basin plan by the respective Committee. We believe that a formula with this concern must be sufficiently wide as to perceive the many different variables involved in the process, but not so complicated to become inviable its implementation.

Palavras-chave – Gerenciamento, instrumentos, cobrança

¹ Aluno de Mestrado da Área de Recursos Hídricos do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº, Centro de Tecnologia, Bloco I, Sala I-206, Rio de Janeiro – RJ; telefone: (21)2562-7835; email: jross@ig.com.br

² Aluno de Mestrado da Área de Recursos Hídricos do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº, Centro de Tecnologia, Bloco I, Sala I-206, Rio de Janeiro – RJ; telefone: (21)2562-7835; email: marcelo.salek@uol.com.br

³ Aluna de Doutorado da Área de Recursos Hídricos do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº, Centro de Tecnologia, Bloco I, Sala I-206, Rio de Janeiro – RJ; telefone: (21)2562-7835; email: moema@coc.ufrj.br

⁴ Professor da Área de Recursos Hídricos do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº, Centro de Tecnologia, Bloco I, Sala I-106, Rio de Janeiro – RJ; telefone: (21)2562-7838; email: canedo@hidro.ufrj.br

INTRODUÇÃO

A nova Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, instituída na forma da lei 9.433/97, introduziu modificações significativas no processo de gestão dos Recursos Hídricos através de princípios básicos norteadores do processo e novos instrumentos, na tentativa de se criar mecanismos de gestão eficientes e democráticos, onde os principais interessados e beneficiados fossem os usuários dos Recursos Hídricos. Por isso, as premissas de que a unidade territorial de planejamento é a bacia hidrográfica e que o processo deve ocorrer de forma descentralizada e participativa são fundamentais para o sucesso da implantação do novo sistema. Também, os instrumentos de gestão devem ser aplicados de forma criteriosa, de modo a atender as necessidades de desenvolvimento das regiões, e ao mesmo tempo a preservação dos recursos naturais.

O presente trabalho se propõe a apresentar uma nova metodologia de cobrança aplicada a um trecho do rio Paraíba do Sul, comparando os resultados obtidos com os cálculos feitos utilizando metodologias existentes ou já implementadas em algumas bacias brasileiras: as metodologias atual e aperfeiçoada do CEIVAP (Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul), que está em estudo pelo Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ, e a metodologia proposta pelo Conselho de Recursos Hídricos do estado de São Paulo para este estado.

APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Outorga e cobrança pelo uso dos recursos hídricos

São definidos na Lei 9.433/97 como sujeitos a outorga a derivação ou captação de água superficial, a extração de água de aquífero, o lançamento de resíduos líquidos ou gasosos em água superficial, o aproveitamento dos potenciais hidrelétricos e qualquer outro uso que altere o regime, a quantidade ou a qualidade da água dos corpos hídricos. Como a cobrança é feita sobre a vazão outorgada, conclui-se que os instrumentos de outorga e cobrança estão intimamente relacionados, inclusive com relação aos usos considerados insignificantes, cuja definição é de competência dos Comitês de Bacia. Estes foram definidos pelo CEIVAP para as águas de domínio federal da bacia do rio Paraíba do Sul como sendo as derivações e captações para abastecimento público com vazões de até 1 l/s para os setores industrial e de saneamento e usinas hidrelétricas produzindo até 1 MW [1].

A outorga de lançamento de efluentes, de acordo com a Resolução 16/01 do CNRH, será concedida de acordo com a quantidade necessária para a diluição da carga poluente, com base nos padrões de qualidade correspondentes à classe de enquadramento do corpo receptor ou em critérios específicos definidos no plano de recursos hídricos da bacia ou pelos órgãos competentes.

Descrição do problema

Considerando as premissas do item anterior, fica estabelecido o problema de se ajustar uma *fórmula* de cobrança para implementação na bacia do rio Paraíba do Sul de modo que se viabilize o início das intervenções necessárias e contidas no respectivo Plano de Bacia. O CEIVAP já propôs uma metodologia para dar início ao processo (iniciado em 2002), com perspectivas de atualizações que, progressivamente, fariam com que aspectos não contemplados pela fórmula fossem sendo incorporados.

Propõe-se então uma nova fórmula para a cobrança, tendo sido escolhido um trecho do rio Paraíba do Sul, dentro do estado do Rio de Janeiro, para a implementação da mesma, de modo que os resultados obtidos fossem comparados com os resultados obtidos com os cálculos de cobrança feitos através de outras três metodologias existentes: a adotada pelo CEIVAP, uma metodologia aperfeiçoada da anterior e a metodologia do Conselho de Recursos Hídricos (CRH) do estado de São Paulo. O importante não são os resultados numéricos em si, e sim a constatação da eficácia em se incorporar características distintas de cada metodologia.

Descrição do trecho em estudo

O trecho escolhido situa-se entre a Barragem de Funil, na altura da cidade de Itatiaia, e a Barragem de Santa Cecília, totalizando um comprimento de 123 km do rio Paraíba do Sul. O desenho esquemático com os subtrechos e respectivos usuários está indicado na Figura 1. A Tabela 2 apresenta os nomes equivalentes aos trechos apresentados na Figura 1, nomes esses utilizados na planilha de resultados apresentada adiante.

Tabela 1: Nomes dos Trechos Adotados do Rio Paraíba do Sul

Trecho	Nome	Trecho	Nome
1	ITA1	9	BMAN3
2	RES1	10	BMAN4
3	RES2	11	VRED1
4	RES3	12	VRED2
5	RES4	13	VRED3
6	RES5	14	VRED4
7	BMAN1	15	VRED5
8	BMAN2	16	VRED6

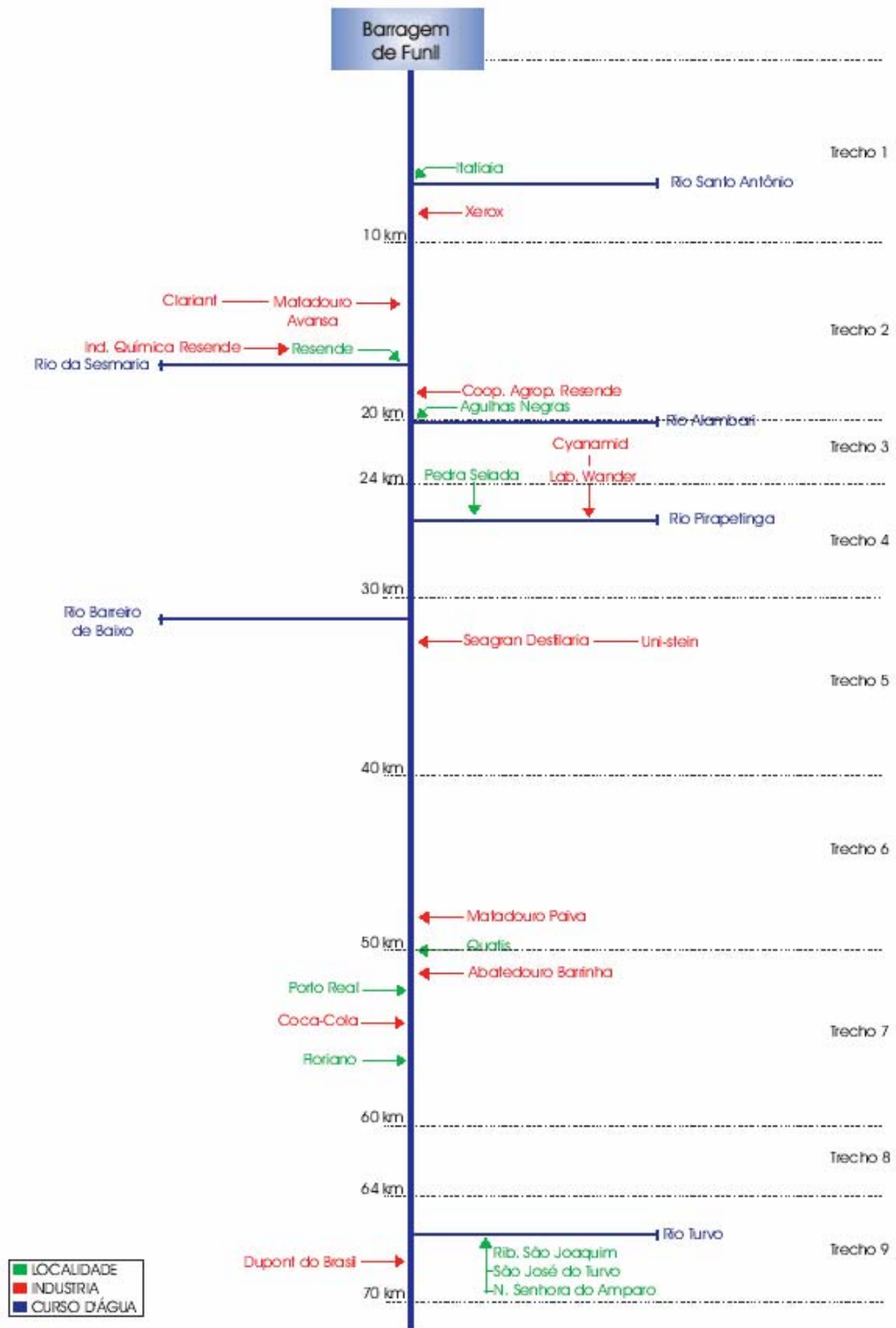


Figura 1a: Esquema do Trecho em Estudo do Rio Paraíba do Sul com Respetivos Usuários: Barragem de Funil até km 70 (Dupont do Brasil)

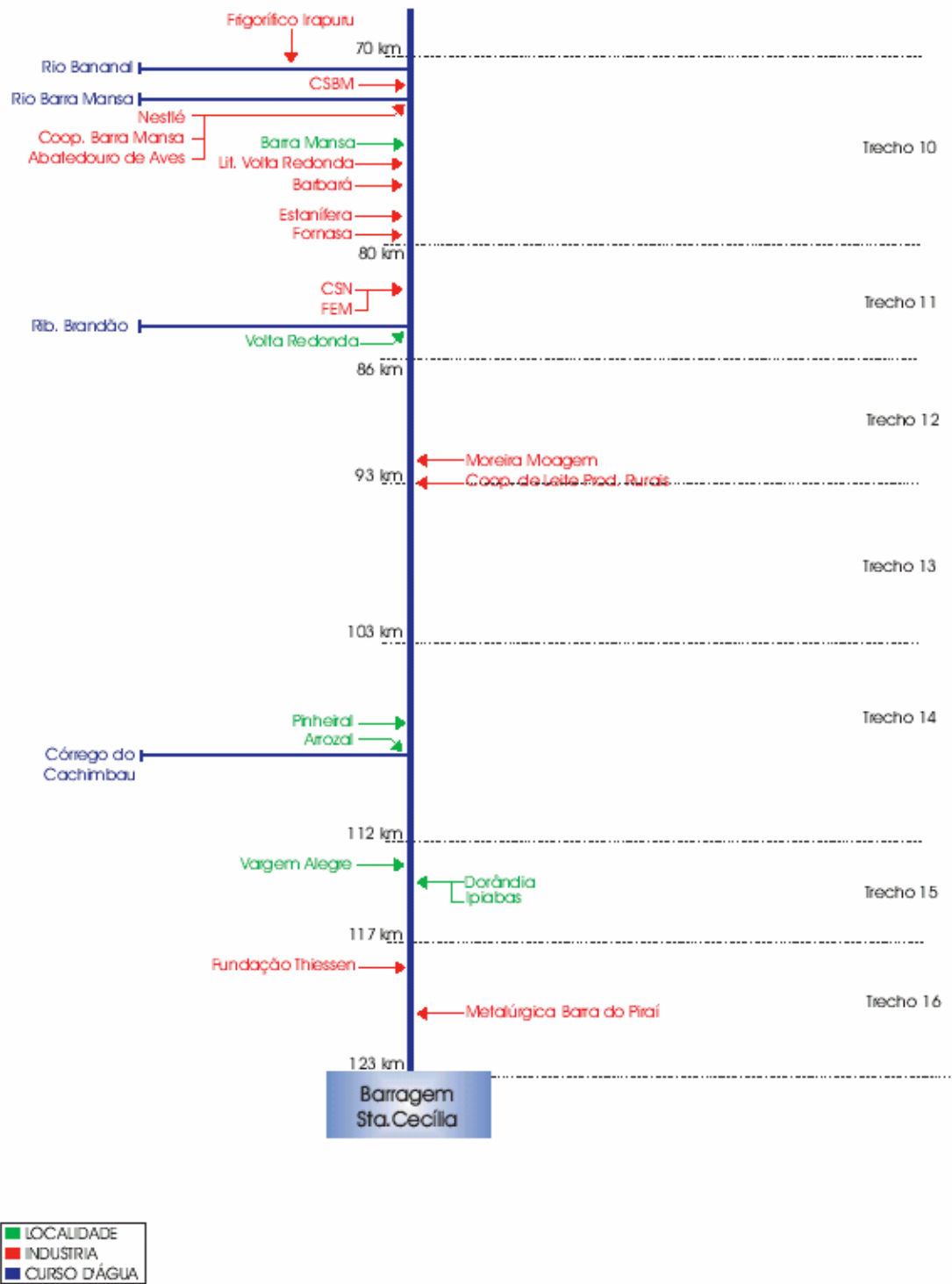


Figura 1b: Esquema do Trecho em Estudo do Rio Paraíba do Sul com Respetivos Usuários: km 70 (Frigorífico Irapuru) até Barragem de Santa Cecília

Dados utilizados

Os dados individuais dos usuários, vazão e concentração de efluentes, utilizados nas simulações de cálculo foram obtidos a partir dos estudos desenvolvidos para modelagem da qualidade da água no âmbito do programa de investimentos para a recuperação ambiental da bacia do rio Paraíba do Sul, constantes do relatório “Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ – Sub-Região A – Modelagem da Qualidade da Água” [6]. Foi elaborado à época um diagnóstico de qualidade da água com base em monitoramentos dos órgãos ambientais, que indicou os parâmetros mais críticos a serem investigados (OD, DBO e coliformes fecais) [6].

Quanto ao enquadramento do rio Paraíba do Sul segundo os usos preponderantes o rio, no trecho citado, é de classe 2 [3].

Nas simulações de cobrança, decidiu-se incorporar o limite estabelecido para DBO pelo CONAMA (no máximo 5 mg/l) apenas, pelo fato de o estudo concluir que o rio Paraíba do Sul apresenta boas condições de oxigenação devido à sua grande capacidade de auto-depuração, comprovado pelo fato de haver violação de classe em apenas duas estações (próximas às cidades de Itatiaia e Resende, onde ele recebe uma grande quantidade de despejos orgânicos). Com relação aos coliformes fecais, decidiu-se não incluir o limite do CONAMA pelo fato de as cidades estarem instaladas e lançarem os dejetos no rio, isto é, procurou-se quantificar economicamente, através do mecanismo de cobrança, a poluição que já é lançada, independente de violação de classe, pois as cidades não podem ser removidas sumariamente de onde estão. Não é o mesmo caso de uma indústria, que pode perder a outorga de direito de uso se exceder o limite para lançamento de carga industrial de DBO.

METODOLOGIAS DE COBRANÇA

Metodologia 1: Metodologia atual do CEIVAP [1]

$$Cobrança_1 = PPU \cdot Q_{Cap} \cdot \left[K_0 + K_1 + (1 - K_1) \cdot (1 - K_2 \cdot K_3) \right], \text{ onde:}$$

- PPU = Preço Público Unitário, definido pelo CEIVAP como sendo R\$ 0,02/m³;
- Q_{Cap} = Vazão de Captação, em m³/mês;
- K_0 = Coeficiente Redutor do Preço Público Unitário para a captação, definido pelo CEIVAP como sendo igual a 0,50;
- K_1 = Coeficiente que exprime a relação entre o volume de água efetivamente consumido e o volume total captado;
- K_2 = Coeficiente que exprime a relação entre o volume de efluentes tratados o volume total de efluentes produzidos;

- K_3 = Coeficiente que exprime a eficiência do tratamento dos efluentes no que se refere à redução de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Esta formulação pode ser vista como:

$$\boxed{Cobran\c{c}a_1 = Q_{Cap} \cdot K_0 \cdot PPU + Q_{Cap} \cdot K_1 \cdot PPU + Q_{Cap} \cdot (1 - K_1) \cdot (1 - K_2 \cdot K_3) \cdot PPU},$$

ou

$$\boxed{Cobran\c{c}a_1 = Q_{Cap} \cdot K_0 \cdot PPU + Q_{Con} \cdot PPU + (Q_{Eflu} - Q_{Trat} \cdot K_3) \cdot PPU}, \text{ onde:}$$

- Q_{Con} = Vazão Consumida (vazão captada que não retorna ao rio), em m³/mês;

- Q_{Eflu} = Vazão Efluente, em m³/mês;

- Q_{Trat} = Vazão Tratada, em m³/mês.

O valor de $(Q_{Eflu} - Q_{Trat} \cdot K_3)$ será chamado de Vazão Lançada, vazão esta que é base para o cálculo da cobrança, no item seguinte. Assim, podemos entender a fórmula da cobrança apresentada acima como a soma de três parcelas:

- A primeira parcela, $Q_{Cap} \cdot K_0 \cdot PPU$, referente ao volume de água captada no corpo d'água;
- A segunda parcela, $Q_{Con} \cdot PPU$, referente ao volume de água consumido, e
- A terceira parcela, $(Q_{Eflu} - Q_{Trat} \cdot K_3) \cdot PPU$, referente ao volume de água lançado no corpo d'água.

Metodologia 2: Metodologia aperfeiçoada do CEIVAP

$$\boxed{Cobran\c{c}a_2 = Q_{Cap} \cdot K_0 \cdot PPU + Q_{Cap} \cdot K_1 \cdot PPU + \frac{[Q_{Cap} \cdot (1 - K_1) \cdot C_{TP} \cdot (1 - K_2 \cdot K_3) - Q_{Cap} \cdot C_{Cap}] \cdot PPU \cdot K_4}{C_{Meta}}},$$

onde, além das definições feitas para a metodologia anterior, temos:

- C_{TP} = Concentração-padrão de cada poluente por tipologia do empreendimento (ex. saneamento, indústria têxtil, cervejaria, etc.);

- C_{Cap} = Concentração de cada poluente no corpo hídrico de captação;

- K_4 = Coeficiente multiplicativo do PPU para a diluição de efluentes (CEIVAP);

- $C_{Meta} = K_5 \cdot C_{CONAMA}$ = Concentração meta de cada poluente considerado (ex. DBO: kg/m³), igual ao enquadramento CONAMA majorado ou reduzido de um fator K_5 (CEIVAP).

Esta formulação pode ser vista como:

$$\boxed{Cobran\c{c}a_2 = \left(Q_{Cap} \cdot K_0 - \frac{Q_{Cap} \cdot C_{Cap} \cdot K_4}{C_{Meta}} \right) \cdot PPU + Q_{Con} \cdot PPU + \frac{(Q_{Eflu} - Q_{Trat} \cdot K_3) \cdot C_{TP} \cdot K_4 \cdot PPU}{C_{Meta}}}$$

Para esta metodologia, também podemos entender a fórmula da cobrança como a soma de três parcelas (captação, consumo e diluição):

- A primeira parcela, $\left(Q_{Cap} \cdot K_0 - \frac{Q_{Cap} \cdot C_{Cap} \cdot K_4}{C_{Meta}} \right) \cdot PPU$, referente ao volume de água captada no corpo d'água;
- A segunda parcela, $Q_{Con} \cdot PPU$, referente ao volume de água consumido, e
- A terceira parcela, $\frac{(Q_{Eflu} - Q_{Trat} \cdot K_3) \cdot C_{TP} \cdot K_4 \cdot PPU}{C_{Meta}}$, referente ao volume de água lançado no corpo d'água.

Metodologia 3: Metodologia do Conselho de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo [2]

A Metodologia Paulista, cuja versão preliminar foi proposta em agosto de 1997 pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), propõe que a cobrança seja calculada da seguinte forma:

$$Cobrança_3 = PUF_{Cap} \cdot Q_{Cap} + PUF_{Con} \cdot Q_{Con} + PUF_{DBO} \cdot Q_{DBO} + PUF_{DQO} \cdot Q_{DQO} + PUF_{RS} \cdot Q_{RS} + PUF_{CI} \cdot Q_{CI}, \text{ onde:}$$

- Q_{Cap} = Vazão Captada, em m³/mês;

- Q_{Con} = Vazão Consumida (vazão captada que não retorna ao rio), em m³/mês;

- Q_{DBO} = Total de Demanda Bioquímica de Oxigênio lançado, em kg/mês;

- Q_{DQO} = Total de Demanda Química de Oxigênio lançado, em kg/mês;

- Q_{RS} = Total de Resíduo Sedimentável lançado, em l/mês;

- Q_{CI} = Total de Carga Inorgânica (metais, cianetos e fluoretos) lançado, em kg/mês;

- $PUF_{Cap}; PUF_{Con}; PUF_{DBO}; PUF_{DQO}; PUF_{RS}; PUF_{CI}$ = Preços Unitários Finais para cada um dos parâmetros.

Os Preços Unitários Finais para cada um dos parâmetros são obtidos pela multiplicação dos Preços Unitários Básicos (PUB) por coeficientes multiplicadores, que retratam as diferentes condições dos usos, majorando ou minorando os PUB. Os PUF não devem ultrapassar valores pré-fixados, denominados por Preços Unitários Máximos (PUM).

Pela proposta do CRH, a aplicação do modelo deverá ser feita de forma gradual, iniciando-se a cobrança com apenas um coeficiente multiplicador (finalidade do uso) e inserindo outros coeficientes (classe do corpo d'água e sazonalidade, por exemplo) ao longo do tempo.

Esta metodologia prevê ainda que cada região hidrográfica poderá adotar coeficientes multiplicadores diferentes entre elas, de acordo com suas condições particulares.

Metodologia Proposta

Com base na Metodologia 2 (metodologia aperfeiçoada do CEIVAP), propomos uma nova formulação para o cálculo da cobrança pelo uso da água. A descrição da Metodologia Proposta utiliza as definições dos parâmetros das metodologias apresentadas anteriormente. Esta proposta pretende acrescentar à Metodologia 2 alguns conceitos não considerados pela mesma, ainda que de uma forma preliminar, para iniciar um processo de discussão sobre o assunto.

A presente metodologia prevê a cobrança pelos seguintes usos:

a) Captação

A parcela referente à captação da água é fundamentada em dois princípios. O primeiro deles refere-se à indisponibilização de um volume de água por uma determinada distância que um usuário provoca ao captar água do rio. Em um caso de dois usuários em um mesmo ponto do rio, captando e restituindo a mesma vazão, porém o primeiro restituindo a mesma vazão mais a jusante do segundo, não é justo que ambos paguem o mesmo valor. O primeiro, por indisponibilizar o volume correspondente à sua vazão captada por um trecho maior do rio, deverá pagar a mais que o segundo.

O valor a ser cobrado pela indisponibilização é multiplicado pela razão entre a distância desde a captação até a restituição do usuário em questão e a maior distância entre captação e restituição dentre os usuários. Para usuários que consumam toda a água captada, a razão a ser considerada é igual a 1 (um). Para usuários que exijam uma vazão mínima no rio, como as usinas hidrelétricas por exemplo, a distância entre captação e restituição a ser considerada é igual à distância entre sua localização no rio e o usuário mais a montante.

O segundo princípio se refere à qualidade da água captada. Se a água captada por um usuário estiver com seus parâmetros de qualidade indicando qualidade menor do que a indicada pelos parâmetros limite para a classe em que o corpo d'água se enquadra, este usuário deverá ser ressarcido pela má qualidade da água captada.

$$\text{Se } C_{Cap} > C_{Meta} : \boxed{\text{Cobrança}_{\text{Captação}} = PPU \cdot \left[Q_{Cap} \cdot \left(\frac{d}{D} - \frac{(C_{Cap} - C_{Meta})}{C_{Meta}} \right) \right]}$$

$$\text{Se } C_{Cap} \leq C_{Meta} : \boxed{\text{Cobrança}_{\text{Captação}} = PPU \cdot Q_{Cap} \cdot \left(\frac{d}{D} \right)}, \text{ onde}$$

- d = Distância entre captação e lançamento do usuário em questão (km);

- D = Maior distância entre captação e lançamento dentre os usuários, na mesma unidade que d .

b) Consumo

Não foi proposta nenhuma nova formulação para o cálculo da parcela da cobrança referente ao volume de água consumido.

$$\boxed{Cobrança_{Consumo} = Q_{Con} \cdot PPU}$$

c) Diluição

Quanto à parcela que calcula a diluição de efluentes, esta sofreu leves modificações quando comparada à Metodologia 2. A modificação se refere à avaliação do impacto da qualidade dos efluentes, antes calculada pela simples relação entre a concentração de cada poluente e a concentração meta de cada poluente. Na presente metodologia, esta ponderação depende da qualidade da água do rio no local do lançamento. Tal ponderação é calculada pela Razão Relativa (explicitada adiante) entre a concentração da vazão lançada e a concentração meta ou concentração do rio, conforme mostrado nas fórmulas abaixo.

$$\text{Se } C_{Cap} > C_{Meta} : \boxed{Cobrança_{Diluição} = PPU \cdot (Q_{Eflu} - Q_{Trat} \cdot K_3) \cdot \frac{(C_{Eflu} - C_{Meta})}{C_{Meta}}}$$

$$\text{Se } C_{Cap} \leq C_{Meta} : \boxed{Cobrança_{Diluição} = PPU \cdot (Q_{Eflu} - Q_{Trat} \cdot K_3) \cdot \frac{(C_{Eflu} - C_{Cap})}{C_{Cap}}}$$

d) Transposição

Na presente metodologia, tentou-se agregar à cobrança o conceito do aumento de disponibilidade hídrica do rio, sendo a mesma vista como o oposto da captação. Se um usuário aumenta a vazão do rio em questão por meio de uma transposição de bacias, por exemplo, então ele causou um benefício à bacia em termos quantitativos e deve ser ressarcido por isso.

A fórmula de cálculo avalia a vazão lançada por sua quantidade (razão entre a vazão lançada e a vazão do rio no ponto de lançamento), sua qualidade (relação relativa entre a concentração de um dado parâmetro da vazão lançada e a concentração do rio) e pelo comprimento do rio favorecido pelo aumento da disponibilidade hídrica decorrente do lançamento (razão entre a distância desde o ponto de lançamento até o final do trecho sob cobrança e a distância total do rio estudado).

$$\boxed{Cobrança_{Transposição} = PPU \cdot Q_{Trans} \cdot \frac{d'}{D} \cdot \left(-\frac{Q_{Trans}}{Q_{Rio}} + \frac{(C_{Trans} - C_{Cap})}{C_{Cap}} \right)}, \text{ onde}$$

- Q_{Trans} = Vazão proveniente de outro corpo d'água (vazão de transposição), em m³/mês;

- Q_{Rio} = Vazão do rio no ponto de lançamento da vazão de transposição, em m³/mês;

- C_{Trans} = Concentração de cada poluente na vazão de transposição, em m³/mês;

- d' = Distância entre ponto de lançamento ao ponto da última captação no rio a jusante (km);
- D' = Distância total do rio sob cobrança, na mesma unidade que d' .

CÁLCULO

O cálculo da cobrança pelo uso da água foi programado em Excel, de forma a permitir uma simples utilização. De uma forma geral, o procedimento é realizado em duas planilhas: a primeira, “Dados e Cobranças dos Usuários”, destina-se à entrada de dados e a apresentação do valor a ser cobrado para cada um dos usuários; a segunda, “Outorgas e Cobranças dos Grupos”, realiza a cálculo da cobrança dos grupos de usuários e a simulação para o trecho do rio Paraíba do Sul. Para um melhor entendimento da programação, a Figura 2 apresenta um fluxograma simplificado do procedimento adotado.

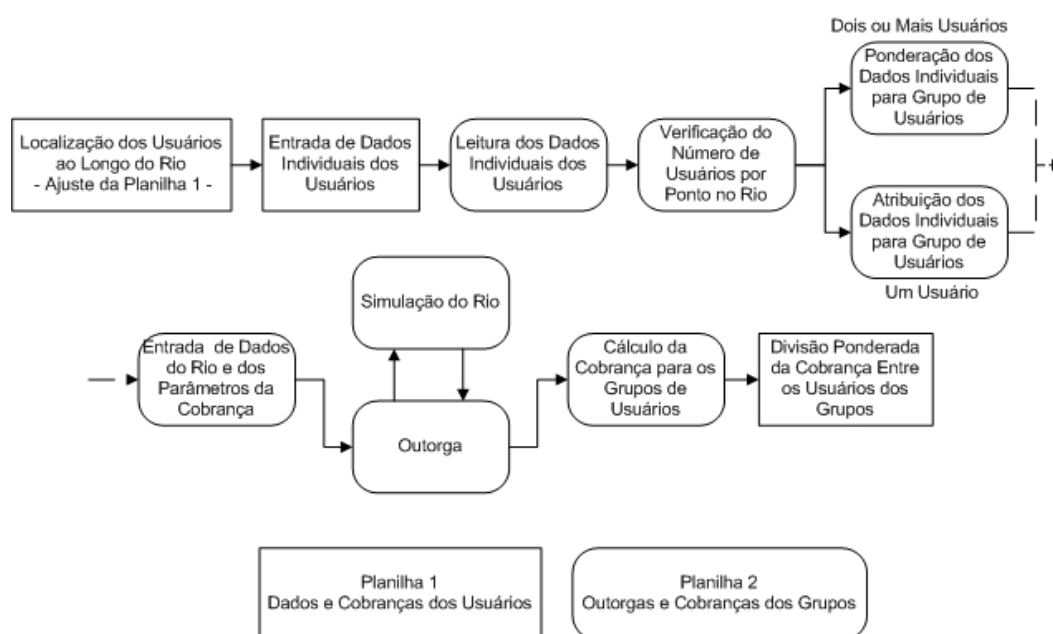


Figura 2: Fluxograma Simplificado do Procedimento de Cálculo

Como o objetivo do trabalho não é o cálculo do valor final da cobrança e sim a análise qualitativa das metodologias, utilizaram-se as mesmas de forma simplificada, incluindo apenas a DBO como parâmetro de qualidade da água. Além disso, o cálculo da cobrança pelo uso da água foi realizado considerando apenas os dados do mês de abril de 1997.

Apesar do escopo do trabalho estar voltado para a cobrança, na programação do cálculo da mesma foi incluída a decisão de outorga dos usuários, visando uma aplicação mais abrangente e até um emprego futuro da mesma. A decisão de conceder ou não a outorga aos usuários na programação realizada altera a disponibilidade hídrica do rio Paraíba do Sul, mas não altera a concentração de DBO, já que a programação da autodepuração deste parâmetro é mais complexa.

RESULTADOS

Conforme citado anteriormente, procurou-se fazer uma análise qualitativa das metodologias, através dos cálculos realizados através de duas planilhas, explicadas no item anterior. O valor calculado nas planilhas é discriminado para cada uso – captação, consumo e diluição – para todas as metodologias, mais a transposição para a metodologia proposta, embora, no resultado final, este uso não tenha sido computado, por não haver nenhum caso de transposição no trecho do rio Paraíba do Sul de onde foram utilizados os dados para as simulações (isto é, os valores de cobrança sobre a transposição são todos nulos). A Tabela 7 mostra o valor total obtido em cada metodologia, discriminado por trecho e por usuário. Há trechos em que não há usuários, e há outros em que, ao contrário, há mais de um usuário

Podemos observar que os valores encontrados para um mesmo usuário com as quatro metodologias são muito discrepantes, como poderia se prever, devido à diferença nas abordagens de cada uma. É importante frisar porém que os valores calculados com a Metodologia Proposta não são sugestão para valores de cobrança reais, apenas demonstrativos de como esta metodologia incorpora aspectos que as demais não trazem, e que podem ser ponto de partida para discussões nos Comitês de Bacia sobre os critérios adotados para a cobrança. As cidades, por exemplo, tiveram seus valores aumentados devido à grande carga de esgoto que é lançada no corpo hídrico. Os afluentes, que também foram “cobrados”, por outro lado, teriam que ser ressarcidos pelo fato de melhorarem a qualidade da água. . A fórmula mais simplificada, metodologia 1, tem a vantagem de ser simples, e a desvantagem de ser tão simples que não “enxerga” a qualidade da água. A metodologia proposta neste trabalho procura incorporar não só a questão do enquadramento do corpo hídrico e da qualidade do efluente lançado como também a questão da indisponibilização a montante ou a jusante, além da transposição, ainda não contempladas pelas metodologias implementadas até o momento.

Vejamos os resultados numéricos obtidos e as análises sobre os mesmos em seguida:

Tabela 2: Comparação de resultados das metodologias 1, 2, 3 e proposta

Trecho	Ponto	km	Localidades Indústrias Afluentes	Metodologia 1	Metodologia 2	Metodologia 3	Metodologia Proposta
				Total R\$/mês	Total R\$/mês	Total R\$/mês	Total R\$/mês
ITA1	1	123		0,00	0,00	0,00	0,00
	2	122		0,00	0,00	0,00	0,00
	3	121		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	120		0,00	0,00	0,00	0,00
	5	119		0,00	0,00	0,00	0,00
	6	118	Cidade de Itatiaia	2.374,27	79.863,05	1.597,26	179.132,65
			Rio Santo Antônio	48.211,20	19.284,48	385,69	-4.382,84
	7	117		0,00	0,00	0,00	0,00
	8	116	Xerox	304,82	209,89	391,91	435,46
	9	115		0,00	0,00	0,00	0,00
10	114		0,00	0,00	0,00	0,00	
RES1	1	113		0,00	0,00	0,00	0,00
	2	112		0,00	0,00	0,00	0,00
	3	111		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	110		0,00	0,00	0,00	0,00
	5	109	Clariant	2.218,75	39.937,54	1.297,97	90.659,24
			Matadouro Avança	2.592,00	65.422,08	2.126,22	149.552,37
	6	108		0,00	0,00	0,00	0,00
	7	107	Cidade de Resende	5.598,72	-335,92	6.298,56	241,32
	8	106	Cidade de Resende	13.996,80	283.748,71	7.189,53	568.028,03
			Ind. Química Resende	3.784,32	160.076,74	5.202,49	325.591,68
Rio Sesmaria			113.529,60	45.411,84	908,24	-20.089,00	
9	105	Coop. Agro. Resende	2.592,00	58.786,56	1.910,56	117.380,57	
10	104	Cid. Agulhas Negras	2.395,01	101.375,40	2.027,51	201.170,05	
		Rio Alambari	55.987,20	22.394,88	447,90	-11.017,56	
RES2	1	103		0,00	0,00	0,00	0,00
	2	102		0,00	0,00	0,00	0,00
	3	101		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	100		0,00	0,00	0,00	0,00
RES3	1	99	Cid. de Pedra Selada	46,66	113,84	2,28	109,29
			Cynamid	259,20	7.516,80	244,30	10.037,79
			Lab Wander	2.592,00	1.998.950,40	64.965,89	2.735.696,22
			Rio Pirapetinga	146.188,80	58.475,52	1.169,51	-66.085,35
	2	98		0,00	0,00	0,00	0,00
	3	97		0,00	0,00	0,00	0,00
4	96		0,00	0,00	0,00	0,00	
5	95		0,00	0,00	0,00	0,00	
6	94		0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabela 2: Comparação de resultados das metodologias 1, 2, 3 e proposta

Trecho	Ponto	km	Localidades Indústrias Afluentes	Metodologia 1	Metodologia 2	Metodologia 3	Metodologia Proposta
				Total R\$/mês	Total R\$/mês	Total R\$/mês	Total R\$/mês
RES4	1	93	Rio Barreiro do Baixo	141.004,80	56.401,92	1.128,04	-59.499,14
	2	92	Seagran Destilaria	3.723,15	1.893,49	4.786,91	4.218,35
	3	91		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	90		0,00	0,00	0,00	0,00
	5	89		0,00	0,00	0,00	0,00
	6	88		0,00	0,00	0,00	0,00
	7	87		0,00	0,00	0,00	0,00
	8	86		0,00	0,00	0,00	0,00
	9	85		0,00	0,00	0,00	0,00
	10	84		0,00	0,00	0,00	0,00
RES5	1	83		0,00	0,00	0,00	0,00
	2	82		0,00	0,00	0,00	0,00
	3	81		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	80		0,00	0,00	0,00	0,00
	5	79		0,00	0,00	0,00	0,00
	6	78		0,00	0,00	0,00	0,00
	7	77		0,00	0,00	0,00	0,00
	8	76		0,00	0,00	0,00	0,00
	9	75	Matadouro Paiva	2.592,00	32.400,00	1.053,00	50.697,47
	10	74	Cidade de Quatis	1.031,62	44.565,81	891,32	72.027,09
BMAN1	1	73	Abatedouro Barrinha	2.592,00	12.182,40	395,93	17.444,84
			Cooperativa Quatis	2.592,00	8.709,12	283,05	11.732,21
	2	72	Cidade de Porto Real	611,71	26.425,96	528,52	42.995,48
	3	71	Coca-Cola	240,54	-122,67	360,81	10,37
	4	70	Coca-Cola	601,34	4.665,60	641,87	6.894,72
	5	69		0,00	0,00	0,00	0,00
	6	68	Cidade de Floriano	1.099,01	47.477,15	949,54	78.029,57
	7	67		0,00	0,00	0,00	0,00
	8	66		0,00	0,00	0,00	0,00
	9	65		0,00	0,00	0,00	0,00
BMAN2	1	63		0,00	0,00	0,00	0,00
	2	62		0,00	0,00	0,00	0,00
	3	61		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	60		0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 2: Comparação de resultados das metodologias 1, 2, 3 e proposta

Trecho	Ponto	km	Localidades Indústrias Afluentes	Metodologia 1	Metodologia 2	Metodologia 3	Metodologia Proposta
				Total R\$/mês	Total R\$/mês	Total R\$/mês	Total R\$/mês
BMAN3	1	59	Cid. Rib. S. Joaquim	20,74	16,17	0,32	7,54
			Cid. S. J. Turvo	2.503,87	225.548,79	4.510,98	391.812,19
			Cid. N. Sra. Amparo	88,13	285,53	5,71	411,06
			Rio Turvo	216.691,20	86.676,48	1.733,53	-65.158,89
	2	58	Dupont do Brasil	10.212,48	108.660,79	3.531,48	177.133,70
	3	57		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	56		0,00	0,00	0,00	0,00
BMAN4	1	53	Frigorífero Irapuru	25.920,00	7.636.032,00	248.171,04	11.831.272,55
			CSBM	6.734,02	902,36	29,33	-5.332,84
			Rio Bananal	256.089,60	102.435,84	2.048,72	-97.027,74
	2	52	Nestlé	25.920,00	22.270.464,00	723.790,08	25.053.431,35
			Coop. Barra Mansa	25.920,00	179.884,80	5.846,26	176.652,97
			Abatedouro dee Aves	25.920,00	6.220,80	202,18	-18.914,59
			Rio Barra Mansa	89.164,80	35.665,92	713,32	-49.000,48
	3	51	Cid. de Barra Mansa	7.941,89	-9.609,68	8.934,62	252,60
			CSBM	19.103,04	2.788,78	25.138,25	728,28
			Nestlé	192,84	-233,34	289,27	6,13
	4	50	Cid. de Barra Mansa	20.653,06	892.212,02	17.844,24	902.961,87
	5	49	Lit. Volta Redonda	18,66	-26,13	27,99	0,49
			Barbará	3.462,91	-4.848,08	5.194,37	93,85
	6	48	Barbará	8.657,28	8.447,43	4.256,97	33,00
	7	47		0,00	0,00	0,00	0,00
	8	46	Estanífera	14,52	-19,67	21,77	11,28
			Fornasa	47,69	-64,62	71,54	38,66
			Cimento Tupi	39,40	-53,38	59,10	31,61
	9	45	Estanífera	2.592,00	1.503,36	48,86	-985,85
	10	44	Fornasa	362,88	3.599,77	116,99	3.507,84
Cimento Tupi			2.592,00	466,56	15,16	-2.090,32	
VRED1	1	43		0,00	0,00	0,00	0,00
	2	42	CSN	144.270,72	807.916,03	26.257,27	676.782,16
	3	41	CSN	578.150,78	73.487,76	755.702,78	9.433,09
			Cid. de Volta Redonda	24.883,20	-35.956,22	27.993,60	536,28
	4	40	Cid. de Volta Redonda	62.208,00	1.310.504,52	55.666,41	1.248.296,52
			Ribeirão Brandão	75.168,00	30.067,20	601,34	-45.100,80
	5	39		0,00	0,00	0,00	0,00
6	38		0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabela 2: Comparação de resultados das metodologias 1, 2, 3 e proposta

Trecho	Ponto	km	Localidades Indústrias Afluentes	Metodologia 1	Metodologia 2	Metodologia 3	Metodologia Proposta
				Total R\$/mês	Total R\$/mês	Total R\$/mês	Total R\$/mês
VRED2	1	37		0,00	0,00	0,00	0,00
	2	36		0,00	0,00	0,00	0,00
	3	35		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	34		0,00	0,00	0,00	0,00
	5	33		0,00	0,00	0,00	0,00
	6	32	Moreira Moagem	2.592,00	30.792,96	1.000,77	28.200,96
			Coop. Leite Prod. Rur.	2.592,00	7.205,76	234,19	4.613,76
7	31		0,00	0,00	0,00	0,00	
VRED3	1	30		0,00	0,00	0,00	0,00
	2	29		0,00	0,00	0,00	0,00
	3	28		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	27		0,00	0,00	0,00	0,00
	5	26		0,00	0,00	0,00	0,00
	6	25		0,00	0,00	0,00	0,00
	7	24		0,00	0,00	0,00	0,00
	8	23		0,00	0,00	0,00	0,00
	9	22		0,00	0,00	0,00	0,00
	10	21		0,00	0,00	0,00	0,00
VRED4	1	20	Cidade de Pinheral	1.477,44	63.825,41	1.276,51	64.869,14
	2	19		0,00	0,00	0,00	0,00
	3	18	Cidade de Arrozal	741,31	16.030,39	320,61	16.240,03
			Córrego Cachimbau	89.683,20	35.873,28	717,47	-51.681,84
	4	17		0,00	0,00	0,00	0,00
	5	16		0,00	0,00	0,00	0,00
	6	15		0,00	0,00	0,00	0,00
	7	14		0,00	0,00	0,00	0,00
	8	13		0,00	0,00	0,00	0,00
9	12		0,00	0,00	0,00	0,00	
VRED5	1	11	Cid. de Vargem Alegre	305,86	13.212,98	264,26	14.342,68
	2	10	Cidade de Dorândia	243,65	3.206,41	64,13	3.326,96
			Cidade de Ipiabas	352,51	6.711,83	134,24	7.121,68
	3	9		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	8		0,00	0,00	0,00	0,00
5	7		0,00	0,00	0,00	0,00	
VRED6	1	6	Fund. Thiessen	2.592,00	45.100,80	1.465,78	48.892,93
	2	5	Metal. Barra do Pirai	1,45	0,55	1,87	1,08
	3	4		0,00	0,00	0,00	0,00
	4	3		0,00	0,00	0,00	0,00
	5	2		0,00	0,00	0,00	0,00
	6	1		0,00	0,00	0,00	0,00

Análise dos resultados

A presente metodologia pretende inserir conceitos antigos, como por exemplo, a cobrança dos usuários do Setor Elétrico, na formulação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Foram considerados os aspectos relativos à transposição de vazões (aumento da disponibilidade hídrica do rio), agregando usuários como a Light, que para gerar energia realiza a transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu. Neste caso, se a Metodologia Proposta prevalecesse, a Light seria cobrada pelo CEIVAP e ressarcida pelo Comitê do rio Guandu.

O segundo aspecto considerado foi a questão da garantia de vazão em um ponto do rio, o que agrega, por exemplo, usuários do Setor Elétrico, que necessitam de certa vazão para gerar energia; de navegação, que necessitam de calados mínimos para suas embarcações; e interessados em explorar o turismo, que necessitam de vazões mínimas para recreação.

Um conceito que a presente metodologia passa a considerar é a questão da indisponibilização de vazões ao longo do rio. Fica previsto que usuários que indisponibilizem vazões por maiores trechos do rio devam ser cobrados a mais do que usuários que indisponibilizem as mesmas vazões por trechos menores. Este conceito precisa ser aprimorado, uma vez que a cobrança pela indisponibilização se baseia na vazão captada, mesmo que o usuário consuma parte desta vazão e lance uma vazão menor do que a captada.

Um ponto relevante apresentado na Metodologia Proposta é a forma de ponderação do impacto da qualidade da água sobre o preço a ser cobrado. Na Metodologia 2, esta ponderação era feita pela simples relação entre a concentração de cada poluente (de lançamento no caso de diluição e do corpo hídrico no caso de captação) e a concentração meta de cada poluente considerado (parâmetro limite para a classe do rio), denominada aqui de Razão Absoluta. Na presente metodologia, esta ponderação é calculada a partir da razão entre a diferença das concentrações captada, lançada ou transposta (dependendo do uso) e a concentração do rio ou concentração meta (dependendo do uso), e a concentração do rio ou concentração meta (dependendo do uso e dos valores dos parâmetros de qualidade). Esta ponderação foi chamada de Razão Relativa.

Para uma melhor visualização da diferença entre as relações Absoluta e Relativa, a Figura 3 é apresentada a seguir. Nesta Figura, as relações fazem referência às concentrações de DBO, que para a classe 2 (classe em que se enquadra o rio Paraíba do Sul) tem o limite de 5,0 mg/l (faixa cinza no gráfico). A Razão Relativa, diferentemente da Absoluta, aumenta quando a concentração que está sendo comparada à concentração meta se afasta desta última. Isto incentiva os usuários a lançarem seus efluentes com baixa concentração de DBO, por exemplo.

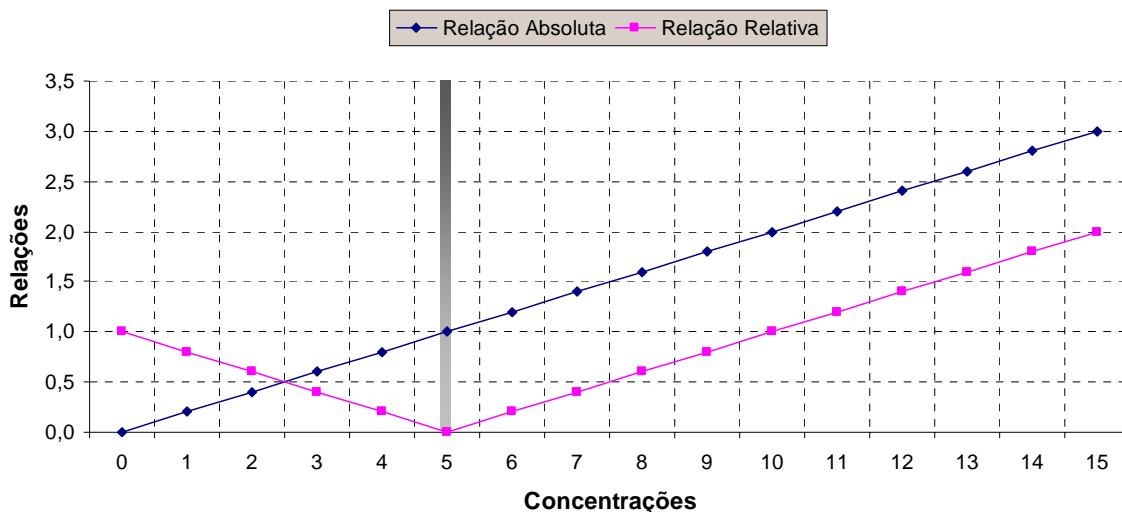


Figura 3: Comparação Entre as Razões Absoluta e Relativa

A inserção dos novos parâmetros de ponderação (indisponibilização e Razão Relativa) visa a eliminar qualquer decisão subjetiva no processo de cálculo da cobrança, como os coeficientes K_0 e K_4 .

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pretendeu-se com este trabalho comparar algumas metodologias já existentes de cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos, aplicadas a um trecho do rio Paraíba do Sul, e apresentar uma nova formulação que incorpora aspectos não contemplados pelas demais metodologias, notadamente a substituição de coeficientes cujos valores são atribuídos subjetivamente pelos Comitês de Bacia, o que pode acarretar valores de cobrança muito diferenciados entre bacias contíguas.

Com relação às metodologias apresentadas, os resultados para o trecho em estudo com os mesmos dados de entrada foram muito diferentes, como poderia se prever, devido às diferenças nas abordagens e aos valores atribuídos aos coeficientes multiplicadores, que podem minorar ou majorar os preços de cobrança, dependendo dos objetivos que se queiram atingir, ligados diretamente à hierarquização das intervenções elencadas no Plano de Bacia.

Com relação à metodologia desenvolvida neste trabalho, que é na verdade um refinamento da segunda metodologia apresentada, ela procurou evitar o uso de coeficientes cujos valores são de ordem essencialmente subjetiva, através da criação de um novo parâmetro. Este novo parâmetro leva em consideração o ponto de lançamento ser diferente do ponto de captação, o que significa que um usuário pode indisponibilizar uma certa quantidade para alguns usuários a montante (ou a jusante) do ponto de restituição. A formulação procurou também incorporar a concentração de DBO da água captada, isto é,

se o usuário retira água com concentração de DBO acima do limite (5 mg/l) e a devolve com a concentração menor, ele receberia tanto pela qualidade da água captada quanto pela qualidade da água lançada. Por fim, pretendeu-se incorporar novos usos e setores, como a transposição de bacias e o setor hidrelétrico.

Como recomendações, sugere-se que o setor elétrico seja mais contemplado, considerando as barragens que regularizam vazões e que aumentam a disponibilidade hídrica dos usuários a jusante, e que seja mais aprofundada a idéia da criação de uma nova categoria de “vazões indisponibilizadas por trechos” (além da captação, consumo, diluição e transposição), sempre tendo em mente que um modelo que requer dados complexos geralmente não é aplicável.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Professor José Paulo Soares de Azevedo pela revisão do texto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CEIVAP, 2001. *Proposta de uma Metodologia para a Fase Inicial de Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul*. Anexo à Deliberação nº 03/2001.
- [2] CORHI/SP, 1997. *Simulação da Cobrança pelo Uso da Água*. Relatório Preliminar do Grupo de Trabalho – Modelo de Simulação para o CRH.
- [3] LABHID (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ), 2002. *Diretrizes e Critérios de Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos – Relatório PGRH – RE – 010 – R0*. In: Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul, volume 7.
- [4] LABHID, 2002. *Prioridade para Outorga de Direitos de Uso de Recursos Hídricos – Relatório PGRH – RE – 010 – R0*. In: Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul, volume 6.
- [5] LABHID, 2002. *Síntese do Documento Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul – Relatório PGRH – RE – 019 – R0*, capítulos 8 e 9.
- [6] LABHID, 2002. *Modelagem de Qualidade de Água – Sub Região A – Relatório PS – RE – 026 – R3*. In: Programa de Investimentos da Bacia do rio Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro (PQA/RJ).