

». Isto determina que a cobrança seja realizada através do rateio do custo das intervenções entre os que causam a necessidade de suas implementações ou que delas usufruem.

Como forma de subsidiar o Estado na implementação de seu Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, o Governo do Estado do Rio Grande do

¹ Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS
Caixa Postal 15029, CEP.: 91501-970, Porto Alegre - RS
E-mail: Jaildo@bigfoot.com e Lanna@if.ufrgs.br

Os usos 2 e 3 são comumente cobrados pelas companhias de saneamento; o 2 pelas entidades que gerenciam projetos públicos de irrigação. A oportunidade da cobrança dos usos 1 e 4 tem sido considerada nos processos de modernização dos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos e do ambiente realizados no âmbito federal e de alguns estados brasileiros e será o elemento de avaliação no presente trabalho.

Neste artigo serão considerados dois tipos de cobrança: uso 1 (uso da água bruta) e uso 4 (lançamento de efluentes). As seguintes condições foram adotadas:

Cobrança do uso 1: não foi considerado nenhum investimento para aumento da oferta de água. Os recursos arrecadados deste grupo de usuários serão utilizados para reduzir o pagamento de alguns poluidores (uso 4) que tenham baixa capacidade de pagamento ou, mesmo, para melhorar a rede de monitoramento da bacia. Uma das justificativas para esta cobrança é que este grupo de usuários se beneficiará da melhor qualidade da água alcançada com a

pagador).

Cobrança do Uso 4 - neste caso, o principal objetivo da cobrança será gerar recursos para implantar sistemas de tratamento de efluentes (princípio poluidor-pagador).

2.1 - Cobrança pela Captação de Água Bruta (Uso 1)

O modelo de cobrança adotado prevê a possibilidade de se considerar uma série de fatores de ponderação para ajustar os preços unitários da água a seus atributos de qualidade e confiabilidade, à categoria de uso, ou a razões de estímulo social ou econômico. Estes fatores são: 1) localização da captação: esta possibilidade é representada pelo parâmetro K_i e pode ser utilizado, por exemplo, para onerar um usuário que tenha sua captação localizada em um trecho mais crítico; 2) tipo de uso: o parâmetro K_u permite considerar o nível consuntivo do uso; 3) estação do ano:- representado pelo parâmetro K_{EST} , pode ser utilizado para definir preços diferentes nas estações secas e úmidas.

A estrutura de cobrança é baseada no volume retirado, no local da captação, no tipo de uso e na estação do ano que ocorre a retirada. A equação 1 representa esta estrutura de cobrança. Os valores de K_i , K_u e K_{EST} são negociados ou arbitrados.

$$\$(i, u) = K_i \cdot K_u \cdot K_{EST} \cdot Q(i, u) \quad (1)$$

onde $\$(i, u)$ é o valor que será cobrado do usuário u , que retira a água no trecho i ; K_i é o coeficiente para considerar o local onde a água é captada (adimensional); K_u é o coeficiente para considerar o tipo de uso (adimensional); K_{EST} é o coeficiente para considerar a estação do ano (adimensional); $Q(i, u)$ é o volume captado no trecho i , pelo usuário u , (m^3); $\$$ é o preço da água (US\$/ m^3).

2.2 Cobrança pelo Lançamento de Efluentes (Uso 4)

Deseja-se estabelecer um critério de cobrança que atenda os seguintes pré-requisitos: 1) na proporção da sua própria carga de lançamento; 2) de acordo com os objetivos de despoluição, em sua espacialização na bacia; 3) de forma a que seja atingida a arrecadação prevista; e 4) na proporção do custo de tratamento de cada fonte;

A estrutura de cobrança adotada utiliza da seguinte equação:

$$\$(i,u) = \sum_k \{ C_{in}(i,k) \cdot Preço(u,k) \cdot Carga(i,u,k) \} \quad (2)$$

onde $\$(i,u)$ é o valor da cobrança anual a ser pago pelo usuário u , que lança seus efluentes no trecho i ; $C_{in}(i,k)$ é o coeficiente de inefetividade do parâmetro k no trecho i ; $Preço(u,k)$ é o preço básico relacionado ao parâmetro k lançado pelo usuário u ; $Carga(i,u,k)$ é a carga do parâmetro k , lançado pelo usuário u , no trecho i .

A racionalidade da estrutura tarifária é estabelecer dois preços unitários básicos: um relacionado ao parâmetro de poluição, notado por $\$(k)$ e o outro relacionado à fonte de emissão, notado como $\$(u)$. A equação 3 apresenta a estrutura do preço.

$$Preço(u,k) = \$(u) \cdot \$(k) \quad (3)$$

onde $Preço(u,k)$ é o preço básico relacionado ao parâmetro k lançado pelo usuário u ; $\$(u)$ é o componente do preço unitário básico relacionado à fonte de emissão; $\$(k)$ é o componente do preço unitário básico relacionado ao parâmetro k .

O valor inicial da cobrança pelo parâmetro k é obtido pela multiplicação de seu preço unitário final pela respectiva carga emitida deste mesmo parâmetro. Esta parcela atende o critério 1 da cobrança (proporcionalidade com carga emitida). Para atender o critério 2 da cobrança, referente à espacialização dos objetivos de despoluição, o valor inicial da cobrança é modificado pelo coeficiente de inefetividade (C_{in}). Este pode ser proporcional, por exemplo, à quantidade de concentração do parâmetro k que viola os limites tolerados no trecho i . Este coeficiente trata de uma medida de inefetividade, que é dado por:

$$C_{in}(i,k) = [Carga(i,k) - Carga^*(i,k)] / Carga^*(i,k) \quad (4)$$

onde $C_{in}(i,k)$ é o coeficiente de inefetividade; $Carga(i,k)$ é a carga observada do parâmetro k no trecho i ; $Carga^*(i,k)$ é a carga do parâmetro k a ser atingida no trecho i .

Quando introduzido na fórmula da cobrança três situações podem ocorrer: 1) $C_{in}(i,k)$ é nulo: a fonte que lança seus efluentes no trecho i não pagará nada pelo lançamento do parâmetro k ; 2) $C_{in}(i,k)$ é positivo: neste caso a fonte emissora terá seu pagamento aumentado, caracterizando a situação de inefetividade; 3) $C_{in}(i,k)$ é negativo: a fonte emissora obterá um crédito de «bom comportamento». Nesta situação a fonte emissora terá seu pagamento diminuído.

Esta última situação poderia ser considerada incoerente se analisada sob o ponto de vista de que quanto maior for a carga do parâmetro maior será o crédito. Porém, isto pode ser considerado como um estímulo a, por exemplo, atividades que façam maior uso da capacidade de assimilação do parâmetro k,

Em locais nos quais a totalidade ou quase totalidade dos parâmetros estão dentro da faixa desejável, pode acontecer da fonte ter uma cobrança total negativa, o que não faz sentido. Esta situação pode ser considerada como um estímulo para que as fontes se localizassem nesta região.

Finalmente, para aplicação da estrutura de cobrança apresentada bastará o estabelecimento dos preços unitários $\$P(k)$ e $\$F(u)$, para cada parâmetro indicador de poluição e fonte de emissão, e aplicação da equação 2. Diversas alternativas poderão ser estabelecidas em função dos valores atribuídos

Pelo critério 3, o sistema de cobrança deve arrecadar um montante anual igual ao previsto pelo sistema de gerenciamento. A equação 5 garante o

$$\sum_i \sum_u \{ \$ (i, u) \} = CT \quad (5)$$

onde $\$(i, u)$ é o valor da cobrança anual a ser pago pelo usuário u, que lança seus efluentes no trecho i; C_T é o custo total anual a ser arrecadado.

O critério 4 estabelece que cada fonte deverá pagar de acordo com seus custos de tratamento. Para introduzir esta diretriz é definido como «economia global» à diferença entre o que a bacia pagaria para adotar a solução técnica preconizada e o custo de uma outra qualquer, menos ambiciosa em termos de remoção de poluentes. A distribuição desta «economia global» entre as fontes de lançamentos será proporcional ao custo total por fonte, na mesma solução técnica preconizada. Isto pode ser representado pela equação 6.

$$E = [C_T - C_R] / C_T \quad (6)$$

onde E é a fração que a «economia global» representa do custo total; C_T é o custo total anual a ser arrecadado para adoção da solução técnica preconizada; C_R é o custo total anual a ser arrecadado para adoção de outra solução qualquer.

Assim, o usuário u pagará anualmente o valor relativo ao seu custo na solução técnica preconizada descontada a fração E. O valor a ser pago pelo

$$\sum_i \$ (i, u) = (1 - E) \cdot \text{Custo}(u) \quad (7)$$

onde $\$(i, u)$ é o valor da cobrança anual a ser pago pelo usuário u , que lança seus efluentes no trecho i ; E é a fração que a «economia global» representa do custo total; $\text{Custo}(u)$ é o custo do tratamento dos efluentes gerados pelo usuário u na solução técnica preconizada, descontada a parcela de subsídio direto ou cruzado, se houver.

Por fim, buscou-se, sempre que possível, manter idênticas as proporções entre os preços unitários básicos relacionados aos parâmetros ($\$(p(k))$) e o quão distantes estes parâmetros se encontram da situação desejada. Para representar esta distância pode se utilizar, por exemplo, um valor médio do coeficiente de inefetividade: $C_{InMédio}(k)$. A proporção para o parâmetro k é

$$P_k = \$_p(k) / C_{InMédio}(k) \quad (8)$$

onde P_k é a proporção entre o preço unitário básico do parâmetro k e o quão distante este se encontra da situação desejada; $\$(k)$ é o preço unitário básico relacionado ao parâmetro k ; $C_{InMédio}(k)$ é o coeficiente de inefetividade médio

Para que isto possa ser assegurado utiliza-se um artifício da otimização matemática: cria-se uma variável P_{min} , limite inferior para estas proporções, ou seja, $P_{min} \leq P_k$. O valor de P_{min} deverá ser maximizado. Por este artifício, sempre que possível, será obtida a igualdade de todos os P_k . Isto transforma a determinação dos preços unitários básicos $\$(u)$ e $\$(k)$ em um problema de otimização não-linear com a seguinte formulação (Tabela 1):

Tabela 1: Formulação do Problema de Cobrança - Uso 4

<p>Maximize $\{ P_{min} \}$ $\\$(u)$ e $\\$(k)$ sujeito a:</p> $\sum_i \sum_u \$ (i, u) = CT$ $\sum_i \$ (i, u) = (1 - E) \cdot \text{Custo}(u)$ $P_k = \$_p(k) / C_{InMédio}(k)$ $P_{min} \leq P_k$ $\$(u) \text{ e } \$_p(k) \geq 0$

Esta formulação será válida mesmo quando não houver «economia global», ou seja, a solução adotada for igual a solução técnica preconizada e portanto, $E=0$.

3. APLICAÇÃO E RESULTADOS

Para a cobrança do uso 1 (captação de água bruta), como não foi considerado nenhum investimento para aumento da oferta de água, a primeira dificuldade que surge é decidir quanto se deseja arrecadar, ou de outra forma, qual o preço unitário que deve ser cobrado de cada grupo de usuário. A resposta para essas questões virá de um processo de negociação no Comitê de Bacia. Para efeito deste trabalho procurou-se observar algumas premissas: 1) a tarifa de água captada para abastecimento humano, por assegurar condições sanitárias e ser fator de melhoria da qualidade de vida, deve ser menor que as demais; 2) o valor da tarifa deve considerar a capacidade de pagamento do usuário, de forma a permitir a continuidade de suas atividades na bacia, salvo situação onde o

Considerou-se, para fins de cobrança, que as vazões captadas são constantes ao longo do ano, o que pode levar a superestimação desses valores. Considerando que esta área não apresenta problemas de ordem quantitativa, optou-se por uma estrutura tarifária simplificada onde o preço da água não sofrerá variação espacial nem temporal o que torna os parâmetros K_i e K_{EST} constantes e iguais a unidade, restando apenas o coeficiente de uso que, multiplicado por um preço básico, informará os custos unitários para cada grupo de usuário. O preço básico adotado foi US\$ 0.02/m³. Os coeficientes e os respectivos preços unitários para cada tipo de uso estão apresentados na Tabela 2. O total arrecadado é obtido a partir das estimativas de consumo para cada grupo de usuário realizada por MAGNA (1996).

Tabela 2: Coeficiente de Uso, Preço Unitário e Total Arrecadado

	K_{USO}	Preço Unitário (US\$/m ³)	Total arrecadado (US\$)
População Urbana	1.00	0.020	2 198 471
População Rural	1.00	0.020	27 715
Irrigação	0.25	0.005	836 081
Dessed. Animais	0.25	0.005	19 439
Indústria	1.50	0.030	1 381 209

O fato do preço unitário da água para a irrigação e dessedentação de animais ser menor que o preço unitário para o abastecimento humano (urbano e rural), pode parecer uma contradição com a premissa de que este último tipo de uso deveria ser menor. Porém para estabelecer estes valores considerou-se a capacidade de pagamento dos usuários. A irrigação, dentre os usos de água na bacia do rio dos Sinos, é indubitavelmente o mais sensível a cobrança.

O estudo realizado por MAGNA (1996) conclui que o principal problema da bacia do rio dos Sinos é a qualidade de seus recursos hídricos e propõe uma alternativa de tratamento denominada «solução técnica preconizada». Esta solução, considerando cada fonte de poluição, é apresentado na seqüência: Efluentes domésticos urbanos (EDU): lagoas de estabilização em série; Efluentes domésticos rurais (EDR): sistema fossa e sumidouro; Drenagem pluvial urbana (DPU): banhados artificiais; Fontes difusas rurais (FDR): sistemas de retenção de silte; Resíduos sólidos domésticos (RSD): bio-remediação *in loco*; Dessedentação de animais (ADA): bermas de contenção, lagoa anaeróbia e proporcionamento do efluente tratado a banhados naturais ou artificiais; Efluentes industriais tratados (EIT): tratamento físico-químico; Efluentes de irrigação do arroz (IRR): nenhum (dificuldades técnicas econômicas).

A tabela 3 apresenta as estimativas dos custos de implantação e de operação e manutenção desta solução.

Tabela 3: Custos de investimento, operação e manutenção e total anual (US\$)

Fontes de Poluição	Investimento		O&M anual		Custo anual total	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%
EIT	89 783 290	34.68	43 390 285	88.77	55 410 362	66.32
DPU	110 411 871	42.65	4 287 097	8.77	19 068 904	22.82
EDU	40 073 435	15.48	1 187 782	2.43	6 552 765	7.84
FDR	14 722 596	5.69	0	0.00	1 971 043	2.36
EDR	2 372 817	0.92	0	0.00	317 670	0.38
RSD	944 203	0.36	13 338	0.03	139 747	0.17
ADA	599 359	0.23	3 451	0.01	83 693	0.10
IRR	---	---	---	---	---	---
Total	258 907 571	100.00	48 881 954	100.00	83 544 183	100.00

Os valores estão em dólares americanos referentes a 1995. Para efeito de cálculo das anuidades foi adotado um período de amortização de 20 anos e uma taxa de juros de 12% ao ano. Estes valores servirão de base para que se atinja os pré-requisitos 3 e 4, propostos no critério de cobrança pelo lançamento de efluentes e que serão objetos das simulações a seguir.

Esta metodologia de cobrança permite considerar uma série de questões levantadas no processo de negociação no Comitê de Bacia, por exemplo: 1) quanto se deseja investir anualmente na bacia?; 2) haverá ou não utilização de subsídio cruzado?; 3) haverá algum tipo de subsídio direto?; 4) quanto dos recursos obtidos com a cobrança pela captação de água bruta serão utilizados para reduzir os custos de tratamentos e de quais fontes?.

De posse dessas informações, utiliza-se um Sistema de Apoio à Decisão desenvolvido em planilha eletrônica de cálculo para estimar as tarifas que deverão ser cobradas de cada usuário. Duas simulações serão apresentadas, apenas para ilustrar a metodologia. Na primeira, deseja-se arrecadar US\$ 83.544.183 anualmente, com o propósito de implantar a solução técnica preconizada integralmente (todas as fontes poluidoras serão tratadas), e não será utilizado nenhum tipo de subsídio nem se utilizará os recursos obtidos com a cobrança pela captação de água bruta. Na segunda simulação deseja-se arrecadar US\$ 9.064.917 (todas as fontes serão tratadas, exceto os efluentes industriais e a drenagem pluvial urbana); aplicação de subsídio e utilização dos recursos obtidos com a cobrança pela captação de água bruta, idem primeira

Admitiu-se que a população urbana assumirá os custos de tratamento da drenagem pluvial urbana e dos resíduos sólidos domésticos, além do custo de tratamento de sua própria poluição. Após compatibilizadas as unidades estas parcelas foram somadas e estão apresentados na linha hachuriada da Tabela 4. A população rural assumirá apenas os custos de tratamento de sua própria poluição e os custos referentes ao tratamento das fontes difusas rurais serão assumidos pelos proprietários das áreas.

Tabela 4: Preço Unitário de Lançamento de Efluentes (para cada Simulação)

Fonte Poluidora	Unidade	Simulação 1		Simulação 2	
		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
População urbana	US\$/hab.ano	20.33	0.60	2.21	0.06
D. P. urbana	US\$/ha.ano	4 841.93	200.49	525.56	21.76
Res. Sl. Dom.	US\$/hab.ano	0.33	0.02	0.04	0.00
Pop. Rural	US\$/hab.ano	51.82	1.53	5.62	0.17
F. D. Rural	US\$/ha.ano	32.92	1.64	3.57	0.18
Dessed. Animais					
Gde. Porte	US\$/cab.ano	2.670	0.082	0.29	0.009
Peq. Porte	US\$/cab.ano	0.089	0.003	0.01	0.000
Pop. Urbana ¹	US\$/hab.ano	43.92	2.84	4.77	0.31
Efluente Industrial					

CPS	US\$/m ³	1.68	0.05	0.18	0.01
B&A	US\$/m ³	0.17	0.01	0.02	0.00
TXT	US\$/m ³	13.41	0.39	1.46	0.04
ALIM	US\$/m ³	11.73	0.35	1.27	0.04
Q/PET	US\$/m ³	0.002	0.0002	0.0002	0.0000
MET	US\$/m ³	0.002	0.0002	0.0002	0.0000
PAPEL	US\$/m ³	0.002	0.0003	0.0002	0.0000
UTIL	US\$/m ³	11.73	0.35	1.27	0.04

CPS = Couros, Peles e Similares; B&A = Bebidas e Alcool; TXT = Têxtil; ALIM = Produtos Alimentares; Q/PET = Química e Petroquímica; MET = Metalúrgicas/Siderúrgicas; PAPEL = Celulose, Papel e Papelão; UTIL = Utilidade Pública. ¹ Pop. Urbana assumindo seus custos mais Res.Sol.Dom e D.P. Urb

Os valores do parâmetro $C_n(i,k)$, utilizado pelo modelo de cobrança, varia espacialmente na bacia fazendo com que exista um conjunto diferente de preços que serão cobrados do mesmo poluidor, a depender de sua localização na bacia. Porém, para efeito de avaliação dos impactos gerados por esta cobrança, serão considerados apenas os valores extremos que deverão ser cobrados de cada

Para avaliação do impacto da cobrança, MAGNA (1996), pesquisou as principais atividades econômicas usuárias da água na bacia. Seus custos operacionais e o consumo de água foram estimados, permitindo estabelecer a fração custo operacional por volume de água consumida. Esta fração permite a avaliação, de forma indireta, do impacto da cobrança sobre a atividade, através do incremento dos custos operacionais resultantes.

Segundo as simulações realizadas, a população rural tem custo unitário maior do que a população urbana, em contradição com o fato da população urbana dispor de renda maior do que a população rural.

No grupo das indústrias, as têxteis são as que sofrerão maiores acréscimos em seus custos operacionais, caso seja implementada a cobrança de acordo com qualquer uma das simulações executadas.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O instrumento de cobrança pelo uso da água, sobretudo a cobrança pelo lançamento de efluentes, foi tratado como um problema de rateio de custo. Os montantes que são cobrados de cada usuário foram estabelecidos através de alguns critérios de equidade de forma que seja arrecadado o valor anual a ser investido. Não existiu a preocupação de aprofundar questões de ordem microeconômicas, relacionadas à retração dos usos de água induzidos pela

Recomenda-se que seja feita uma melhor avaliação dos impactos econômico-financeiros provocados pela aplicação da cobrança pelo uso da água, tal como proposta neste trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAGNA ENGENHARIA LTDA. 1996. Diagnóstico dos usos e disponibilidade de água na bacia. In: __. _____ de uma proposta de gerenciamento dos recursos hídricos na bacia do rio dos Sinos, RS: Relatório. Porto Alegre. v. 1,v2 e v3.

PEREIRA, J. S. 1996. Análise de critérios de outorga e cobrança pelo uso da água na bacia do rio dos Sinos, RS. Porto Alegre: UFRGS - Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. 110f. Diss. Mestr. Engenharia Civil.