

Modelagem da Cobrança pelo uso da Água Bruta na Bacia do Rio Santa Maria/RS: I – Estratégia Metodológica e Adaptação à Bacia

Francisco Rossarolla Forgiarini

Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil - UFSM

francisco_forgiarini@yahoo.com.br

Geraldo Lopes da Silveira e Jussara Cabral Cruz

Departamento de Hidráulica e Saneamento – UFSM

geraldo.ufsm@gmail.com, jussaracruz@gmail.com

Recebido: 27/09/06 – revisado: 19/11/07 – aceito: 10/03/08

RESUMO

Atualmente, é possível identificar inúmeras propostas e estudos teóricos sobre a aplicação da cobrança pelo uso da água bruta em bacias hidrográficas brasileiras. Entretanto, a possibilidade real de aplicação da cobrança ainda provoca dúvidas e inquietações na sociedade, principalmente devido aos poucos trabalhos desenvolvidos em que a cobrança foi efetivamente implantada. Desta forma, o objetivo do presente trabalho é propor uma modelagem para a cobrança vinculada à realidade de uma bacia hidrográfica brasileira. O modelo foi construído considerando a limitação dos dados existentes, os instrumentos de gestão já estudados e a participação do comitê de gerenciamento da bacia. O levantamento e consistência dos dados cadastrais contemplaram todos os usos e usuários de água na bacia. As variáveis adaptadas ao modelo, função do cadastro estabelecido, refletem as características quali-quantitativas dos recursos hídricos da região de estudo.

Palavras-chave: cobrança pelo uso da água, modelos de simulação, cadastro de usuários da água.

INTRODUÇÃO

Na busca de atribuir um valor econômico à água, a cobrança pelo uso da água bruta foi introduzida no Brasil. Utilizada como um instrumento de gestão, a cobrança deve arrecadar recursos para dar suporte financeiro ao sistema de gestão de recursos hídricos e às ações definidas pelos planos de bacia hidrográfica. Além disso, a cobrança deve indicar para a sociedade que a água é um bem escasso e que possui um valor, com a finalidade de que este recurso seja utilizado de forma racional e que o seu uso atenda aos princípios do desenvolvimento sustentável.

Segundo Pereira (2002), o novo modelo de gestão dos recursos hídricos em implantação no Brasil caracteriza-se pela adoção do gerenciamento com integração participativa e pela tomada de decisões por meio de deliberações multilaterais e descentralizadas. Assim, as soluções para os problemas de gerenciamento dos recursos hídricos serão obtidas através da discussão entre o poder público, os usuários e as comunidades, organizados em comitês de bacia hidrográfica.

No que diz respeito aos instrumentos de gestão, em especial a cobrança, a sociedade possui um papel fundamental podendo aprovar ou reprovar a metodologia adotada para a definição dos valores a serem cobrados. De acordo com Magalhães et al. (2003), para que um modelo de cobrança seja aprovado pela sociedade, ele deve atender às seguintes condições: (i) aceitabilidade pública e política; (ii) simplicidade conceitual e transparência; (iii) facilidade de implantação e operação; (iv) compatibilidade com os demais instrumentos de gestão.

Atualmente, é possível identificar várias propostas e estudos teóricos sobre a aplicação da cobrança em bacias brasileiras. Entretanto, de acordo com Pereira e Speziali (2005), a possibilidade real de aplicação da cobrança ainda provoca dúvidas e inquietações na sociedade, principalmente devido aos poucos trabalhos desenvolvidos em que a cobrança foi efetivamente implantada nas bacias hidrográficas.

Assim, o objetivo do presente trabalho é propor uma modelagem para a cobrança pelo uso da água vinculada à realidade de uma bacia hidrográfica brasileira, considerando a limitação dos dados existentes, os instrumentos de gestão já estuda-

dos e a participação do comitê de gerenciamento da bacia.

FUNDAMENTOS ECONÔMICOS DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO

Segundo Pearce e Turner (1990), tradicionalmente a gestão ambiental conta com sistemas administrativos de controle centralizados em órgãos governamentais. Esses sistemas são fortemente baseados em instrumentos legais, tais como regulamentos e penalidades e, são chamados de Sistemas de Comando e Controle (C&C). Um sistema tipo C&C adota, geralmente, mas não exclusivamente, a abordagem por padrões uniformes de emissão. Contudo, existe a possibilidade de realizar políticas de gestão mais eficazes que as implementadas pelo sistema C&C, baseadas em Instrumentos Econômicos (IE's). De acordo com Santos (2002), os IE's são utilizados para, por meio de estímulos econômicos, se atingir determinados objetivos quali-quantitativos no meio ambiente. Também segundo a autora, as políticas de gestão baseadas em IE's são mais compatíveis com abordagens para o atendimento de padrões uniformes de emissão ou para objetivos de qualidade ambiental, pois esses instrumentos buscam justamente a otimização da capacidade de assimilação da poluição pelo meio. No caso específico do meio hídrico busca-se a otimização da capacidade de diluição dos corpos receptores.

Lanna (1995) aponta que a finalidade destes instrumentos é fazer com que o responsável por uma atividade que degrada ou utiliza os recursos hídricos sinta suas conseqüências, e as internalize no processo de tomada de decisão. Assim, a aplicação dos IE's na gestão de recursos hídricos tem como principal objetivo a internalização pelos usuários e poluidores das externalidades negativas geradas pelos seus respectivos usos (vazões captadas e/ou consumidas e cargas poluentes lançadas no meio hídrico). Além disso, os IE's são também instrumentos de geração de receita para financiamento do sistema de gestão, podendo chegar a financiar ações de proteção e recuperação da água em termos de qualidade e quantidade (Santos, 2002).

Principais instrumentos econômicos

Seroa da Motta et al. (1996) apresentam os mecanismos de gestão ambiental que incorporam incentivos econômicos (Tabela 1). Todos os quais,

de forma explícita ou implícita, têm algum efeito de incentivo, mesmo os tradicionais regulamentos do tipo C&C com pesadas multas, criam um efeito presumido de incentivo, porque o poluidor seria compelido a sujeitar-se aos regulamentos a fim de evitar as sanções.

Enquanto os incentivos econômicos relacionados aos C&C são estabelecidos depois de ocorrido o fato gerador, os IE's são aplicados antes de ocorrido o fato gerador. Apesar de apresentarem capacidade de geração de receita, multas e compensações por danos não são IE's propriamente ditos, porque o valor cobrado não tem, obrigatoriamente, uma relação com a internalização das externalidades negativas geradas (Santos, 2002).

Vantagens na utilização de instrumentos econômicos

Segundo CEPA (1997), os instrumentos de mercado são os mais importantes incitadores das mudanças tecnológicas. Locais onde as mudanças de preço dos bens de consumo não acontecem ou demoram em acontecer, as mudanças tecnológicas também não são verificadas, podendo acontecer quadros de escassez dos recursos naturais devido ao seu uso ineficiente.

Para Byrns e Stone (1992) o mercado também é uma ferramenta muito eficiente para assimilar e processar informação. De acordo com os autores é difícil, se não impossível, para reguladores ou mesmo participantes dos processos produtivos identificar e/ou quantificar todas as variáveis que influenciam o mercado, tais como: as expectativas dos consumidores e dos produtores e o impacto em atividades dos mercados estrangeiros. Entretanto, essas informações, eventualmente são refletidas nos preços de mercado.

Cánepa et al. (1999) enfatizam que outra vantagem na utilização de IE's é a grande flexibilidade em projetar respostas a objetivos ambientais publicamente determinados. Uma vez projetados os objetivos futuros de qualidade ambiental os sinais para ocorrerem tais mudanças são passadas pelo sistema de preço. Assim os usuários reagirão flexibilizando os seus usos, isto é, adotando soluções eficientes, como por exemplo, mudança de processo produtivo.

De acordo com CEPA (1997), outra vantagem verificada na utilização dos IE's é a permissão de poluidores com custos relativamente baixos de abatimento tratarem seus efluentes, enquanto que os poluidores com custos de abatimento altos poderão comprar licenças e assim evitam os seus altos custos. Esses negócios nutrirão uma aproximação de

custo benefício a poluição controladora e aumentação a qualidade do ambiente.

Tabela 1 - Mecanismos de gestão ambiental que incorporam incentivos econômicos: Exemplos Gerais (adaptado de Seroa da Motta et al, 1996).

Regulamentações e Sanções (Tipo C&C)

Padrões: O governo restringe a natureza e a quantidade de poluição ou do uso de um recurso para poluidores individuais ou usuários do recurso. O cumprimento é monitorado e sanções (multas, fechamento, detenção) aplicadas ao descumprimento.

Taxas, Impostos e Cobranças

Cobranças por Uso ou Emissão: O governo estabelece cobranças de poluidores individuais ou usuários de um recurso baseado na quantidade de poluição ou de uso do recurso e na natureza do meio receptor. A taxa é alta o suficiente para criar um incentivo à redução de impactos.

Criação de Mercado

Licenças Comercializáveis: O governo estabelece um sistema de licenças de poluição ou de licenças de uso de um recurso comercializáveis. O órgão ambiental leiloa ou distribui e monitora o cumprimento das licenças. Os poluidores ou os usuários do recurso comercializam as licenças a preços não controlados.

Intervenção de Demanda Final

Selos Ambientais: O governo apóia um programa de rotulação que exige que se divulguem as informações ambientais sobre produção e disposição final. Aplicam-se selos ambientais aos produtos “ambientalmente saudáveis”.

Legislação da Responsabilidade

Legislação da Responsabilização Estrita: O poluidor ou o usuário do recurso é obrigado por lei a pagar às partes afetadas por quaisquer danos. Estas recebem indenizações através de litígios ou do sistema judiciário.

OS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS E A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA BRUTA NO BRASIL

Após a Constituição Federal de 1988, foram criados os marcos legais mais significativos para a gestão de recursos hídricos no Brasil, são eles: a Lei Federal nº 9.433/97, denominada Lei das Águas, a Lei Federal nº 9.984/00 e as Leis estaduais de águas.

A Lei das Águas regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criando o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH).

Para atingir os objetivos da PNRH, a lei criou cinco instrumentos de gestão, um deles sendo a cobrança pelo uso da água. Os demais são: plano de recursos hídricos; outorga de direitos de uso; enquadramento dos corpos d’água em classes de uso e sistema de informações sobre recursos hídricos. A Figura 1 apresenta a inter-relação existente entre os cinco instrumentos de gestão, segundo interpretação da Lei nº 9.433/97.

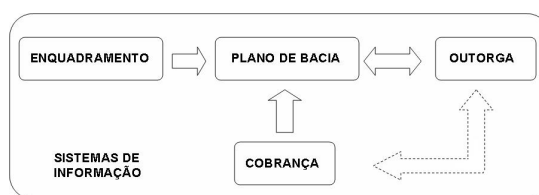


Figura 1 - Inter-relação entre os instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

O Plano de Bacia configura-se como o instrumento chave da integração de todas as ações e visa, em última análise, uma melhoria da oferta qualitativa da água perante as necessidades de uso dos recursos e de sustentação do ambiente. Suas diretrizes devem provir de processo social, onde se incluem a negociação do enquadramento, da outorga e da cobrança pelo uso da água. A implantação destes instrumentos, incluindo o próprio Plano de Bacia, podem ocorrer em um processo único ou escalonado ao longo do tempo, dependendo da região e do arranjo das forças políticas e sociais.

O enquadramento define o nível de qualidade a ser atingido na bacia, influenciando diretamente o plano da bacia. Com a outorga, o poder público faz a repartição dos recursos hídricos aos diversos usuários requerentes, de acordo com as prioridades estabelecidas nos planos de bacia hidrográfica e o equacionamento entre a disponibilidade hídrica e a demanda. Pode-se admitir que o Plano de Bacia será desenvolvido para atender o nível de qualidade determinado pelo enquadramento e para atingir os valores da outorga.

A cobrança tem como objetivo financiar as ações definidas no Plano da Bacia e necessita estar integrada aos demais instrumentos de gestão, especialmente a outorga, pois assim o usuário solicitaria a outorga correspondente à sua real necessidade e

além disso existiria uma facilidade de controle, fiscalização e aceitação da cobrança pela sociedade. O sistema de informação funcionará como um banco de dados das informações relativas aos recursos hídricos da região, fornecendo os dados necessários para o desenvolvimento dos estudos e as informações para todos os interessados (usuários, poder público, comunidade, etc).

Atualmente, os Estados mais adiantados na implementação da cobrança pelo uso da água são Ceará, Rio de Janeiro e São Paulo. O estado de Ceará foi o primeiro a instituir a cobrança pelo uso da água, por meio do Decreto Estadual nº 24.264 de 12/11/1996. No estado do Rio de Janeiro a cobrança para as águas estaduais foi instituída pela Lei nº 4.247, de 16/12/2003. Em São Paulo a aprovação ocorreu em 13/12/2005, com o Projeto de Lei nº 676 que tramitava na Assembléia Legislativa Paulista desde o ano de 2000. Além disso, existem duas bacias com rios da União, as bacias do Rio Paraíba do Sul (Comitê CEIVAP) e dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Comitê PCJ), que praticam a cobrança pelo uso da água. A Bacia CEIVAP cobra pelo uso da água desde o ano de 2003 e a Bacia PCJ iniciou a cobrança no ano de 2006.

ESTRUTURAS DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

De acordo com Pereira (2002), a determinação do valor a ser cobrado pelo uso da água gera muitas dificuldades. Dificuldades estas que estão na complexidade de se valorar um bem ambiental que apresenta vários usos e é variável no tempo e espaço. Conforme Ribeiro e Lanna (2001) existem quatro tipos de usos de água que podem ser objeto de cobrança. São eles:

- I. Uso da água disponível no ambiente (água bruta) como fator de produção ou bem de consumo final;
- II. Uso de serviços de captação, regularização, transporte, tratamento e distribuição de água (serviço de abastecimento, a usuários domésticos, agrícolas, etc);
- III. Uso de serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de esgotos (serviço de esgotamento);
- IV. Uso da água disponível no ambiente como receptor de resíduos.

V. Segundo Ribeiro e Lanna (2001), os usos tipo (ii) e (iii) são comumente cobrados pelas companhias de saneamento e o tipo (ii) pelas entidades que têm atribuições no fomento de projetos de irrigação. A oportunidade da cobrança dos usos dos tipos (i) e (iv) tem sido considerada nos processos de modernização dos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos e do ambiente realizados no âmbito federal e dos estados brasileiros.

De acordo com Thomas (2002), a cobrança dos usos dos tipos (i) e (iv) tem sido realizada com modelos que possuem a seguinte estrutura básica: $Cobrança = Base\ de\ Cálculo \times Preço\ Unitário \times Coeficientes$. Carrera-Fernandez e Garrido (2002) corroboram com a argumentação de Thomas e indicam que a cobrança pelo uso da água em cada uso consistirá na aplicação dos seguintes elementos: (i) o preço pelo uso da água; (ii) a base de cálculo; e (iii) os coeficientes de ponderação.

Desta forma, o valor da cobrança é o resultado da multiplicação da base de cálculo pelo preço unitário. A base de cálculo quantifica o volume de água utilizado para o uso de captação, consumo ou diluição (Carrera-Fernandez e Garrido, 2002). O preço é definido, em geral, em função dos objetivos da cobrança. Os objetivos podem ser separados em dois grandes grupos: (i) financiamento (por exemplo, Lanna, 1995; Silva e Diniz, 2001) e (ii) otimização econômica (por exemplo, Tavares e Lanna, 1998; Carrera-Fernandez e Ferreira, 2003). A utilização de coeficientes foi admitida para atender a uma série de objetivos específicos, como diferenciar a cobrança em função do tipo de uso (Thomas, 2002).

ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Atualmente, ainda não existe um consenso a respeito do referencial metodológico a ser utilizado para a implementação da cobrança pelo uso da água em sistemas de bacias hidrográficas no país. Neste trabalho, foi definido que a aplicação da cobrança pelo uso da água bruta provém de uma proposta de modelagem adaptada à realidade dos dados existentes, que define a estratégia a ser adotada. Ou seja, a estratégia metodológica depende do cadastro possível, que envolve a obtenção dos dados existentes e a possibilidade de sua consistência e aprimoramento. Além disso, serão considerados os instrumentos de

gestão já estudados e a participação do comitê de gerenciamento da bacia.

Bacia de estudo

A bacia onde foi desenvolvido o estudo é a Bacia do Rio Santa Maria, situada na fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul (Figura 2), abrangendo uma área em torno de 15.754 km². Nela localizam-se seis municípios: Santana do Livramento; Dom Pedrito; Lavras do Sul; Rosário do Sul; Cacequi; e São Gabriel. A população da bacia é de aproximadamente 200.000 habitantes, 12% dela localizada na zona rural e 88% na zona urbana.

A atividade econômica preponderante na região é a agropecuária, desenvolvida nas paisagens típicas da fronteira gaúcha. A pecuária extensiva tradicional se mescla com a orizicultura moderna, em campos entremeados com várzeas ocupadas por rotação de pastagem natural e lavoura de arroz.

Quanto ao abastecimento de água, a bacia apresenta um bom índice de atendimento, cerca de 90% dos domicílios possuem rede de água encanada. Entretanto, o índice de tratamento de esgotos sanitários está longe de ser o ideal, 18,30% da população é atendida pelo serviço. Quanto à coleta do lixo, somente Lavras do Sul e Cacequi apresentam maus indicadores de atendimento (74,28 e 69,60%), a média da bacia encontra-se em torno de 85%.

O Comitê de Gerenciamento da Bacia do Rio Santa Maria, criado em 1994, se constitui, juntamente com o Comitê da Bacia do Rio dos Sinos e o Comitê da Bacia do Rio Gravataí, em uma das primeiras experiências no Estado de aplicação de mecanismos de gestão dos recursos hídricos. A bacia do Rio Santa Maria é uma das bacias mais avançadas na operacionalização dos instrumentos de gestão e desde a implantação do comitê os seguintes estudos já foram realizados:

- I. Enquadramento dos recursos hídricos (FE-PAM, 2001);
- II. Outorga para uso da água (UFSM, 2004a);
- III. Cobrança pelo uso da água (Balarine et al., 2000 e UFSM, 2004b).

O Plano de Bacia não possui um estudo específico no qual foram estabelecidas as formas de preservação e manutenção dos recursos hídricos em quantidade e qualidade ao longo do tempo. Entretanto, o Termo de Referência do Plano está em fase de elaboração pelo Departamento de Recursos Hídricos (DRH) do Estado para ser contratado. O Plano será embasado no trabalho denominado “Es-

tudo de Viabilidade do Programa de Desenvolvimento da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria-RS”, decorrente do contrato assinado entre o Governo da Espanha e o Consórcio de empresas EUROESTUDIOS S.A. e NOVOTECNI, S.A., com intervenção do Governo do Estado do Rio Grande do Sul.

O estudo das empresas espanholas pretendeu consolidar um documento que possa servir como base para a solicitação de financiamento aos organismos públicos nacionais, internacionais ou privados. Desta forma, foi proposta uma série de ações, concebidas de tal forma, que se incluam em processos e dinâmicas próprias de desenvolvimento social, de maneira a contribuir a melhora da qualidade de vida da comunidade da bacia.

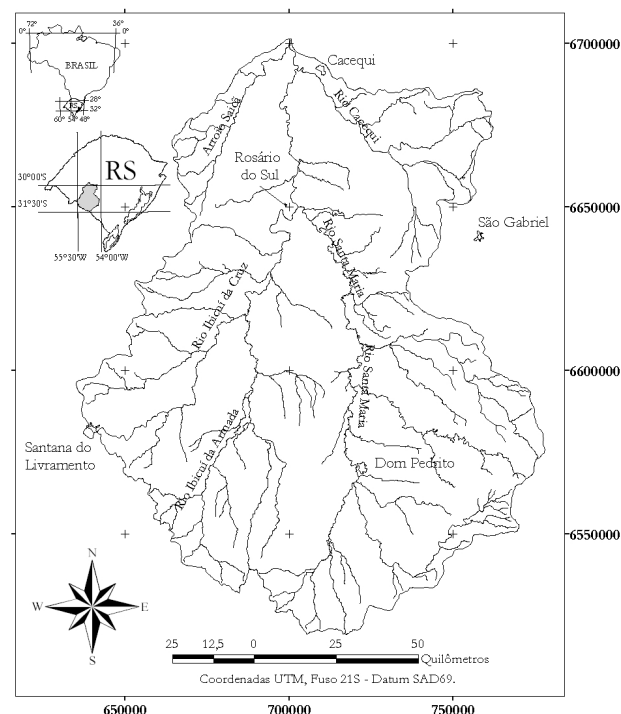


Figura 2 - Situação e localização da bacia hidrográfica do rio Santa Maria.

Obtenção dos dados cadastrais dos usuários de água na bacia

A estratégia para obtenção dos dados cadastrais foi trabalhar com dados secundários, porém precisos. O levantamento de dados desta forma leva em consideração parâmetros facilmente mensuráveis conjugados com dados da literatura ou dados empíricos obtidos a campo.

Os usos da água na bacia são destinados à: irrigação do arroz, abastecimento urbano e rural; diluição de efluentes dos sistemas de esgotamento sanitário urbano; diluição de efluentes do abastecimento rural; abastecimento industrial; diluição de efluentes industriais; e dessedentação animal. Nos períodos de irrigação, a bacia apresenta escassez hídrica gerando sérios conflitos de uso, principalmente entre os setores da agricultura e do abastecimento humano.

Os dados da irrigação do arroz foram obtidos do Programa Estadual de Regularização da Atividade de Irrigação (PERAI), do ano de 2004, da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM). A obtenção da demanda foi feita por meio da atribuição dos consumos de água pela lavoura orizícola expressos na Tabela 2 (UFSM, 2004a).

Tabela 2 - Consumo anual de água por lavoura de arroz irrigado em área não sistematizada por classe textural de solos (UFSM, 2004a).

Classe textural de solo*	Consumo de água (m ³ /ha.ano)
Solos arenosos	10.500
Solos mistos	9.500
Solos argilosos	8.500

* O solo cristalino é considerado como solo misto.

Os dados de abastecimento urbano e de diluição de efluentes dos sistemas de esgotamento sanitário foram obtidos junto à Companhia Rio-grandense de Saneamento (CORSAN) para os municípios de Cacequi, Dom Pedrito e Rosário do Sul e junto ao Departamento de Água e Esgoto (DAE) do município de Santana do Livramento (os municípios de Lavras do Sul e São Gabriel não possuem sua sede urbana dentro da Bacia). A determinação do volume anual para diluição das cargas orgânicas foi realizada por meio da Equação 1. A carga da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi calculada considerando o volume e a concentração do efluente e a concentração de DBO foi determinada pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

$$\text{Volume Diluição} = \frac{\text{Carga DBO}}{\text{Concentração Limite Classe Enquadramento}} \quad (1)$$

As demandas para o abastecimento rural dos municípios são feitas por meio de captações particulares em poços. Os dados destes poços foram

obtidos no site do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS) da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). A determinação do volume anual para diluição das cargas orgânicas da população rural foi realizada da mesma maneira que a população urbana.

A bacia do Rio Santa Maria possui poucas indústrias e as existentes nos cadastros pesquisados são: 20 Cerealistas, 1 Cooperativa Rural, 2 Vinícolas e 1 Lanifício. Elas são abastecidas pelo sistema público de saneamento (demandas já compatibilizadas) ou possuem poços próprios. Os dados dos poços foram obtidos no site do SIAGAS e os efluentes industriais foram estimados em função da produção de cada indústria utilizando dados da FEPAM. O cálculo da vazão de diluição de carga orgânica considerou as Vinícolas e o Lanifício e a sua determinação também foi realizada com a Equação 1.

Os dados dos rebanhos animais da bacia foram obtidos em IBGE (2003) e para a realização do cálculo do total de animais foi considerada a porcentagem de área de cada município dentro da bacia. Segundo COPPE/UFRJ (2002), para o cálculo da demanda foi utilizado o valor de 100L/dia para cada unidade BEDA (unidade de equivalente animal compreendendo bovinos, eqüinos, suínos, ovinos, caprinos e asininos), ou seja, 36,5 m³/ano por BEDA.

Construção do modelo

O modelo genérico de cobrança proposto nesta pesquisa foi desenvolvido com as seguintes características: (i) participação social no desenvolvimento do modelo; (ii) adequação à realidade dos dados existentes e aos instrumentos de gestão já estudados; (iii) simplicidade conceitual e transparência; e (iv) facilidade de operação e implantação.

O estudo considerou que as seguintes condições de utilização da água deverão ser objeto de cobrança:

- I. uso da água bruta disponível na natureza, corrente ou em depósito, superficial ou subterrânea (cobrança pela captação);
- II. uso da água bruta disponível na natureza, corrente ou em depósito, superficial ou subterrânea efetivamente consumida (cobrança pelo consumo); e
- III. uso do meio hídrico natural para a destinação final de efluentes líquidos, tratados ou não (cobrança pela diluição de efluentes). O parâmetro analisado para a cobrança por diluição é a DBO.

A escolha do parâmetro único, a DBO, para quantificar a diluição dos efluentes se deve ao fato da necessidade de estabelecer simplicidade ao processo e o aumento gradativo dos parâmetros considerados no modelo. Além disso, a DBO é representativa de esgotos domésticos e da maioria dos tipos de efluentes industriais e é de fácil mensuração.

O modelo foi desenvolvido na forma de um procedimento de cálculo iterativo, baseado em operações em planilhas eletrônicas, para simular o financiamento do plano da bacia. Isto foi realizado pois a legislação do Estado do Rio Grande do Sul fixa, em seu Artigo 32, que a cobrança de valores está vinculada à existência de intervenções estruturais e não estruturais aprovadas para a respectiva bacia, sendo vedada a formação de fundos sem que sua aplicação esteja assegurada no Plano de Bacia Hidrográfica. O modelo foi definido pela Equação 2:

$$I = CCap + CCon + CDil \quad (2)$$

Sendo:

I = Investimentos anuais que serão financiados pelos recursos da cobrança;

CCap = Cobrança por captação;

CCon = Cobrança por consumo;

CDil = Cobrança por diluição.

Cada parcela de cobrança é definida da seguinte forma:

$$\begin{aligned} CCap &= \sum_{i=1}^N Vol.Cap_i * PPU * Kcap \\ CCon &= \sum_{i=1}^N Vol.Con_i * PPU * Kcon \\ CDil &= \sum_{i=1}^N Vol.Dil_i * PPU * Kdil \end{aligned} \quad (3)$$

Sendo:

Vol.Cap_i = volume anual captado pelo usuário i (m³);

Vol.Con_i = volume anual consumido pelo usuário i (m³);

Vol.Dil_i = volume anual utilizado para diluição da carga de DBO lançada pelo usuário i (m³);

PPU = Preço Público Unitário definido de acordo com os investimentos anuais (R\$/m³);

Kcap = coeficiente multiplicador do uso de captação;

Kcon = coeficiente multiplicador do uso de consumo;

Kdil = coeficiente multiplicador do uso de diluição.

O volume anual de consumo foi determinado pela multiplicação do volume captado pela parcela efetivamente consumida pelo usuário. O volume anual utilizado para diluição foi determinado utilizando a Equação 1, conforme apresentado anteriormente.

Os coeficientes multiplicadores dos usos de captação, consumo e diluição são dados pela Equação 4, apenas o último elemento multiplicador é alterado entre os usos.

$$K_{cap,con,dil} = Kenq * Kout * Kcob_{cap,con,dil} \quad (4)$$

Sendo:

Kenq = coeficiente das classes de enquadramento dos rios na bacia;

Kout = coeficiente de escassez de outorga;

Kcob_{cap,con,dil} = coeficiente de cobrança por captação, consumo ou diluição relacionado às particularidades de cada uso e determinado pela Equação 5.

$$Kcob_{cap,con,dil} = Ktu * Kmc * Kauto * Kefi * Kuso_{cap,con,dil} \quad (5)$$

Sendo:

Ktu = coeficiente do tipo de usuário;

Kmc = coeficiente do tipo de manancial de captação;

Kauto = coeficiente de automonitoramento;

Kefi = coeficiente de eficiência no uso;

Kuso_{cap,con,dil} = coeficiente do tipo de uso.

O modelo de cobrança proposto neste trabalho busca induzir o uso racional dos recursos hídricos, para tanto, as variáveis adicionadas ao modelo consideram critérios de justiça, eficiência e sustentabilidade ambiental. A variável enquadramento (Kenq) objetiva avaliar as captações segundo as diferentes classes de enquadramento dos cursos de água. As classes que devem apresentar uma melhor qualidade da água recebem pesos maiores, sinalizando ao usuário a necessidade de preservação. O coeficiente de escassez de outorga (Kout) objetiva diferenciar locais com stress hídrico, desta forma, locais com pouca disponibilidade de água receberiam pesos maiores.

A classificação dos usuários (Ktu) objetiva diferenciar os usuários sujeitos a cobrança segundo prioridades legais, sociais e econômicas da região. O coeficiente manancial de captação (Kmc) objetiva diferenciar os mananciais para induzir o usuário a utilizar fontes de água que não estejam com a sua disponibilidade comprometida e beneficiar àqueles

usuários que investiram recursos na construção de obras de acumulação.

A variável automonitoramento (Kauto) objetiva beneficiar e induzir os usuários a investirem no monitoramento dos seus usos (captação, consumo ou diluição). A implantação do automonitoramento, desde que obedecendo a critérios técnicos, geraria dados confiáveis para realizar a cobrança, não sendo necessário utilizar dados secundários para quantificar o uso. O coeficiente de eficiência do uso (Kefi) objetiva verificar a eficiência dos diferentes usos que podem ser realizados, quanto maior a eficiência no uso menor a cobrança.

A criação do coeficiente de usos (Kuso) objetiva diferenciar os usos segundo os impactos que esses usos causam aos demais usuários da bacia. Thomas (2002) apresenta como conclusão do seu trabalho que o tipo de uso da água mais impactante é o consumo, seguido da diluição e da captação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados Cadastrais

A Figura 3 apresenta as demandas hídricas dos setores usuários da bacia do Rio Santa Maria. Nestes valores estão incluídos os volumes de diluição.

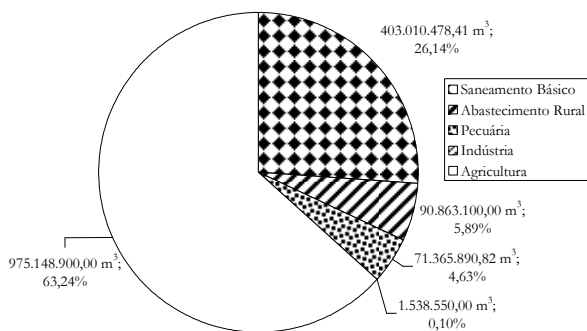


Figura 3 - Demandas hídricas totais anuais (m³) para a bacia do Rio Santa Maria.

Adaptação do modelo genérico à bacia do Rio Santa Maria

O modelo genérico de cobrança foi adaptado à bacia do rio Santa Maria. Primeiramente, foram definidos os usos que serão cobrados por setores usuários (Tabela 3) baseado nos dados cadastrais obtidos.

Os pesos das variáveis foram definidos por meio de discussão com o comitê da bacia. Em uma reunião do comitê foi aplicado um questionário aos seus integrantes para a obtenção da opinião pessoal sobre cada variável e, em reuniões seguintes, os resultados foram discutidos em plenária chegando-se aos valores apresentados a seguir.

Tabela 3 - Usos passíveis de cobrança por setores usuários para a bacia do rio Santa Maria.

Setor\Uso	Captação	Consumo	Diluição
Agricultura	X	X	-
Saneamento Básico ¹	X	X	X
Abastecimento Rural	X	X	X
Indústria	X	X	X
Pecuária	X	X	-

Variável "classe de enquadramento dos rios" – Kenq

Os pesos foram definidos conforme a relação existente entre as concentrações limites de DBO das classes de enquadramento. Foi estabelecido o peso mínimo igual a 1, pois no caso de captações que não sejam realizadas em cursos d'água o peso não iria provocar alteração na cobrança. Na bacia do Rio Santa Maria os cursos d'água foram enquadrados em 3 classes de uso, que apresentam as seguintes concentrações limites de DBO (CONAMA, 2005):

- I. Classe Especial = não apresenta limite de concentração de DBO, pois é vedado o lançamento de efluentes, mesmo que tratados. Assim, para determinação do peso da variável, foi admitida para a Classe Especial a concentração limite igual a 1 mg/L;
- II. Classe 1 = 3 mg/L;
- III. Classe 2 = 5 mg/L.

Então, a relação entre a Classe Especial e a Classe 1 é 3 e entre a Classe Especial e a Classe 2 é 5. Os pesos foram definidos de seguinte forma:

- I. Classe Especial = 5,00 (Mediante Termo de Ajuste de Conduta – TAC, uma vez que é vedado o lançamento de efluentes nesta classe);

¹ Neste estudo se considerou que o saneamento básico é formado pelo abastecimento de água urbana e a diluição de efluentes dos sistemas de esgotamento sanitários urbanos.

- II. Classe 1 = 1,67;
- III. Classe 2 = 1,00;
- IV. Sem classe = 1,00 (Exemplo: açudes privados).

A definição dos pesos desta maneira respeitou a relação existente entre as concentrações de DBO das classes de uso, com as classes que devem apresentar uma melhor qualidade da água recebendo os maiores pesos. Além disso, sinalizou para os usuários que é vedado o lançamento de efluentes na Classe Especial, refletido no valor de seu peso (5,0).

Variável “índice de escassez de outorga” – Kout

Os pesos foram determinados para cada Seção Hidrológica de Referência (SHR) do estudo de Outorga da Bacia (UFSM, 2004a). O índice foi calculado por meio da Equação 6 apresentada a seguir.

$$I = \frac{Q_{outorgada}}{Q_{outorgável}} \rightarrow I = \frac{\text{Demanda}}{\text{Demanda} + Q_{remanescente}} \quad (6)$$

Sendo que a vazão remanescente é calculada, de acordo com UFSM (2004a), da seguinte forma (Equação 7):

$$Q_{remanescente} = Q_{disponível} - Q_{ambiental} \quad (7)$$

Sendo:

$Q_{disponível} = Q_{90\%}$ (vazão com 90% de permanência);

$Q_{ambiental} = 50\%$ da $Q_{disponível}$.

O cálculo do Índice de Escassez foi realizado para anos com precipitação média e para o mês de Janeiro, mês que apresenta menor disponibilidade de água. A Tabela 4 apresenta os dados utilizados para o cálculo do Índice de Escassez. Quanto menor o índice maior a disponibilidade de água na SHR estudada, logo menor será a cobrança.

Variável “tipo de usuário” – Ktu

Os pesos foram definidos da seguinte forma:

- I. agropecuária e abastecimento rural = 0,5;
- II. saneamento básico = 1,0;
- III. indústria = 1,5.

Entretanto, em discussão com comitê, foi decidido não utilizar este coeficiente, sendo atribuído o peso igual a 1 para essa variável e, desta forma,

os resultados não são alterados. Ela não foi retirada do modelo pois, para fins de comparação, serão realizadas simulações utilizando esta variável.

Variável “manancial de captação” – Kmc

Para o manancial superficial, foram determinados os seguintes pesos:

- I. açudes privados = 0,1;
- II. açudes públicos = 0,2;
- III. cursos de água (rios, arroios ou lagoas) = 1,0.

Os pesos da variável Kmc para o manancial subterrâneo foram determinados segundo um estudo para a determinação dos índices de vulnerabilidade natural dos aquíferos. O manancial subterrâneo, diferentemente do manancial superficial, apresenta características especiais que fazem com que o processo de extração de água seja realizado de forma controlada. A principal preocupação quanto à extração de água dos aquíferos é a sua contaminação. Uma vez contaminada, o processo de tratamento da água subterrânea é muito oneroso e, em alguns casos, inviável tecnicamente.

Segundo Foster et al. (2002), a vulnerabilidade dos aquíferos reflete a facilidade natural de contaminação da água subterrânea. O Kmc para o manancial subterrâneo foi calculado da seguinte forma: $Kmc = 1 + \text{Índice de Vulnerabilidade}$. Desta forma, procurou-se refletir as características naturais dos aquíferos e estabelecer a relação de quanto maior a sua facilidade de contaminação maior a cobrança.

O índice de vulnerabilidade natural dos aquíferos foi calculado segundo o método GOD de Foster et al. (2002). Utilizando o método de Krigagem Ordinária Pontual foi gerado o mapa apresentado na Figura 4.

Variável “eficiência no uso” – Kefi

Conforme discutido anteriormente, o coeficiente de eficiência do uso (Kefi) objetiva verificar a eficiência dos diferentes usos que podem ser realizados, quanto maior a eficiência no uso menor a cobrança. Assim, segundo os tipos de uso, foram definidas as seguintes metodologias para o cálculo do Kefi:

- I. Uso de Captação: $Kefi = 1 + \text{perdas}$
- II. Uso de Consumo: $Kefi = 1 - \text{consumo efetivo}$

- Irrigação de arroz: consumo efetivo = 42% (Fonte: Gomes et al., 2002);
- Abastecimento de água: consumo efetivo = 20% (Fonte: NBR 9649, 1986);
- Vinícolas: consumo efetivo = 40 % (Fonte: Conceição, 2003);
- Lanifício: consumo efetivo = 10% (Fonte: Nocchi, 2001);
- Pecuária: consumo efetivo = 50% (Fonte: COPPE/UFRJ, 2002).

III. Uso de Diluição de Efluentes: $K_{efi} = 1 - \text{eficiência na remoção da DBO}$.

Tabela 4 - Índice de escassez da bacia do rio Santa Maria – mês de janeiro / anos médios.

SHR	Qd ($Q_{90\%}$)	Qamb ($50\% * Q_{90\%}$)	Q reman.	Demanda (m^3/s)	Índice de escas- sez
1	0,68	0,34	0,34	0,35	0,51
2	3,62	1,81	1,81	8,40	0,82
3	0,65	0,33	0,33	0,02	0,06
4	0,38	0,19	0,19	0,01	0,05
5	1,11	0,56	0,56	2,07	0,79
6	3,27	1,64	1,64	3,00	0,65
7	0,76	0,38	0,38	0,03	0,07
8	0,83	0,42	0,42	0,34	0,45
9	8,65	4,33	4,33	13,91	0,76
10	0,31	0,16	0,16	0,32	0,67
11	0,98	0,49	0,49	0,45	0,48
12	8,01	4,01	4,01	9,89	0,71
13	2,85	1,43	1,43	2,32	0,62
14	0,32	0,16	0,16	1,42	0,90
15	10,38	5,19	5,19	12,25	0,70
16	21,10	10,55	10,55	19,90	0,65
17	1,87	0,94	0,94	9,29	0,91
18	3,13	1,57	1,57	6,81	0,81
19	24,21	12,11	12,11	11,73	0,49
20	1,07	0,54	0,54	5,20	0,91
21	29,06	14,53	14,53	4,22	0,23

Qd = Vazão disponível; Qamb = Vazão ambiental; Qreman = Vazão remanescente.

A Tabela 5 apresenta os valores dos pesos estabelecidos para a variável Kefi segundo os tipos de uso e setores usuários.

Variável “automonitoramento” – K_{auto}

O peso foi definido igual a 0,50. Entretanto, no presente momento, não existe automonitora-

mento dos usos da bacia e o peso da variável foi utilizado igual à unidade.

Variável “tipo de uso” – $K_{uso_{cap,con,dil}}$

A criação do coeficiente de usos (Kuso) objetiva diferenciar os usos segundo os impactos que esses usos causam aos demais usuários da bacia. Os pesos foram definidos da seguinte forma: (i) $K_{uso_{cap}} = 1,0$; (ii) $K_{uso_{con}} = 2,0$; e (iii) $K_{uso_{dil}} = 1,5$.

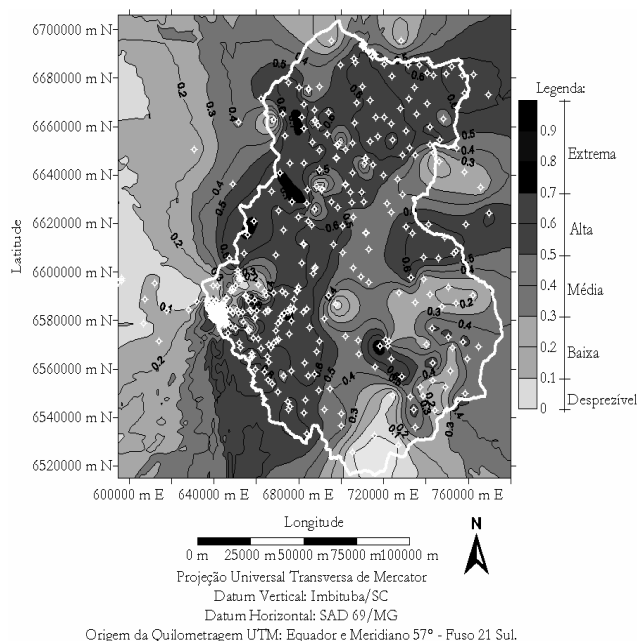


Figura 4 - Cartograma da vulnerabilidade natural dos aquíferos na bacia hidrográfica do rio Santa Maria.

Assim, a partir da definição dos pesos das variáveis, o modelo genérico foi adaptado à bacia do rio Santa Maria. O processo de negociação ocorreu junto ao Comitê de Gerenciamento da Bacia durante o ano de 2005, em suas reuniões mensais.

CONCLUSÕES

Os marcos legais atuais da gestão dos recursos hídricos no Brasil criaram um sistema hierarquizado de gerenciamento, estruturado em colegiados, os Comitês de Bacia Hidrográfica. Nestes colegiados, conhecidos como “Parlamentos das Águas”, as decisões deixaram ser consideradas exclusivamente uma questão técnica, externa à sociedade e de exclusiva competência de peritos.

Tabela 5 - Pesos da variável eficiência no uso (Kefi) para os diferentes usos e setores usuários da bacia do rio Santa Maria.

Setor \ Uso		Captação	Consumo	Diluição	
Agricultura		1,00*	0,58	-**	
Saneamento Básico	Cacequi	1,40	0,80	Tratado	-***
				Não Tratado	1,00
	Dom Pedrito	1,45	0,80	Tratado	-***
				Não Tratado	1,00
	Rosário do Sul	1,35	0,80	Tratado	0,14
				Não Tratado	1,00
	Santana do Livramento	1,54	0,80	Tratado	0,40
				Não Tratado	1,00
Abastecimento Rural		1,00*	0,80	1,00	
Indústria	Vinícolas	1,00*	0,60	0,10	
	Lanifício	1,00*	0,90	0,20	
Pecuária		1,00*	0,50	-**	

* Sem informação para determinar as perdas; ** Uso não considerado na cobrança para este setor; *** Não existe Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em operação nestes municípios.

O modelo genérico de cobrança desenvolvido procurou sinalizar a aceitação social dos Instrumentos e da Política de Gestão dos Recursos Hídricos. Para tanto, os integrantes do comitê da bacia de estudo participaram de todas as atividades.

O levantamento e consistência dos dados cadastrais contemplaram todos os usos e usuários de água na bacia. A questão norteadora que induziu a estratégia metodológica foi trabalhar com dados secundários, porém precisos. No exemplo da agricultura, consideraram-se áreas para definir volumes (dado secundário), ao invés de volume diretamente medido.

As variáveis adaptadas ao modelo, função do cadastro estabelecido, refletem as características quali-quantitativas dos recursos hídricos da região de estudo. Com a estratégia adotada o modelo proporcionou a articulação dos instrumentos de gestão já estudados na bacia na bacia, ou seja, o enquadramento, a outorga e o plano ou ações de recuperação da bacia incluídos junto ao processo de cobrança.

A construção do modelo com a finalidade de financiamento das intervenções definidas no plano de bacia hidrográfica proporcionou transparência ao processo e segurança aos usuários que os recursos serão investidos na sua bacia. A inclusão sanitária no modelo foi realizada por meio da eficiência das ETES, cobertura mancha urbana e trans-

formação de cargas em volumes consumidos para a diluição.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto intitulado Simulação da Cobrança em Escala Real, financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), através do Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CTHidro). Os autores agradecem as instituições mencionadas.

REFERÊNCIAS

- BALARINE, O. F. (Org.). (2000). *Projeto Rio Santa Maria: a cobrança como instrumento de gestão das águas*. Porto Alegre/RS: Edipucrs. 140 p.
- BYRNS, R. T., STONE, G. W. (1992). *Microeconomics*. HarperCollins College Publishers. Nova Iorque/EUA. 452 p.
- CÁNEPA, E. M., PEREIRA, J. S., LANNA, A. E. (1999). *A Política de Recursos Hídricos e o Princípio Usuário-Pagador*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 4 no. 1 (jan/Mar), p. 103-117.

- CARRERA-FERNANDEZ, J., FERREIRA, P. M. (2003). *Otimização dos recursos hídricos em sistemas de bacia hidrográfica: o caso da bacia do Rio Formoso na Bahia*. Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento - VII Encontro Regional de Economia da ANPEC.
- CARRERA-FERNANDEZ, J., GARRIDO, R. J. (2002). *Economia dos Recursos Hídricos*. Salvador/BA: Edufba, 458 p.
- CEPA (1997). *Economic Instruments: Canadian Environmental Protection Agency*. disponível no site <http://www.iph.ufrgs.br/posgrad/disciplinas.htm> da disciplina Economia do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do IPH/UFRGS em 15/10/2004.
- CONAMA (2005). *Resolução nº 357*. De 17 de Março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. (2003). *Irrigação de Videiras em regiões tropicais do Brasil*. Pesquisa da EMBRAPA/Uva e Vinho. Disponível no site <http://www.cnpuv.embrapa.br> na seção Publicações On-line – Circular Técnica 43, em 04/01/2006. 12 p.
- COPPE/UFRJ (2002). *Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – Volume 7: Diretrizes e critérios de cobrança pelo uso dos recursos hídricos*. Relatório Técnico.
- FEPAM (2001). *Enquadramento dos recursos hídricos superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria*. Relatório. 20 p.
- FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. (2002). *Protección de la Calidad del Agua Subterránea: guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales*. Banco Mundial. Washington, D.C.: Mundi-Prensa Libros, S.A.
- GOMES, A. da S.; PAULETTO, E. A.; FRANZ, A. F. H. (2002). *Arroz irrigado no Sul do Brasil*. Pelotas: EMBRAPA – Clima temperado.
- IBGE (2003). *Censo Agropecuário de 2003*. Disponível no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística www.ibge.gov.br em 29/10/2005.
- LANNA, A. E. (1995). *Viabilidade da cobrança no Brasil*. In: XI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos/ABRH. Recife/PE.
- MAGALHÃES, P. C. de, MARANHÃO, N., THOMAS, P., THOMAZ, F. e CAMPOS, J. D. (2003). *Estudo comparativo de quatro metodologias para a cobrança pelo uso da água*. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos/ABRH. Curitiba/PR.
- NBR 9649 (1986). *Norma Brasileira de projetos de redes coletoras de esgoto sanitário – Procedimento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). 10 p.
- NOCCHI, E. del G.; (2001). *Os efeitos da crise da lã no mercado internacional e os impactos sócio-econômicos no município de Santana do Livramento – RS – Brasil*. Dissertação de Mestrado - Universidad Nacional de Rosario – Argentina
- PEARCE, D.W., TURNER, R.K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester Wheatsheaf.
- PEREIRA, J. S. (2002). *A Cobrança pelo Uso da Água como Instrumento de Gestão dos Recursos Hídricos: da Experiência Francesa à Prática Brasileira*. Tese de Doutorado, IPH/UFRGS, Porto Alegre/RS.
- PEREIRA, J. S., SPEZIALI, R. (2005). *Estágio Atual da implementação da Cobrança pelo uso da água no Brasil*. In Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul, Santa Maria/RS, Mar. 2005, 22 p.
- RIBEIRO, M. M. R. e LANNA, A. E. (2001). *Instrumentos regulatórios e econômicos aplicados à gestão das águas e à bacia do Rio Pirapama, PE*. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 6 no 4. p. 41-70.
- SANTOS, M.O.R.M. (2002). *O Impacto da Cobrança pelo Uso da Água no Comportamento do Usuário*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- SEROA DA MOTA, R., RUITENBEEK, J., HUBER, R. (1996). *Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe: lições e recomendações*. Texto para discussão nº 440, IPEA.
- SILVA, O. B. da, DINIZ, L. S. (2001). *Simulação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado da Paraíba*. In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos/ABRH. Vitória/ES.
- TAVARES, V. E., LANNA, A. E. (1998). *A abordagem custo-benefício e a gestão dos recursos hídricos*. In: Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Recursos Hídricos. Gramado/RS.
- THOMAS, P.T. (2002). *Proposta de uma Metodologia de Cobrança pelo Uso da Água vinculada à Escassez*. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.
- UFSM (2004a). *Desenvolvimento de ações para a implantação da outorga na Bacia do Rio Santa Maria*. Relatório Final. Porto Alegre: Universidade Federal de Santa Maria, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, RS e Secretaria de Obras Públicas e Saneamento, RS.
- UFSM (2004b). *Simulação da cobrança pelo uso da água para a irrigação na Bacia do Rio Santa Maria*. Relatório Final. Porto Alegre: Universidade Federal de Santa Maria, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, RS e Secretaria de Obras Públicas e Saneamento, RS.

Modeling of Raw Water Use Charges in the Santa Maria River Basin, RS, Brazil: I – Methodological Strategy and Adaptation to the Basin

ABSTRACT

It is currently possible to identify numerous proposals and theoretical studies on the application of raw water use charges in Brazilian hydrographic basins. However, charging actual fees for the use of raw water raises questions and concerns in society, mainly due to the small amount of work developed in which such charging was effectively implanted. Thus, the aim of the present study is to propose the modeling of charges linked to the actual situation of a Brazilian hydrographic basin. The model was constructed considering the limitations of existing data, previously studied management instruments and the participation of the basin management committee. The survey and consistency of the data in the register included all uses and users of the basin water. The variables adapted to the model reflect the qualitative-quantitative characteristics of the water resources in the study region.

Key words: water use charges, simulation models, water users register.