

Proposição de melhorias para o Sistema de Cobrança pelo Uso da Água Bruta da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

Proposal for improvements in the Raw Water Charge System of the São Francisco River Basin – Brazil

Wanessa Dunga de Assis^{1*}, Márcia Maria Rios Ribeiro², Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes³

RESUMO

A cobrança pelo uso da água bruta no Brasil foi introduzida pela Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, como um instrumento econômico de gestão dos recursos hídricos brasileiros, com o intuito de induzir os agentes usuários ao uso racional da água, reconhecer o valor econômico da água e obter recursos financeiros. A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco implementou o seu sistema de cobrança pelo uso da água em julho de 2010, não passando por nenhuma modificação ou melhoria desde então. Nesta pesquisa, apresenta-se uma análise desse sistema de cobrança, identificando os aspectos passíveis de aperfeiçoamento e simulando as modificações propostas para a Região Hidrográfica do Submédio São Francisco. Os resultados indicaram que é necessário rever os valores de cobrança adotados atualmente. Os Preços Públicos Unitários (PPUs) apresentam defasagem acumulada em torno de 50%, mediante as taxas inflacionárias brasileiras. Os aspectos quantitativo, qualitativo e de proteção a situações emergenciais, atualmente existentes na metodologia de cobrança, não se mostram suficientes para auxiliar na sustentabilidade hídrica da bacia. Entre as alterações sugeridas para o sistema de cobrança estão a consideração de situações de escassez hídrica, de prioridade no uso, de tratamento dos efluentes e de tecnologia de irrigação. Tais alterações revelam-se eficazes ao reduzir/aumentar consideravelmente os valores a serem pagos pelos usuários, podendo, assim, induzir ações preventivas e de redução dos desperdícios.

Palavras-chave: instrumentos de gestão ambiental; instrumentos econômicos; cobrança pelo uso da água bruta; Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

ABSTRACT

A raw water charge in Brazil was introduced by Law nº 9.433 on 8 January, 1997, as an economic instrument to manage Brazil's water resources. Its purpose is to induce water users to rationally consume water, to recognize the economic value of water, and to obtain financial resources. The São Francisco River Basin implemented a raw water charge in July of 2010, and nothing has changed or improved since. This paper presents an analysis of this raw water charge system, identifies aspects that can be improved, and simulates the proposed improvements for water users of the Submédio São Francisco Hydrographic Region. The results showed that it is necessary to review the values currently used in the raw water charge system. The public unit prices (PUP) have an accumulated lag of around 50%, due to Brazilian inflation rates. The measurement of quantitative and qualitative aspects in addition to the protection against emergency situations that currently exist in the raw water charge system are not sufficient to assist in the basin's water sustainability. Changes suggested for the raw water charge system include the consideration of water scarcity, priority in water use, the treatment of effluents and irrigation technology, among others. Such changes prove to be effective in considerably reducing or increasing amounts to be paid by users, and can thus induce preventive actions and reduce waste.

Keywords: environmental management instruments; economic instruments; raw water charge; São Francisco river basin.

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campina Grande (PB), Brasil.

²Professora adjunta do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFCG – Campina Grande (PB), Brasil.

³Professora adjunta do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Recife (PE), Brasil.

*Autor correspondente: w_dunga@hotmail.com

Recebido: 05/05/2016 – Aceito: 09/05/2017 – Reg. ABES: 163489

INTRODUÇÃO

O risco de escassez de água é causado, principalmente, por exploração excessiva, poluição e aumento da demanda. A utilização de obras de engenharia para o incremento de oferta de água está se tornando menos viável devido às restrições orçamentárias e, também, por se categorizar como uma opção não sustentável ambientalmente. Desse modo, os instrumentos de gestão ambiental se apresentam como alternativa para a gestão de oferta e demanda da água e de recuperação dos custos envolvidos. No âmbito de uma Política Ambiental, esses instrumentos são os mecanismos utilizados para viabilizar o alcance dos objetivos para os quais a política foi desenvolvida. Como bem discutido pela literatura, os instrumentos de gestão ambiental têm como objetivos: assegurar a proteção dos recursos naturais, maximizar o bem-estar econômico e social de forma equitativa e reduzir as externalidades (CAP-NET, 2008; DIVAKAR *et al.*, 2011; YASAMIS, 2011; LI; BERESFORD; SONG, 2012; ZHAO; CAI; WANG, 2013).

Esses instrumentos estão inseridos em dois grandes grupos: os instrumentos de comando e controle e os instrumentos econômicos. Os instrumentos de comando e controle, ou de regulação, consistem na imposição de normas de utilização e fiscalização de um recurso ambiental, definidas na legislação específica, por parte da autoridade ambiental, regulando suas atividades e aplicando sanções e penalidades àqueles que possam comprometer a disponibilidade ou a qualidade do recurso ambiental (ROGERS; SILVA; BHATIA, 2002; SVENFELT; ENGSTRÖM; HÖJER, 2010; XENARIOS; BITHAS, 2012).

Os instrumentos econômicos buscam a racionalização, voluntária ou não, do uso de um recurso ambiental por meio de incentivos ou penalidades econômicas, para a indução de mudança de comportamento e para a geração de receitas. Modelos econômicos integrados são capazes de suportar a concepção de instrumentos de gestão eficazes para promover uma alocação mais eficiente da água, a fim de induzir alocações economicamente ótimas e equitativas. Um instrumento econômico (como a cobrança pelo uso da água bruta da Política Nacional de Recursos Hídricos — PNRH) pode maximizar o bem-estar econômico e social, auxiliar na resolução de conflitos de uso da água e corrigir as externalidades (HEERDEN; BLIGNAUT; HORRIDGE, 2008; QIN *et al.*, 2012; MORAES *et al.*, 2015). No entanto, na maioria dos países, esses instrumentos são desenvolvidos para a recuperação dos custos de gestão dos recursos hídricos, com valores baixos que não são capazes de impactar os usuários de forma significativa para reduzir a demanda (KNÜPPE, 2011; TEEB, 2011; SILVESTRE; GOMES, 2016).

Diferentes mecanismos podem ser usados como instrumentos econômicos. Taxas regulatórias, cobrança por poluição e captação, pagamentos por serviços ambientais e os mercados de recursos naturais são exemplos de mecanismos para transferir uma parte dos custos das atividades de gestão para os seus utilizadores (FORMIGA-JOHNSON;

KUMLER; LEMOS, 2007; MASSARUTO, 2007; REID; WINPENNY; HALL, 2008; OCDE, 2010).

As taxas/cobrança por poluição ou por captação de água são instrumentos econômicos baseados nos princípios do poluidor-pagador e do usuário-pagador (OCDE, 1972; 1987) que estabelecem os aspectos punitivos ou compensatórios a serem incorporados nos custos de produção para os usuários de água. Na cobrança por poluição, os valores podem ser baseados na vazão do lançamento de efluentes, nas características qualitativas ou na capacidade de assimilação dos corpos d'água. A cobrança para captação de água pode ser baseada no volume captado ou de consumo (FINNEY, 2013).

No Brasil, a cobrança pelo uso da água está prevista na PNRH (Lei nº 9.443/1997), sendo um mecanismo não comercializável para captação, consumo e/ou lançamento de efluentes. A ferramenta deve considerar os diferentes tipos de usuários e a sua capacidade de pagamento. É um dos instrumentos de gestão de maior grau de complexibilidade previsto na PNRH, sendo o único, dentre os previstos, que possui caráter econômico. Objetiva reconhecer a água como um bem econômico, dando ao usuário uma indicação de seu real valor. Ao mesmo tempo, incentiva a racionalização do seu uso e arrecada recursos financeiros para o financiamento dos programas e das intervenções contempladas nos planos de recursos hídricos (BRASIL, 1997; 2006; ANA, 2013).

Diferentemente dos instrumentos mais tradicionais utilizados pelas políticas públicas, a cobrança pelo uso da água não é considerada um imposto, mas um preço público cuja receita é uma renda patrimonial ou da União ou do Estado sob o qual está o domínio da água. Seus mecanismos e valores são negociados a partir de debate público no âmbito dos Comitês de Bacia, de forma descentralizada e participativa. Sua implementação demonstra boa indicação do estágio atual da aplicação dos demais instrumentos de gestão, tendo em vista que a operacionalização da cobrança atua de forma integrada com os demais instrumentos, principalmente a outorga, pré-requisito básico para viabilizar a aplicação dos demais instrumentos (ANA, 2013).

A cobrança pelo uso da água bruta se encontra implementada em quatro bacias hidrográficas de domínio da União. No âmbito estadual, a cobrança por uso da água apresenta variados estágios de implementação. Na Tabela 1 são apresentados os quantitativos cobrados e arrecadados onde a cobrança encontra-se em operação.

Caso de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco abrange sete unidades da federação, englobando um total de 504 municípios (cerca de 9% do total de municípios do país). É, portanto, uma bacia de rio de domínio da União. Possui área de drenagem de aproximadamente 640 mil km², o que compreende cerca de 8% da área total do país, e uma vazão média anual de 2.850 m³/s. Apresenta grandes contrastes socioeconômicos, ao compreender áreas de acentuada riqueza e alta densidade demográfica

e áreas de pobreza crítica e população dispersa. Essas diferenças, aliadas às variações de altitudes ao longo do trajeto do rio principal, serviram de base para a divisão da área de drenagem em quatro sub-regiões: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco (CBHSF, 2004).

A cobrança pelo uso da água foi aprovada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF) em julho de 2010, após a consolidação de um pacto resultante da negociação entre os poderes públicos, os setores usuários e as organizações civis, tornando-se o terceiro Comitê de Bacias em Rio de Domínio da União a aprovar esse instrumento. A cobrança incide sobre os usos quantitativos (98% da cobrança realizada em toda a bacia) e os usos qualitativos (2% da cobrança realizada em toda a bacia). A maior arrecadação é obtida nas transposições realizadas pelo Ministério da Integração Nacional e pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), que respondem por 65% da cobrança nominal total da bacia (ANA, 2013).

Os mecanismos e valores da cobrança estão estabelecidos na Deliberação CBHSF nº 40/2008, aprovada pela Resolução CNRH nº 108/2010. Cobra-se água bruta de todos os usuários sujeitos à outorga com captação de água superior a 4,0 L/s. O mecanismo (Equação 1) visa a mensurar a utilização da água e possui uma estrutura composta por base de cálculo, Preço Público Unitário (PPU) e coeficientes com equações organizadas por tipo de uso: Cap — Captação (Equação 2), Cons — Consumo (Equação 3) e DBO — Lançamento de efluentes (Equação 4), que são agrupados para formar o valor total a ser pago (Equação 5). É prevista, também, uma equação para alocação externa — Aloc Ext (Equação 6), ou seja, para volumes de água transpostos a outras bacias, que considera os volumes captados e consumidos (volume

consumido equivale a 100% da captação) e assume que todo lançamento ocorre nas bacias receptoras, portanto não há o componente lançamento no mecanismo (CBHSF, 2004; ANA, 2010).

$$\text{Valor} = \text{base de cálculo} * \text{preço público unitário} * \text{coeficientes} \quad (1)$$

$$\text{Valor}_{\text{Cap}} = Q_{\text{Cap}} * \text{PPU}_{\text{Cap}} * K_{\text{Cap}} \quad (2)$$

$$\text{Valor}_{\text{Cons}} = Q_{\text{Cons}} * \text{PPU}_{\text{Cons}} * K_{\text{Cons}} \quad (3)$$

$$\text{Valor}_{\text{DBO}} = \text{CO}_{\text{DBO}} * \text{PPU}_{\text{Lanç}} * K_{\text{Lanç}} \quad (4)$$

$$\text{Valor}_{\text{Total}} = (\text{Valor}_{\text{Cap}} + \text{Valor}_{\text{Cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}}) * K_{\text{Gestão}} \quad (5)$$

$$\text{Valor}_{\text{AlocExt}} = (Q_{\text{Cap}} * \text{PPU}_{\text{Cap}} + Q_{\text{Cons}} * \text{PPU}_{\text{Cons}}) * K_{\text{Cap Classe}} * K_{\text{Prior}} * K_{\text{Gestão}} \quad (6)$$

Em que:

Valor = o valor cobrado;

Q = a vazão anual ($\text{m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$);

PPU = o preço público unitário;

K = o coeficiente;

CO_{DBO} = a carga orgânica (demanda bioquímica de oxigênio).

A base de cálculo é definida pelo tipo de uso da água e representa o volume de água utilizado, ponderando aspectos quantitativos (captação e consumo), por considerarem o volume efetivamente captado e consumido pelo usuário; e qualitativos (lançamento), por considerarem a carga orgânica de $\text{DBO}_{5,20}$ lançada (ACSELRAD; CARVALHO;

Tabela 1 - Valores cobrados e arrecadados com a cobrança pelo uso da água no Brasil, em reais.

	Início	2015		Acumulado	
		Cobrado	Arrecadado	Cobrado	Arrecadado
União					
Paraíba do Sul	Mar. 2003	10.748.778	10.665.785	133.327.544	130.392.288
PCJ	Jan. 2006	18.412.699	17.085.087	164.934.182	161.198.384
São Francisco	Jul. 2010	23.068.966	22.490.083	122.683.547	117.019.970
Doce	Nov. 2011	12.577.512	10.699.661	41.142.132	30.373.141
Total		64.807.955	66.572.416	462.087.404	458.780.527
Estados					
Ceará	Nov. 1996	87.856.165	86.387.665	591.744.383	570.118.534
Rio de Janeiro	Jan. 2004	24.022.494	49.862.260	247.216.459	211.716.553
São Paulo	Jan. 2007	64.308.513	61.372.250	303.186.528	283.695.063
Minas Gerais	Mar. 2010	35.360.009	32.235.291	144.133.952	135.467.171
Paraná	Set. 2013	3.364.596	2.840.004	7.240.131	6.715.707
Paraíba	Jan. 2015	4.124.056	408.644	4.124.056	408.644

PCJ: Piracicaba, Capivari e Jundiá.

THOMAS, 2007; ANA, 2010; PRAES, 2014). O volume consumido é calculado pela diferença entre o volume captado e o volume lançado, com exceção dos usuários de irrigação, em que o volume consumido é calculado por meio da multiplicação entre o volume captado e um coeficiente que visa a estimar a quantidade de água consumida pela irrigação, o $K_{ConsIrrig}$, com valor fixo igual a 0,8. Os PPU's adotados pelo sistema de cobrança da BHSF têm valores diferentes em cada tipo de uso: captação (0,01 R\$/m³); consumo (0,02 R\$/m³) e lançamento (0,07 R\$/kg de DBO).

Os coeficientes multiplicadores objetivam adaptar o sistema de cobrança aos objetivos específicos definidos pelo CBHSF e estão centrados em três grupos principais — K_{Cap} (coeficiente de captação), K_{Cons} (coeficiente de consumo) e $K_{Lanç}$ (coeficiente de lançamento) — que englobam os demais coeficientes específicos (Tabela 2).

O coeficiente de gestão ($K_{Gestão}$) utilizado no cálculo do valor total a ser cobrado ao usuário e na equação de alocação externa se baseia no efetivo retorno dos recursos financeiros arrecadados à bacia. O valor desse coeficiente é igual a 1, entretanto, poderá ser igual a 0 em duas condições:

- se na Lei de Diretrizes Orçamentárias para o ano subsequente não forem incluídas as despesas relativas à aplicação das receitas da cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- se houver o descumprimento, por parte da Agência Nacional de Águas (ANA), do contrato de gestão firmado entre esta e a entidade delegatária de funções de agência de água (Agência Peixe-Vivo) (CBHSF, 2008).

O coeficiente de prioridade de uso, $K_{Prioridade}$, utilizado apenas na equação de alocação externa, consiste na utilização de uma variável que considera a prioridade de uso estabelecida na Deliberação CBHSF nº 18, de 27 de outubro de 2005 (para alocações externas, é para o abastecimento humano e a dessedentação animal em situações de escassez). Esse coeficiente permite variar os valores de cobrança para os usos não prioritários em situações de escassez, conforme o uso a que se destina a água transposta (CBHSF, 2008).

METODOLOGIA

A base metodológica para esta pesquisa consistiu na análise do sistema de cobrança atual da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e foi dividida em três fases:

- primeira fase: identificação das falhas e dos aspectos passíveis de melhorias;
- segunda fase: proposição de aperfeiçoamentos e melhorias que abrangem os três componentes do sistema de cobrança – base de cálculo, PPU e coeficientes;
- terceira fase: construção de um modelo de simulação, aplicado à Região Hidrográfica do Submédio do São Francisco, para a variação dos valores dos componentes já estabelecidos no sistema de cobrança atual e simulação das melhorias propostas.

Para a identificação das falhas e dos aspectos passíveis de melhorias, foram analisados os componentes do mecanismo de cobrança atualmente

Tabela 2 - Valores dos coeficientes do sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Coeficiente de captação		Coeficiente de consumo		Coeficiente de lançamento	
$K_{Cap} = K_{CapClasse} * K_t$		$K_{Cons} = K_t$		$K_{Lanç} = 1$	
$K_{CapClasse}$	Coeficiente que considera a qualidade da água, com base na classe de enquadramento dos corpos hídricos.	Classe		Valor	
		1		1,1	
		2		1	
		3		0,9	
		4		0,8	
K_t	Coeficiente que considera as boas práticas de uso e conservação da água.	Tipos de usuários		Valor	
		Irrigação e criação animal		0,025	
		Demais usuários		1	
Demais coeficientes					
$K_{Gestão}$	Coeficiente que considera as condições para retorno dos recursos financeiros.	Tipos de usuários		Valor	
		Condições favoráveis		1	
		Condições desfavoráveis		0	
K_{Prior}	Fornece a possibilidade de ajuste em situações de escassez.	Valor único			
		0,5			

Fonte: adaptado de CBHSF, 2008.

utilizados pela bacia, comparando-os com sistemas de cobranças similares e modelos de literatura. Com base nas falhas e nos aspectos passíveis de melhorias foram propostas modificações que corrigem ou adaptam o sistema de cobrança atual, com o objetivo de torná-lo mais eficaz, ou seja, atendendo aos objetivos para os quais foi estabelecido.

O modelo de simulação foi construído utilizando-se de planilhas eletrônicas, a fim de tornar possível variar, independentemente, cada termo das equações que compõem o mecanismo de cobrança atual e as melhorias propostas. Para alimentar o modelo de simulação, utilizou-se o banco de dados Outorgas_ANA_2001-2014.xls, disponibilizado pela ANA em seu sítio de domínio público (ANA, 2015). Esse banco agrega informações referentes às outorgas concedidas pela ANA desde 2001 para todas as bacias de rios de domínio da União. Em conjunto, foi utilizado o banco de dados Cobrança_SãoFrancisco_2014.xls, disponibilizado pela Coordenação de Sustentabilidade Financeira e Cobrança da ANA (CSCOB/ANA), que possui as informações referentes aos valores da cobrança para toda a bacia no ano de 2014, bem como os dados constantes no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) (CSCOB/ANA, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificação das falhas e dos aspectos passíveis de melhorias

O sistema de cobrança atual da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco é o mesmo desde a sua implementação, em 2010. Assim como em outras bacias, iniciou-se da forma mais simples possível, a fim de promover melhor entendimento e participação de todos os usuários, facilitando a aceitação pela cobrança dos recursos hídricos. No entanto, foi previsto na Deliberação CBHSF nº 40/2008, aprovada pela Resolução CNRH nº 108/2010, bem como nas discussões que ocorreram no âmbito do comitê, que após três anos de implantação da cobrança seria necessário um aperfeiçoamento no sistema, para que melhor refletisse a realidade da bacia e promovesse o reconhecimento do valor da água. Entretanto, até o momento, não foi possível essa rediscussão sobre a estrutura de cobrança da bacia.

Os aspectos passíveis de melhoria compreendem toda a estrutura da cobrança, ou seja, os três parâmetros das equações do sistema de cobrança atual, a saber: base de cálculo, PPU e coeficientes.

Base de cálculo

A base de cálculo é um componente presente em todas as equações do sistema de cobrança em modelos similares aos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Ao analisar esse componente é possível detectar dois pontos passíveis de melhorias, um na equação de lançamento e outro na de consumo.

O primeiro aspecto se refere à base de cálculo que abrange a equação para o tipo de uso “lançamento”. Atualmente, ela consiste na utilização da carga orgânica de DBO_{5,20} lançada (CO_{DBO}), calculada por meio da multiplicação da concentração média anual referente à DBO_{5,20} do efluente lançado (C_{DBO}) pelo volume anual de água lançado ($Q_{Lanç}$). Porém, na Nota Técnica SAG-ANA nº 06/2010 sobre a cobrança por uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, há uma ressalva de que essa forma de quantificação da base de cálculo deva ser aperfeiçoada, utilizando uma quantificação do volume necessário para diluição, ou seja, a vazão de diluição.

O segundo aspecto se refere à quantificação do volume de água consumido pela irrigação. Para simplificar o mecanismo de cobrança, a quantificação do volume consumido para irrigação atualmente utiliza um coeficiente de consumo para irrigação, o $K_{Cons\ Irrig}$, com valor igual a 0,8, que ao ser multiplicado pelo volume captado fornece o volume consumido. Desse modo, considera-se que 80% da água captada para irrigação é consumida.

Tal fato representa uma falha no sistema, uma vez que não se considera nenhum aspecto relevante, tal como o tipo de cultura irrigada ou o método de irrigação utilizado. Assim, usuários que utilizam formas de irrigação mais eficientes ou que irrigam culturas que demandam menor quantidade de água pagam o mesmo valor que usuários com características totalmente opostas, o que pode sinalizar um desestímulo para a adoção de novas tecnologias de redução e boas práticas de uso dos recursos hídricos.

Preços Públicos Unitários

Os PPU adotados pelo sistema de cobrança da BHSF são iguais aos das Bacias Hidrográficas dos Rios Paraíba do Sul e dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá quando da implementação da cobrança em 2003 e 2006, respectivamente. Porém, os PPU dessas bacias já passaram por aperfeiçoamentos ao longo dos anos e atualmente apresentam valores diferentes. Tal aperfeiçoamento não aconteceu na BHSF, que apresenta os mesmos valores de PPU desde 2010. Faz-se necessário que haja atualização monetária desses valores anualmente, para que o sistema de cobrança passe a refletir um PPU que não tenha seu valor corroído pela inflação acumulada.

Coeficientes

A utilização de coeficientes foi realizada de forma moderada no sistema de cobrança para facilitar o entendimento e o envolvimento dos atores sociais participantes do processo nos três primeiros anos da efetivação da cobrança. Os coeficientes estão inseridos em três grupos principais — K_{Cap} , K_{Cons} e $K_{Lanç}$, que incorporam os coeficientes específicos para cada tipo de uso e especificidade considerada. Porém, esses coeficientes só englobam fatores como enquadramento dos corpos d'água, desconsiderando as boas práticas de uso e conservação da água. Além disso, o coeficiente $K_{Lanç}$ não foi desenvolvido durante a

elaboração do sistema de cobrança, tendo seu valor estabelecido igual a 1 para que não interferisse nos cálculos.

Até o presente momento, os valores dos coeficientes não foram aperfeiçoados assim como não foi proposto nenhum novo coeficiente.

Proposta para aperfeiçoamento do sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

Base de cálculo

Equação de lançamento:

Para aperfeiçoamento desta equação, foi proposta a substituição da base de cálculo da equação de lançamento atualmente utilizada — carga de DBO_{5,20} lançada (CO_{DBO}) — pela utilização do volume de água necessário para diluir a carga de poluentes lançados, ou seja, a vazão de diluição (Equação 7), que somada à vazão do efluente compõe a vazão indisponível (Q_{indisp}), obtida pela Equação 8 (CNRH, 2012).

$$Q_{dil} = Q_{ef} * [(C_{ef} - C_{perm}) / (C_{perm} - C_{nat})] \tag{7}$$

$$Q_{indisp} = Q_{dil} + Q_{ef} \tag{8}$$

Em que:

Q_{dil} = a vazão de diluição para o parâmetro de qualidade (m³.ano⁻¹);

Q_{ef} = a vazão do efluente que contém o parâmetro de qualidade analisado (m³.ano⁻¹);

C_{ef} = a concentração do parâmetro de qualidade no efluente (mg.l⁻¹);

C_{perm} = a concentração permitida para o parâmetro de qualidade no manancial (mg.l⁻¹);

C_{nat} = a concentração natural do parâmetro de qualidade no corpo hídrico (mg.l⁻¹).

Volume consumido para irrigação

O aperfeiçoamento proposto nesta base de cálculo consiste no desenvolvimento de um coeficiente já existente, o K_{Cons Irrig}. A melhoria incorpora a eficiência da metodologia de irrigação na quantificação do volume de água consumido para irrigação, tendo como base o fator do tipo de tecnologia. Para compor esse coeficiente, foram considerados os valores de eficiência de referência estabelecidos na Resolução ANA nº 707, de 21 de dezembro de 2004, a saber: gotejamento (0,95); microaspersão (0,90); pivô central (0,85); aspersão convencional (0,75); sulcos de infiltração (0,60); inundação (0,50); e outras tecnologias ou não informado (0,50).

Preços públicos unitários

Neste trabalho são sugeridos ajustes graduais e crescentes nos PPU para os anos de 2016, 2017 e 2018 tendo como base a inflação acumulada no período de 2010 a 2015 e as projeções para 2016, 2017 e 2018

do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), baseado nos valores do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). Foram levantadas duas hipóteses de ajuste dos PPU, considerando o alto valor defasado nos preços.

Para o cálculo dos valores inflacionários, foram utilizadas as equações de inflação acumulada e da inflação distribuída – para o cálculo da inflação acumulada, utilizou-se a equação: $i_{ac} = [(1 + (i_1/100)) * (1 + (i_2/100)) * \dots * (1 + (i_n/100)) - 1] * 100$; para o cálculo da inflação distribuída: $i_{distribuída} = [(1 + (i/100))^{(1/n)} - 1] * 100$. A primeira hipótese agrupa a inflação no período de 2010 a 2015 (48,90%) com a projeção para o ano de 2016 (5,50%), totalizando uma inflação acumulada que resultaria em um ajuste de 57,09% aplicado integralmente em 2016. Os ajustes sugeridos para os anos de 2017 e 2018 abrangem a projeção para esses anos no valor de 4,75 e 4,5%, respectivamente. A segunda hipótese agrupa a inflação no período de 2010 a 2015 (48,90%) a ser distribuído igualmente para os 3 anos propostos, o que resulta uma parcela de 14,19% a ser composta com a projeção do ano em questão. Desse modo, o ajuste seria de 20,47% para o ano de 2016, de 19,61% para o ano de 2017 e de 19,33% para o ano de 2018. Os valores ajustados estão apresentados na Tabela 3.

Coeficientes

As alterações nos coeficientes estão centradas no agrupamento de distintos fatores em um único coeficiente geral para cada categoria de uso considerada pelo sistema de cobrança atual — K_{Cap}, K_{Cons} e K_{Lanç}, bem como na criação de um novo grupo de coeficientes a ser inserido na equação do total geral a ser pago — K_{Total} e na equação de alocação externa — K_{Aloc Ext}. Os componentes das Equações 9, 10, 11, 12 e 13 são mostrados a seguir. Na Tabela 4 são explicados os fatores que compõem cada um dos coeficientes sugeridos.

$$K_{Cap} = K_{Classe} * K_t * K_{Ag} \tag{9}$$

$$K_{Cons} = K_t \tag{10}$$

$$K_{Lanç} = K_{Classe} * K_{Trat} * K_{Ag} \tag{11}$$

$$K_{Total} = K_{Gestão} * K_{Esc} \tag{12}$$

$$K_{Aloc Ext} = K_{Classe} * K_{Prioridade} * K_{Gestão} * K_{Esc} \tag{13}$$

Tabela 3 – Hipóteses de ajuste dos preços públicos unitários.

Tipo de uso	PPU atual (R\$/m³)	Primeira hipótese			Segunda hipótese		
		2016	2017	2018	2016	2017	2018
Captação	0,01	0,016	0,016	0,017	0,012	0,014	0,017
Consumo	0,02	0,031	0,033	0,034	0,024	0,029	0,034
Lançamento	0,07	0,110	0,115	0,120	0,084	0,101	0,120

Tabela 4 - Detalhamento dos coeficientes.

K_{Classe}	Classe	Valor
Situação: existente Descrição: nome alterado para coeficiente de enquadramento dos corpos hídricos - K_{Classe}	1	1,1
	2	1
	3	0,9
	4	0,8
K_t Situação: existente Descrição: foram consideradas variações dos valores quanto à tecnologia de irrigação utilizada e quanto ao índice de perdas dos usuários de saneamento.	Tipos de usuários	Valor
	Pecuária e aquicultura	0,025
	Irrigação	
	Gotejamento	0,025
	Microaspersão	0,028
	Pivô central	0,03
	Autopropelido	0,04
	Aspersão Convencional	0,05
	Sulcos de infiltração	0,06
	Inundação	0,07
	Outro	0,07
	Não informado	0,07
	Abastecimento público	
	Perdas $\leq 20\%$	0,85
	20% \leq Perdas $\leq 25\%$	0,90
25% \leq Perdas $\leq 30\%$	0,95	
30% \leq Perdas $\leq 35\%$	1,00	
35% \leq Perdas $\leq 40\%$	1,05	
Perdas $> 40\%$	1,10	
Não informado	1,10	
Demais usuários	1	
K_{Ag} Situação: novo Coeficiente de aglomeração: variações dos valores mediante a aglomeração dos pontos de captação e lançamento (comprimento do rio em cada região hidrográfica/número de outorgas concedidas para aquele trecho).	Região Hidrográfica	Valor
	Alto SF	0,7
	Médio SF	0,9
	Submédio SF	1,1
	Baixo SF	0,7
K_{Trat} Situação: novo Coeficiente de tratamento: variações dos valores relacionadas com a porcentagem de volume tratado do efluente antes do lançamento.	% Tratamento	Valor
	0-20%	1,2
	21-50%	1
	51-70%	0,8
	71-100%	0,6
$K_{Gestão}$ Situação: existente Descrição: sem alterações	Condição	Valor
	Favorável	1
	Desfavorável	0
K_{Esc} Situação: novo Coeficiente de escassez: variações dos valores em situações de escassez ou de vazão excedente.	Situação	Valor
	Excedente	0,6
	Normal	0,8
	Crítica	1,4
$K_{Prioridade}$ Situação: existente Descrição: adicionar usos não prioritários	Tipo de uso	Valor
	Prioritários	0,5
	Não prioritários	1

Simulações das melhorias do sistema de cobrança para o Submédio São Francisco

Usuários simulados

Para a realização das simulações das melhorias propostas no sistema de cobrança da BHSE, foram utilizados usuários do Submédio São Francisco com distintas finalidades de uso: irrigação, saneamento, indústria e transposição. Neste artigo optou-se por apresentar os resultados para irrigação e saneamento. Os demais resultados podem ser observados em Assis (2016). Os usuários selecionados possuem as seguintes características:

- irrigação (Irrig_1 com captação de 4.750.400 m³.ano⁻¹; Irrig_2 com captação de 19.158.392 m³.ano⁻¹; Irrig_3 com captação de 26.770.000 m³.ano⁻¹);
- saneamento (Sane_1 com captação 23.466.288 m³.ano⁻¹, lançamento de efluentes de 3.153.600 m³.ano⁻¹ e carga orgânica de 2.135.013 kg.ano⁻¹; Sane_2 com captação de 8.973.569 m³.ano⁻¹, lançamento de efluentes de 3.153.600 m³.ano⁻¹ e carga orgânica de 368.265 kg.ano⁻¹; Sane_3 com lançamento de efluentes de 1.183.213 m³.ano⁻¹ e carga orgânica de 499.173 kg.ano⁻¹).

Preços públicos unitários

As simulações das melhorias propostas no ajuste para os PPU's ocorreram para as duas hipóteses e puderam ser comparadas com os valores pagos com o preço atualmente cobrado no sistema de cobrança da bacia, por meio da arrecadação no ano de 2014. No caso da simulação para a hipótese 1, as estimativas para o ano de 2016 apresentaram valores a serem pagos superiores aos da hipótese 2 para o mesmo ano. No entanto, no ano final de ajuste dos preços sugeridos, 2018, os valores a serem pagos se assemelham em todos os usuários e em todas as simulações, o que demonstra que, independentemente da hipótese de ajuste dos preços adotada, o valor final a ser pago a partir do ano de 2018 é semelhante.

Embora o montante acumulado ao longo dos três anos simulados seja sempre maior na hipótese 1, pode-se afirmar que a hipótese 2 se apresenta como a melhor alternativa para ajuste dos PPU's atualmente aplicados na bacia. Um ajuste progressivo causa menor impacto aos usuários e provoca maior aceitação por parte dos entes envolvidos. Tal decisão deve ser discutida e acordada no âmbito do Comitê da Bacia. Desse modo, a hipótese 2 foi utilizada na simulação das melhorias.

Estrutura do sistema de cobrança

As melhorias propostas para aperfeiçoamento do sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco foram simuladas em etapas para que se pudesse avaliar a interferência de cada uma das alterações de forma isolada e, ao final, de forma conjunta. Utilizou-se apenas o

ano de 2016, tendo em vista que para os demais anos a modificação abrange apenas o ajuste dos preços, aspecto já simulado no tópico anterior. Na Tabela 5 é demonstrada a melhoria inserida em cada etapa simulada.

Na Tabela 6 são apresentados os valores obtidos nas simulações para a irrigação.

Pode-se observar que, com a introdução dos novos valores do $K_{Cons\ Irrig}$ (Simulação 1), as arrecadações dos usuários que utilizam métodos de irrigação com maior consumo de água – Irrig_1 e Irrig_2 – se elevam. No usuário Irrig_3, o método utilizado consome uma parcela menor da água, devido às perdas no processo, de forma que parte maior da água retorna ao corpo hídrico. No entanto, o aspecto da eficiência do método de irrigação utilizado é incorporado na Simulação 2, na qual pode-se perceber que, para o usuário Irrig_1, as alterações no K_t não são significativas, uma vez que esse usuário já faz aplica o método mais eficiente de irrigação e, portanto, os valores cobrados são baixos. Em contraposto, os outros usuários que utilizam métodos menos eficientes apresentaram um aumento expressivo. Isso demonstra a importância da utilização de técnicas de irrigação mais eficientes como um interessante incentivo para uso racional da água na irrigação.

O K_{Ag} foi igual em todos os usuários, tendo em vista estarem inseridos em uma mesma região hidrográfica; mesmo assim, é possível destacar a sua importância ao promover diferenciação nos valores cobrados de acordo com a aglomeração dos pontos de captação. As simulações do K_{Esc} se apresentaram com capacidade de promover o uso racional da água, uma vez que em situações críticas de escassez o valor final a ser pago aumenta consideravelmente, ao ser comparado com situações de vazão excedente.

Nos usuários de saneamento (Tabela 7), as simulações apresentam algumas semelhanças, como a implementação dos novos valores de K_t (Simulação 1 — captação e consumo), do K_{Ag} (Simulação 3) e do K_{Esc}

(Simulações 4, 5 e 6), e assemelham-se aos resultados dos usuários já simulados com uso para irrigação.

A Simulação 3 implementa o K_{Trat} , que se apresentou de forma eficaz ao reduzir o valor ao ser cobrado no usuário Sane_2 (o qual

Tabela 6 – Simulação para usuários com uso para irrigação.

ID	Ano	Valores (R\$)				
		Captação	Consumo	Lançamento*	Total	
Irrig_1	2014	R\$ 1.187,60	R\$ 1.900,16	R\$ 0,00	R\$ 3.087,76	
	2016	1	R\$ 1.187,60	R\$ 2.707,73	R\$ 0,00	R\$ 3.895,33
		2	R\$ 1.425,12	R\$ 2.707,73	R\$ 0,00	R\$ 4.132,85
		3	R\$ 1.567,63	R\$ 2.707,73	R\$ 0,00	R\$ 4.275,36
		4	R\$ 1.567,63	R\$ 2.707,73	R\$ 0,00	R\$ 2.565,22
		5	R\$ 1.567,63	R\$ 2.707,73	R\$ 0,00	R\$ 3.420,29
		6	R\$ 1.567,63	R\$ 2.707,73	R\$ 0,00	R\$ 5.985,50
Irrig_2	2014	R\$ 4.789,58	R\$ 7.671,02	R\$ 0,00	R\$ 12.460,60	
	2016	1	R\$ 4.789,58	R\$ 8.621,28	R\$ 0,00	R\$ 13.410,86
		2	R\$ 11.495,04	R\$ 17.242,55	R\$ 0,00	R\$ 28.737,59
		3	R\$ 12.644,54	R\$ 17.242,55	R\$ 0,00	R\$ 29.887,09
		4	R\$ 12.644,54	R\$ 17.242,55	R\$ 0,00	R\$ 17.932,25
		5	R\$ 12.644,54	R\$ 17.242,55	R\$ 0,00	R\$ 23.909,67
		6	R\$ 12.644,54	R\$ 17.242,55	R\$ 0,00	R\$ 41.841,93
Irrig_3	2014	R\$ 7.361,75	R\$ 10.708,00	R\$ 0,00	R\$ 18.069,75	
	2016	1	R\$ 7.361,75	R\$ 9.637,20	R\$ 0,00	R\$ 16.998,95
		2	R\$ 19.274,40	R\$ 23.129,28	R\$ 0,00	R\$ 42.403,68
		3	R\$ 21.201,84	R\$ 23.129,28	R\$ 0,00	R\$ 44.331,12
		4	R\$ 21.201,84	R\$ 23.129,28	R\$ 0,00	R\$ 26.598,67
		5	R\$ 21.201,84	R\$ 23.129,28	R\$ 0,00	R\$ 35.464,90
		6	R\$ 21.201,84	R\$ 23.129,28	R\$ 0,00	R\$ 62.063,57

*O usuário de irrigação não é cobrado pela parcela de lançamento de água.

Tabela 5 – Melhorias simuladas.

	Captação		Consumo		Lançamento		Total
	Irrigação	Saneamento	Irrigação	Saneamento	Irrigação	Saneamento	Irrigação e Saneamento
Simulações							
1		K_t	$K_{Cons\ Irrig}$	K_t		Q_{Indisp}	
2	K_t	K_{Ag}	K_t			K_{Ag}	
3	K_{Ag}					K_{Trat}	
4							K_{Esc} (excedente)
5							K_{Esc} (normal)
6							K_{Esc} (crítica)

K_t : boas práticas e tecnologia de irrigação; K_{Ag} : aglomeração de pontos de captação e/ou lançamento; $K_{Cons\ Irrig}$: consumo de água para irrigação; K_{Esc} : escassez; Q_{Indisp} : vazão indisponível; K_{Trat} : % do tratamento dos efluentes lançados.

promove o tratamento de 100% do seu efluente) e ao aumentar o valor a ser cobrado aos outros usuários que não tratam os seus efluentes. Influencia-se, dessa forma, o uso racional da água e incentiva-se a adoção de medidas de tratamento para seus efluentes, a fim de reduzir o valor a ser pago pela cobrança do uso da água. Entretanto, AcseRad (2013) afirma que o incentivo ao tratamento de esgotos por parte de um sistema de cobrança pelo uso da água se torna uma tarefa complicada no atual contexto brasileiro, em virtude da necessidade de investimentos de outras esferas — principalmente por parte dos governos estadual e federal —, sobretudo em função da inexistência de uma política efetiva de saneamento.

Para os usuários de saneamento, pode-se destacar a utilização da Q_{Indisp} em substituição da CO_{DBO} , que resulta em valores arrecadados extremamente altos. Os cálculos demonstram que, em virtude das altas cargas orgânicas dos efluentes, esses valores se elevam consideravelmente, o que poderia coibir o lançamento de efluentes e promover, conseqüentemente, maior qualidade do corpo hídrico.

Entretanto, essa opção não se apresenta como alternativa real para implementação, tendo em vista os valores demasiadamente elevados verificados nas simulações.

CONCLUSÕES

O sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco foi implementado no ano de 2010 de uma forma simples para que promovesse a aceitação dos usuários e a compreensão de todos os entes envolvidos no processo e na execução do instrumento. No entanto, nenhum ajuste ou melhoria foi realizado ao longo dos últimos anos. Havia sido previsto nas deliberações que aprovaram a cobrança que esta deveria ser avaliada e reformulada no período de três anos após a sua implementação, o que deveria ter ocorrido em 2013 e até o momento não foi realizado.

Todos os instrumentos de gestão de recursos hídricos previstos na Lei nº 9.433/1997 já estão implementados na Bacia Hidrográfica

Tabela 7 - Simulação para usuários com uso da água para saneamento.

ID	Ano		Valores (R\$)			
			Captação	Consumo	Lançamento	Total
Sane_1	2014		R\$ 234.662,88	R\$ 89.204,83	R\$ 149.450,92	R\$ 473.318,63
	2016	1	R\$ 309.755,00	R\$ 117.750,38	R\$ 24.862.982,40	R\$ 25.290.487,78
		2	R\$ 340.730,50	R\$ 117.750,38	R\$ 27.349.280,64	R\$ 27.807.761,52
		3	R\$ 340.730,50	R\$ 117.750,38	R\$ 32.819.136,77	R\$ 33.277.617,65
		4	R\$ 340.730,50	R\$ 117.750,38	R\$ 32.819.136,77	R\$ 19.966.570,59
		5	R\$ 340.730,50	R\$ 117.750,38	R\$ 32.819.136,77	R\$ 26.622.094,12
		6	R\$ 340.730,50	R\$ 117.750,38	R\$ 32.819.136,77	R\$ 46.588.664,71
Sane_2	2014		R\$ 89.735,68	R\$ 45.714,93	R\$ 25.778,54	R\$ 161.229,15
	2016	1	R\$ 118.451,11	R\$ 60.343,72	R\$ 9.710.717,54	R\$ 9.889.512,37
		2	R\$ 130.296,22	R\$ 60.343,72	R\$ 10.681.789,30	R\$ 10.872.429,23
		3	R\$ 130.296,22	R\$ 60.343,72	R\$ 6.409.073,58	R\$ 6.599.713,51
		4	R\$ 130.296,22	R\$ 60.343,72	R\$ 6.409.073,58	R\$ 3.959.828,11
		5	R\$ 130.296,22	R\$ 60.343,72	R\$ 6.409.073,58	R\$ 5.279.770,81
		6	R\$ 130.296,22	R\$ 60.343,72	R\$ 6.409.073,58	R\$ 9.239.598,92
Sane_3	2014		R\$ 0,00*	R\$ 0,00*	R\$ 34.942,17	R\$ 34.942,17
	2016	1	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 11.940.987,61	R\$ 11.940.987,61
		2	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 13.135.086,38	R\$ 13.135.086,38
		3	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 15.762.103,65	R\$ 15.762.103,65
		4	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 15.762.103,65	R\$ 9.457.262,19
		5	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 15.762.103,65	R\$ 12.609.682,92
		6	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 15.762.103,65	R\$ 22.066.945,11

*O usuário Sane_3 é outorgado apenas na diluição de efluentes, sendo cobrado somente na parcela lançamento.

do Rio São Francisco. A implementação da cobrança opera como um indicador da integração desses instrumentos, tendo em vista que a sua eficiência depende de outras informações contidas nas outorgas e nos dados cadastrados no CNARH. No entanto, essas informações já necessitam de atualização e revisão. Algumas dessas retificações já estão contidas nos estudos de revisão do Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2016-2025), entretanto não há discussões acerca de efetivos ajustes ou de prazos.

Nota-se pouca articulação e integração entre os órgãos estaduais e federais no que se refere à cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. O ideal seria que a cobrança tivesse sido iniciada, simultaneamente, em todas as sub-bacias, independentemente do domínio de suas águas, se do Estado ou da União. No âmbito federal, a cobrança ocorre no curso principal do rio, já no âmbito estadual, na sub-bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais.

A defasagem acumulada nos valores estabelecidos para os PPU's causa incompatibilidade com a economia atual. As taxas inflacionárias, segundo o IPCA, totalizam mais 50%, desde a implementação da cobrança no Rio São Francisco, demonstrando, assim, o grande incremento que poderia ocorrer na geração de receitas para a bacia e a influência da correção monetária no planejamento dos investimentos necessários.

Há também discrepância na comparação dos valores adotados pela BHSF com os valores adotados nas demais bacias de rios de domínio da União. Todas as bacias de rios de domínio da União, que possuem cobrança pelo uso da água implementada até o momento, apresentam valores de PPU's superiores aos do São Francisco. Em 2010, os valores propostos para implementação na BHSF eram iguais aos adotados pelas Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul e dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, quando da implementação da cobrança em 2003 e 2006, respectivamente. Porém, os PPU's das bacias citadas já passaram por aperfeiçoamentos ao longo dos anos e atualmente apresentam valores diferentes. Do mesmo modo, a Bacia Hidrográfica do Rio Doce também apresenta valores superiores nos preços adotados, embora tenha implementado a cobrança após a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. No entanto, a Bacia Hidrográfica do Rio Doce já previa ajustes graduais nos primeiros anos de aplicação do instrumento.

Nesta pesquisa, duas modificações foram sugeridas para a base de cálculo — a quantificação do volume consumido para irrigação e a consideração da Q_{Indisp} para a equação de lançamento. Porém, a adoção da Q_{Indisp} como base de cálculo para a equação de lançamento não se apresenta como alternativa real para implementação, tendo em vista os valores demasiadamente elevados que resultaram das simulações. Entretanto, as simulações nessa perspectiva demonstraram a situação atual do excessivo lançamento de efluentes, com elevadas cargas orgânicas declaradas pelos usuários da bacia, alertando, assim, para a necessidade de revisão das outorgas concedidas e do controle do lançamento de efluentes, com a finalidade de se promover a manutenção da qualidade da água.

Todas as melhorias propostas nos coeficientes do sistema de cobrança demonstraram boa aplicabilidade, podendo ser facilmente implementadas e operadas na bacia, auxiliando na transparência e na equidade entre os distintos usos de água. Englobam aspectos quantitativos, qualitativos e de proteção e prevenção a situações emergenciais que são capazes de beneficiar aqueles usuários que detêm de ações e técnicas sustentáveis ou de punir aqueles usuários que destoam dessa realidade.

Haverá sempre a necessidade de revisões periódicas a fim de consolidar a cobrança como importante instrumento da PNRH e de se promover maior integração desta com os demais instrumentos. O alcance dos objetivos (uso racional da água, estímulo à adoção de melhores práticas, redução da poluição, entre outros) é pouco observado, não possuindo grande relação com a cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Isso também pode ser explicado pelos baixos valores cobrados pelo atual sistema, especialmente para os usuários irrigantes.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida no período do Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). As autoras agradecem ao Projeto Sistema de Apoio à Decisão Hidro-Econômico para Usos Múltiplos da Água no Submédio do São Francisco (financiado pelo Fundo Setorial de Recursos Hídricos — CT-HIDRO), do qual esta pesquisa faz parte.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, M.V. (2013) *Proposta de aperfeiçoamento da metodologia de cobrança do setor de saneamento básico no Estado do Rio de Janeiro à luz do objetivo de racionalização do uso dos recursos hídricos*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ACSELRAD, M.V.; CARVALHO, G.B.B.; THOMAS, P.T. (2007) A cobrança pelo uso da água nas bacias dos Rios Paraíba do Sul e PCJ em 2006: avaliação e evolução. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 17., São Paulo. *Anais...* São Paulo.

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). (2004) *Resolução ANA nº 707, de 21 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga, e dá outras providências. Brasília: ANA-SAG.
- _____. (2010) *Nota Técnica nº 06/2010/SAG-ANA: Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*. Brasília: ANA.
- _____. (2013) *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013*. Brasília: ANA.
- _____. (2015) *Banco de dados: outorgas emitidas pela ANA*. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/outorgaefiscalizacao/agilize.aspx>>. Acesso em: jul.-nov. 2015.
- ASSIS, W.D. (2016) *Proposição de melhorias para o sistema de cobrança da bacia hidrográfica do rio São Francisco*. 83f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- BRASIL. (1997) *Lei Federal nº 9433, de 08 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos hídricos. Brasília.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. (2006) *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). (2012) *Resolução CNRH nº 140, de 21 de março de 2012*. Estabelece critérios gerais para outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais. Brasília: DOU.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF). (2004) *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*. Salvador: CBHSF.
- _____. (2008) *Deliberação CBHSF nº 40, de 31 de outubro de 2008*. Estabelece mecanismos e sugere valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Maceió: CBHSF.
- COORDENAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE FINANCEIRA E COBRANÇA DA AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (CSCOB/ANA). *Banco de dados: relatório de cobrança da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobrancaearrecadacao/BaciaSF_Inicial.aspx>. Acesso em: jul.-nov. 2015.
- DIVAKAR, L.; BABEL, M.S.; PERRET, S.R.; GUPTA, A.D. (2011) Optimal allocation of bulk water supplies to competing use sectors based on economic criterion - An application to the Chao Phraya River Basin, Thailand. *Journal of Hydrology*, v. 401, p. 22-35. <https://doi.org/10.1504/IJW.2013.056683>
- FINNEY, C. (2013) Water abstraction charges as a water management tool. *Irrigation and Drainage*, v. 62, p. 477-487. <https://doi.org/10.1002/ird.1735>
- FORMIGA-JOHNSON, R.M.; KUMLER, L.; LEMOS, M.C. (2007) The politics of bulk water pricing in Brazil: lessons from the Paraíba do Sul basin. *Water Policy*, v. 9, n. 1, p. 87-104. <https://doi.org/10.2166/wp.2006.001>
- HEERDEN, J.H.V.; BLIGNAUT, J.; HORRIDGE, M. (2008) Integrated water and economic modelling of the impacts of water market instruments on the South African economy. *Ecological Economics*, v. 66, p. 105-116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.11.011>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2015) *Índices de Preços ao Consumidor - IPCA*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/ipca-inpc_201501_1.shtm>. Acesso em: dez. 2015.
- INTERNATIONAL NETWORK FOR CAPACITY BUILDING IN INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT (CAP-NET). (2008) *Conflict Resolution and Negotiation Skills for Integrated Water Resources Management*. Training Manual. Rietfontein: CAP-NET.
- KNÜPPE, K. (2011) The challenges facing sustainable and adaptive groundwater management in South Africa. *Water SA*, v. 37, n. 1.
- LI, W.; BERESFORD, M.; SONG, G. (2012) Market Failure or Governmental Failure? A Study of China's Water Abstraction Policies. *The China Quarterly*, v. 208, p. 951-969. <https://doi.org/10.1017/S0305741011001081>
- MASSARUTTO, A. (2007) Water Pricing and Full Cost Recovery of Water Services: Economic Incentive or Instrument of Public Finance? *Water Policy*, v. 9, p. 591-613.
- MORAES, M.M.G.A.; RIBEIRO, M.M.R.; WATKINS JR., D.W.; VIANA, J.H.N.; FIGUEIREDO, L.E.N.; SILVA, G.S.; CARNEIRO, A.C.G. (2015) Integrated economic models to support decisions on water pricing in biofuel production river basins: three case studies from Brazil. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, v. 10, n. 3, p. 255-269. <https://doi.org/10.1002/bbb.1581>
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). (1972) *On guiding principles concerning international economic aspects of environmental policies*. Paris: OECD, 1972.
- _____. (1987) *Economics instruments for environmental protection*. Paris: OECD.
- _____. (2010) *Pricing water resources and water and sanitation services*. Paris: OECD.
- PRAES, E. O. (2014) *Cobrança pelo uso dos recursos hídricos no rio São Francisco*. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- QIN, C.; JIA, Y.; SU, Z.; BRESSERS, H.T.A.; WANG, H. (2012) The economic impact of water tax charges in China: a static computable general equilibrium analysis. *Water International*, v. 37, p. 279-292. <https://doi.org/10.1080/02508060.2012.685554>

REID, C.; WINPENNY, J.; HALL, A. (2008) *Water Financing and Governance*. Suécia: Global Water Partnership Technical Committee. (GWP TEC Background Paper 12.)

ROGERS, P.; SILVA, R.; BHATIA, R. (2002) Water is an economic good: how to use prices to promote equity, efficiency and sustainability. *Water Policy*. [https://doi.org/10.1016/S1366-7017\(02\)00004-1](https://doi.org/10.1016/S1366-7017(02)00004-1)

SILVESTRE, H.C.; GOMES, R.C. (2016) Regulatory politics in user prices: evidence for the Portuguese water industry. *Water Policy*, v. 18. <https://doi.org/10.2166/wp.2016.188>

SVENFELT, A.; ENGSTRÖM, R.; HÖJER, M. (2010) Use of explorative scenarios in environmental policy-making: Evaluation of policy instruments for management of land, water and the built environment. *Futures*. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2010.06.002>

THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY (TEEB). (2011) *Mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. TEEB.

XENARIOS, S.; BITHAS, K. (2012) The use of environmental policy instruments for urban wastewater control: evidences from an international survey. *Environmental Policy and Governance*, v. 22, p. 14-26. <https://doi.org/10.1002/eet.596>

YASAMIS, F.D. (2011) Economic instruments of environmental management. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, v. 1, n. 2, p. 97-111.

ZHAO, J.; CAI, X.; WANG, Z. (2013) Comparing administered and market-based water allocation systems through a consistent agent-based modelling framework. *Journal of Environmental Management*, v. 123, p. 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.03.005>

