



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DO MODELO DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA
BRUTA APLICADO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

BIANCA DA SILVA ARAÚJO

POMBAL – PB

2022

BIANCA DA SILVA ARAÚJO

ANÁLISE DO MODELO DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA BRUTA
APLICADO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Unidade Acadêmica de
Ciências e Tecnologia Ambiental da
Universidade Federal de Campina Grande,
como parte dos requisitos necessários
para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador(a): Prof. Camilo Allyson Simões
de Farias

Coorientador(a): Prof. Francisco Miqueias
Sousa Nunes

A663a Araújo, Bianca da Silva.

Análise do modelo de cobrança pelo uso da água bruta aplicado na
bacia do Rio São Francisco / Bianca da Silva Araújo. – Pombal, 2022.
11 f. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)
– Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias, Prof. Dr.
Francisco Miqueias Sousa Nunes”.

Referências.

1. Gestão de recursos hídricos. 2. Comitês de bacias hidrográficas.
3. Instrumentos econômicos. I. Farias, Camilo Allyson Simões de. II.
Nunes, Francisco Miqueias Sousa. III. Título.

CDU 556.18(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

BIANCA DA SILVA ARAÚJO

**ANÁLISE DO MODELO DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA BRUTA
APLICADO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Trabalho de Conclusão de Curso do discente BIANCA DA SILVA ARAÚJO
_____ em 16 de agosto de 2022 ano pela comissão examinadora
composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título
de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande

Registre-se e publique-se.

CAMILO ALLYSON SIMOES DE FARIAS:03542044407 Digitally signed by CAMILO ALLYSON
SIMOES DE FARIAS:03542044407
Date: 2022.08.30 19:59:34 -03'00'

Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias
(Orientador – UFCG)

Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque
(Membro Interno – UFCG)

Prof. Francisco Miqueias Sousa Nunes
(Coorientador – Doutorando UEPB)

Prof. Dr. Artur Moises Gonçalves Lourenço
(Membro Externo – IFPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por ter me dado sabedoria e ter me sustentado até aqui, não foi fácil, mas segui firme e forte.

Agradeço aos meus pais Maria de Fátima Lucio da Silva Araújo e Edilberto Araújo Diniz que nunca mediram esforços para me dar todo o apoio e incentivo necessário, vocês são meu alicerce aqui na terra.

Aos meus amigos que estiveram comigo direto e indiretamente nessa caminhada universitária sempre muito árdua e dificultosa, em especial quero citar o nome de alguns que tem um lugarzinho especial no meu coração Clívia Elen Oliveira, Hiaponyra Mendes, Tainá Souza, Maria Helena Justiniano, Francisco Pereira, William Dantas, entre outros que estiveram presentes nessa caminhada.

À Camilo Allyson Simões de Farias e Francisco Miqueias Sousa Nunes, por aceitarem ser meu orientador e coorientador, respectivamente, sempre estando dispostos a ajudar e contribuir com o meu aprendizado.

“E quando pensa em realizar seu sonho? Perguntou o mestre a seu discípulo. ‘ Quando tiver a oportunidade de fazê-lo’, respondeu este. O mestre lhe disse: A oportunidade nunca chega. A oportunidade já está aqui. ”

Anthony de Melo

Análise do modelo de cobrança pelo uso da água bruta aplicado na Bacia do Rio São Francisco

Analysis of the model for raw water use charges employed in the São Francisco River Basin

Aluna: Bianca da Silva Araújo, e-mail: araujobiaanca@gmail.com

Orientador: Camilo Allyson Simões de Farias, e-mail:
camilo.allyson@professor.ufcg.edu.br

Coorientador: Francisco Miqueias Sousa Nunes, e-mail: miqueias2103_@hotmail.com

RESUMO

Adversidades associadas à disponibilidade hídrica exigem do governo, usuários e sociedade civil uma melhor gestão dos recursos existentes. Em 1997, a Lei das Águas estabeleceu a cobrança pelo uso da água bruta, um instrumento de gestão que visa, dentre outros objetivos, promover o uso racional dos recursos hídricos. Com a cobrança implementada em 2010, o Comitê da Bacia do Rio São Francisco (CBHSF) tornou-se o terceiro comitê com águas de domínio da união a efetivar este mecanismo. Neste artigo, examinou-se o procedimento de cobrança adotado pelo CBHSF. Por meio de pesquisa documental e bibliográfica, buscou-se compreender a modelagem matemática e os seus impactos na arrecadação e no comportamento dos usuários. Contemplando a captação e o consumo de água em sua formulação, o modelo baseia-se em preços públicos unitários, que permitem uma atualização das arrecadações. Com respeito à qualidade da água, a cobrança aborda o conceito de vazão indisponível, possibilitando que outros poluentes – para além da DBO – sejam envolvidos nos cálculos. Observou-se, também, que a aplicabilidade do modelo depende da existência de um comitê participativo, de uma agência de bacia estruturada e de instrumentos de gestão eficientes. Apesar das arrecadações permitirem o funcionamento da agência de bacia, os valores cobrados, considerados um dos menores em águas de domínio da União, podem ser insuficientes para promover o uso racional da água e para atender aos projetos previstos no plano de recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de recursos hídricos. Comitês de bacias hidrográficas. Instrumentos econômicos.

ABSTRACT

Adversities associated with water availability require governments, users and civil society to better manage existing resources. In 1997, the Water Law established the charge for the use of raw water, a management instrument that aims, among other objectives, to promote the rational use of water resources. With the collection implemented in 2010, the São Francisco River Basin Committee (CBHSF) became the third union domain committee to implement this mechanism. In this article, the collection procedure adopted by the CBHSF was examined. Through documentary and bibliographic research, we sought to understand the mathematical modeling and its impacts on revenue and user behavior. Considering water collection and consumption in its formulation, the model is based on unit public prices, which allow for an update of collections. With respect to water quality, the charge is restricted to BOD, excluding relevant pollutants/contaminants. It was also observed that the applicability of the model depends on the existence of a participatory committee, a structured basin agency, a Water Resources Plan and an efficient grant system. Although

the funds raised allow the Basin Agency to function, they are insufficient to promote the rational use of water and to meet the projects provided for in the Water Resources Plan.

KEYWORDS: Water resources management. River basin committees. Economic instruments.

1. INTRODUÇÃO

A água é recurso essencial à vida, sendo aproveitada, dentre as diversas possibilidades, para abastecimento humano e industrial, dessedentação animal, irrigação, navegação, geração de energia, pesca e diluição de efluentes (Vera *et al.*, 2017). A gestão dos recursos hídricos surge da necessidade de resolver conflitos, normalmente associados à falta, ao excesso, à baixa qualidade ou aos altos custos da água (Loucks & Beek, 2017). No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) estabeleceu que a gestão deve propiciar o uso múltiplo das águas e, em situações de escassez, priorizar o consumo humano e a dessedentação de animais (Barros *et al.*, 2017).

O manejo adequado dos recursos hídricos é urgente em inúmeras regiões do globo terrestre, sobretudo naquelas com insuficiência hídrica. Nas bacias hidrográficas do semiárido brasileiro, as chuvas são irregularidades e concentram-se, na maioria das vezes, em poucos meses do ano (Farias *et al.*, 2016). Devido à essa intermitência, a oferta hídrica depende basicamente das águas acumuladas em reservatórios, que estão expostas às altas taxas de evaporação e às condições de uso e ocupação do solo nas bacias (ANA, 2014; Abaker *et al.*, 2018).

Criada em 1997, a PNRH estabeleceu a cobrança pelo uso da água bruta, um instrumento de gestão que visa, dentre outros objetivos, incentivar o uso racional dos recursos hídricos e desestimular a poluição (BRASIL, 1997). Cabe aos comitês de bacia hidrográfica a discussão e a propositura de mecanismos de cobrança, que também permitem a disponibilização de recursos para custear o plano de investimentos da bacia (BRASIL, 1997; Pereira & Formiga-Johnsson, 2005).

A cobrança é, em geral, determinada pelo produto da base de cálculo (e.i., captação, consumo ou lançamento de poluentes), de coeficientes técnicos e do Preço Público Unitário (PPU) (ANA, 2019). Os coeficientes técnicos estão associados aos objetivos e às especificidades da bacia, podendo contemplar, inclusive, boas práticas de uso da água. O PPU corresponde, usualmente, ao valor cobrado por unidade volumétrica captada, consumida ou usada para diluição de poluentes.

Localizado no semiárido brasileiro, o Comitê da Bacia do Rio São Francisco (CBHSF) iniciou a cobrança pelo uso da água em 2010 (ANA, 2019). Diante deste contexto, o presente estudo propõe uma análise atualizada do mecanismo de cobrança adotado pelo CBHSF, buscando compreender o arcabouço institucional, a modelagem matemática e os seus impactos no comportamento dos usuários e na arrecadação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio São Francisco possui 639.219 km² de área, correspondendo a quase 8% do território nacional. O rio São Francisco, cujas águas são de domínio da União, nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e deságua no Oceano Atlântico (CBHSF, 2022a). Ilustra-se, na Figura 1, a área de drenagem da bacia do rio São Francisco, que está subdividida nas seguintes regiões fisiográficas: Alto São Francisco

(16%), Médio São Francisco (63%), Submédio São Francisco (17%) e Baixo São Francisco (4%) (CBHSF, 2022a; CBHSF, 2022b; Fonseca et al., 2020).

Com uma vazão média de 2.850 m³/s, a bacia tem importância estratégica para o desenvolvimento socioeconômico brasileiro e está inserida em sete unidades da federação, abrangendo um total de 507 municípios (CBHSF, 2016). A densidade demográfica é de aproximadamente 20 habitantes por km², sendo a maior concentração dessa população alocada em áreas urbanas (CBHSF, 2016; Fonseca et al., 2020).

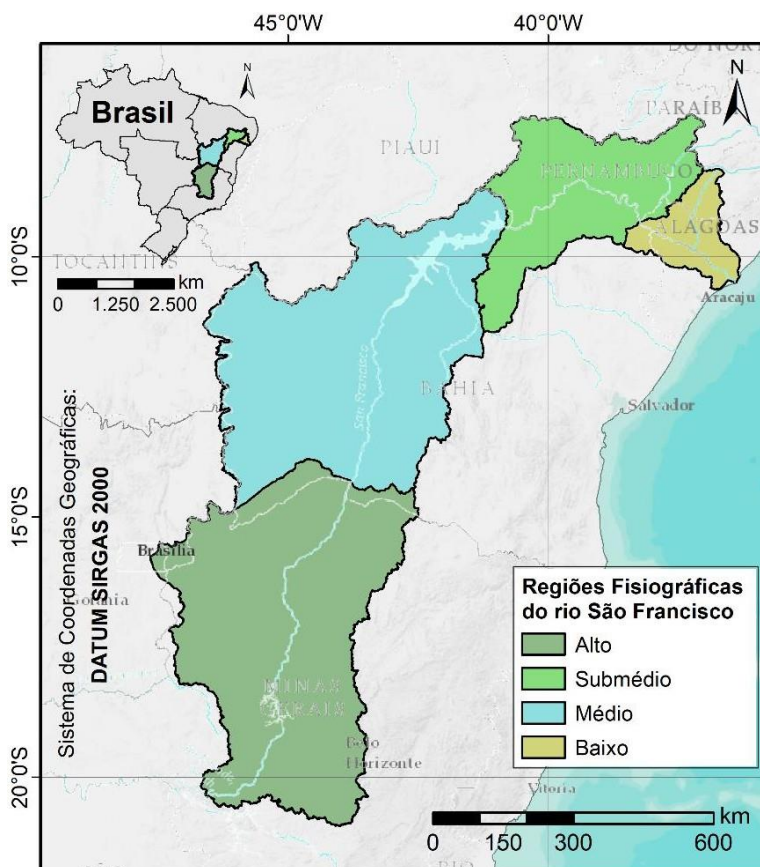


Figura 1 – Regiões fisiográficas da bacia hidrográfica do rio São Francisco, Fonte: elaborado a partir de ANA (2017) e IBGE (2018).

A bacia está inserida na região hidrográfica do São Francisco, que possui ampla diversidade ambiental e abrange fragmentos de vários biomas, a exemplo do Cerrado, da Caatinga e da Floresta Atlântica (CBHSF, 2022a). Praticamente metade da área da bacia é coberta pelo Cerrado – de Minas Gerais ao oeste e sul baiano –, com o bioma Caatinga predominando no nordeste da Bahia (CBHSF, 2022a).

Segundo CBHSF (2022a), o clima é uma transição do úmido para o árido, com alta incidência solar, baixa nebulosidade e temperatura média anual de 18 a 27°C. Os valores de precipitação e de evapotranspiração apresentam médias anuais iguais a 1.036 mm e a 896 mm, respectivamente (CBHSF, 2022a).

2.2. Metodologia

Os procedimentos metodológicos compreenderam pesquisa bibliográfica, investigação documental e análise crítica das informações coletadas, com vistas a entender o modelo de cobrança adotado pelo CBHSF (CBHSF, 2008; CNRH, 2010; CNRH, 2017) e os impactos associados. O fluxo metodológico encontra-se disponível na Figura 2.

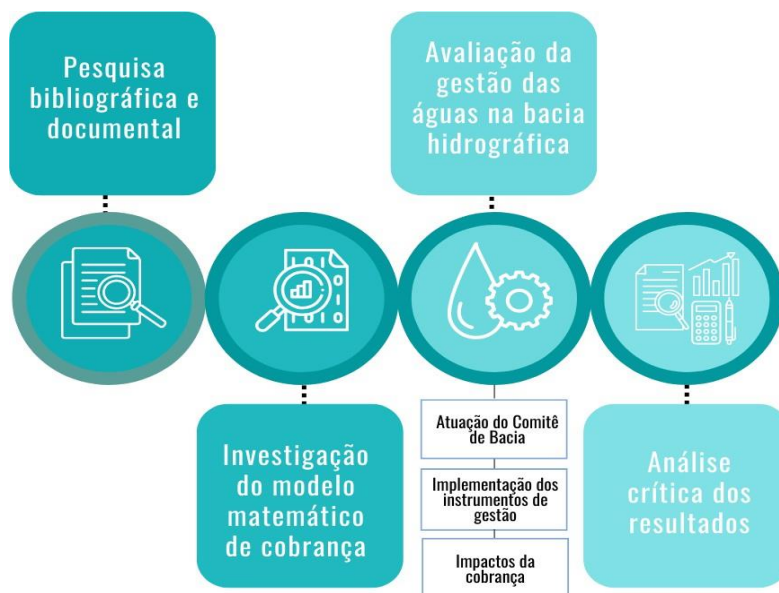


Figura 2 – Fluxo metodológico. Fonte: Autoria própria (2022).

De forma mais específica, investigou-se aspectos quantitativos e qualitativos do modelo de cobrança adotado pelo CBHSF (2004; 2017; 2022c). Realizou-se, ainda, uma análise das condições dos instrumentos de gestão e da atuação do CBHSF. Por fim, explorou-se os impactos da cobrança no comportamento dos usuários e a suficiência da arrecadação para manutenção da agência de bacia e dos investimentos em projetos.

Conforme a Deliberação nº 94/2017-CBHSF (CBHSF, 2017), o mecanismo de cobrança praticado pelo CBHSF contempla em sua metodologia, para diferentes usos, os seguintes componentes: captação, consumo e lançamento de cargas orgânicas. Apresenta-se com as Equações 1-16 e o Quadro 1 um resumo do modelo aplicado na bacia hidrográfica do rio São Francisco.

$$V_{cap} = Q_{capout} \cdot PPU_{cap} \cdot K_{cap} \quad (1)$$

(quando não há medição do volume anual captado)

$$V_{cap} = \{K_{out} \cdot Q_{capout} + K_{med} \cdot Q_{capmed} + K_{medextra} \cdot [0,70 \cdot (Q_{capout} - Q_{capmed})]\} \cdot PPU_{cap} \cdot K_{cap} \quad (2)$$

(quando há medição do volume anual captado)

$$K_{cap} = K_{classe} \cdot K_{ef} \cdot K_{rural} \quad (3)$$

$$K_{ef} = K_{int} \cdot K_{ext} \text{ (usuários da mineração e indústria)} \quad (4)$$

$$K_{ef} = K_0 \text{ (usuários do saneamento)} \quad (5)$$

$$K_{ef} = K_{sist} \cdot K_{man} \text{ (usuários da irrigação)} \quad (6)$$

Análise do modelo de cobrança pelo uso da água bruta aplicado na Bacia do Rio São Francisco

Bianca da Silva Araújo

Variável / Coeficiente	Definição	Unidade
<i>Vcap</i>	Valor anual de cobrança pela captação de água.	R\$/ano
<i>Qcapout</i>	Volume anual de água, segundo valor da outorga ou verificado pelo organismo outorgante, em processo de regularização.	m³/ano
<i>PPUcap</i>	Preço público unitário para captação de água superficial.	R\$/m³
<i>Kcap</i>	Coefficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água.	Adimensional*
<i>Kout</i>	Peso atribuído ao volume anual de captação de água outorgada.	Adimensional*
<i>Kmed</i>	Peso atribuído ao volume anual de água captada e medida.	Adimensional*
<i>Qcapmed</i>	Volume anual de água captado, segundo medição.	m³/ano
<i>Kmedextra</i>	Peso atribuído ao volume anual outorgado e não utilizado.	Adimensional*
<i>Kclasse</i>	Coefficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação.	Adimensional*
<i>Kef</i>	Coefficiente que leva em conta a eficiência do uso da água. Assume valores específicos para os usuários da indústria, mineração, saneamento e irrigação. Para os demais setores usuários, <i>Kef</i> = 1.	Adimensional*
<i>Krural</i>	Coefficiente que leva em conta as particularidades dos usuários do meio rural (aquicultura e dessedentação animal). Para os demais setores usuários, <i>Krural</i> = 1.	Adimensional*
<i>Kint</i>	Índice de reutilização, sendo a quantidade de água reutilizada dividida pela quantidade total de água utilizada no processo.	Adimensional*
<i>Kext</i>	Índice de água de reuso, sendo a quantidade de água de reuso adquirida de empresa externa dividida pela quantidade total de água utilizada/necessária no processo.	Adimensional*
<i>Ksist</i>	Coefficiente que visa diferenciar a cobrança conforme o método de irrigação adotado pelo usuário.	Adimensional*
<i>Kman</i>	Coefficiente que leva em consideração o manejo do solo e o manejo da água utilizada.	Adimensional*
<i>Kmansolo</i>	Coefficiente que leva em consideração o manejo do solo.	Adimensional*
<i>Kmanirri</i>	Coefficiente que leva em consideração o manejo da água utilizada.	Adimensional*
<i>Vcon</i>	Valor anual de cobrança pelo consumo de água.	R\$/ano
<i>Qcon</i>	Volume anual consumido.	m³/ano
<i>PPUcon</i>	Preço público unitário para o consumo de água.	R\$/m³
<i>Kcon</i>	Coefficiente que leva em conta os objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pelo consumo de água.	Adimensional*
<i>Qcap</i>	Volume anual de água captado.	m³/ano
<i>Qlan</i>	Volume anual de água lançado no corpo hídrico, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização.	m³/ano
<i>Kconirr</i>	Coefficiente que visa quantificar o volume de água consumido relativamente ao método de irrigação utilizado.	Adimensional*
<i>Vlan</i>	Valor anual de cobrança pelo lançamento de efluentes.	R\$/ano
<i>Qind</i>	Vazão anual apropriada no curso de água para a diluição dos efluentes lançados no corpo hídrico, também chamada de vazão indisponível.	m³/ano
<i>PPUlan</i>	Preço público unitário para a água tornada indisponível.	R\$/m³
<i>Klan</i>	Coefficiente que leva em conta os objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pelo lançamento de efluentes.	Adimensional*
<i>Qdil</i>	Vazão anual de diluição dada pela Equação 13.	m³/ano
<i>Qef</i>	Vazão anual relativa ao efluente/poluinte considerado.	m³/ano
<i>Cef</i>	Concentração do poluente contida no efluente.	mg/L
<i>Cperm</i>	Concentração do elemento permitida, de acordo com a classe de enquadramento do trecho de curso de água onde é realizado o lançamento.	mg/L
<i>Cnat</i>	Concentração do elemento naturalmente contido no trecho do curso de água onde é realizado o lançamento.	mg/L
<i>Vpch</i>	Valor anual de cobrança pela geração de energia elétrica por meio de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH).	R\$/ano
<i>GH</i>	Total anual de energia efetivamente gerada na PCH, informado pela Concessionária.	MWh
<i>TAR</i>	Valor da Tarifa Atualizada de Referência, definida anualmente pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.	R\$/MWh
<i>Vtran</i>	Pagamento anual pela captação e alocação externa de água.	R\$/ano
<i>Kprio</i>	Coefficiente que leva em conta a prioridade de uso estabelecida no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco.	Adimensional*

*valores estabelecidos no Anexo II da Deliberação nº 94/2017 (CBHSF, 2017)

Quadro 1 – Definição das variáveis e coeficientes utilizados no modelo de cobrança pelo uso da água praticado na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Fonte: Elaborado a partir de CBHSF (2017).

$$K_{man} = K_{mansolo} \cdot K_{manirri} \quad (7)$$

$$V_{con} = Q_{con} \cdot PPU_{con} \cdot K_{con} \quad (8)$$

$$K_{con} = K_{cap} \quad (9)$$

$$Q_{con} = Q_{cap} - Q_{lan} \quad (10)$$

$$Q_{con} = Q_{cap} \cdot K_{conirr} \cdot K_{con} \quad (11)$$

$$V_{lan} = Q_{ind} \cdot PPU_{lan} \cdot K_{lan} \quad (12)$$

$$Q_{ind} = Q_{dil} + Q_{lan} \quad (13)$$

$$Q_{dil} = Q_{ef} \cdot \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat})} \quad (14)$$

$$V_{pch} = 0,0075 \cdot GH \cdot TAR \quad (15)$$

$$V_{tran} = (Q_{cap} \cdot PPU_{cap} + Q_{con} \cdot PPU_{con}) \cdot K_{classe} \cdot K_{prio} \quad (16)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme análise documental, as atividades do CBHSF são exercidas por uma Diretoria Colegiada, formada por uma Diretoria Executiva – com Presidente, Vice-Presidente e Secretário - e pelos quatro coordenadores das Câmaras Consultivas Regionais das regiões fisiográficas. Os dirigentes são eleitos diretamente pela plenária do CBHSF e têm mandatos coincidentes de quatro anos (CBHSF, 2016). Detalhes da composição do CBHSF, inclusive da plenária, estão dispostos na Figura 3.

Criado pelo Decreto Presidencial (não numerado) de 5 de junho de 2001, o CBHSF aprovou a Deliberação nº 40/2008-CBHSF (CBHSF, 2008), propondo o primeiro mecanismo de cobrança para o uso das águas do rio São Francisco. Em 2010, a Agência Peixe Vivo, uma associação civil para fins não econômicos e de interesse social, passou a exercer as funções de agência de bacia do CBHSF, auxiliando na implementação da cobrança pelo uso da água bruta e dos demais instrumentos de gestão (APV, 2021a). A última atualização do modelo de cobrança, conforme já citado, foi realizada por meio da Deliberação nº 94/2017-CBHSF (CBHSF, 2017).

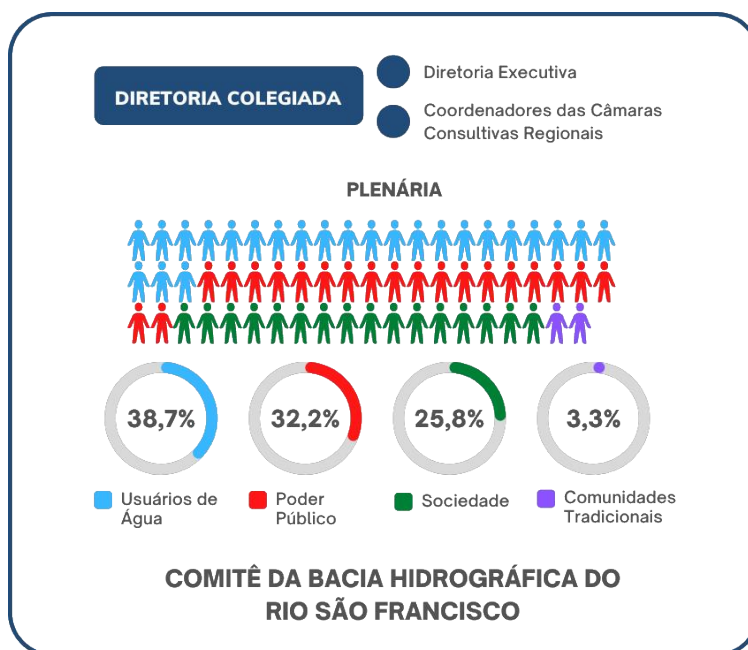


Figura 3 – Composição do comitê da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Fonte: Autoria própria (2022).

Embora haja pequenas variações, o modelo de cobrança adotado pelo CBHSF possui a mesma estrutura e elementos utilizados em outros rios com águas da União (Vianna, 2011; ANA, 2019). Ao analisar os documentos de Assis et al. (2018), ANA (2019) e CBHSF (2022c), percebe-se que todos os instrumentos de gestão – plano de recursos hídricos, outorga, cobrança, sistemas de informações e enquadramento – estão em funcionamento na bacia. Diretrizes e recomendações para os instrumentos estão previstas no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PRHSF 2016-2025 (CBHSF, 2016).

No modelo atualmente usado pelo CBHSF, há cobrança pelas parcelas de água efetivamente captadas e consumidas, sinalizando ao usuário que quanto menor for a captação e o consumo, menor será o custo. Ademais, há coeficientes técnicos que minoram/majoram os valores cobrados com base no tipo de uso (e.g., saneamento, dessedentação animal, aquicultura, indústria, mineração, irrigação e geração hidroelétrica), na classe de enquadramento do manancial e em boas práticas de utilização da água (e.g., gestão operacional e existência de equipamentos e metodologias de medição de vazões e de cargas lançadas nos corpos hídricos) (CBHSF, 2017). É importante destacar que a complexidade do modelo – com diversas regras e coeficientes técnicos – pode comprometer a sua praticidade e a sua aceitação por parte dos usuários.

Ainda em termos quantitativos, o mecanismo de cobrança atual não considera a escassez hídrica, uma situação recorrente no semiárido brasileiro (CBHSF, 2022a). Neste contexto, seria interessante ajustar os preços com base na disponibilidade hídrica corrente, reforçando o princípio do valor econômico e o uso racional da água.

Em termos de qualidade da água, até 2017, o modelo considerava a diluição de efluentes com base no parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), como pode ser verificado em Vera et al. (2017) e Assis et al. (2018). O uso de um único parâmetro restringe a proteção ambiental do corpo hídrico e entorno, já que vários poluentes e contaminantes não estão diretamente associados à DBO. A partir de 2018, por meio da Deliberação nº 94/2017-CBHSF (CBHSF, 2017), o CBHSF passou a adotar o conceito de vazão indisponível, correspondente à soma do volume de água servida lançada e do volume de água existente no corpo hídrico indispensável para a diluição dos efluentes. Assim, em teoria, outros poluentes podem ser envolvidos no cálculo, permitindo uma adequação mais ampla às condições e aos limites por classe de enquadramento, definidos nas resoluções Conama nº 375/2005 e nº 430/2011 (CONAMA, 2005; CONAMA, 2011).

Observou-se, também, que no CBHSF (CBHSF, 2017) ainda não há incentivos financeiros diretos com base no nível de tratamento dos efluentes, o que pode representar uma fragilidade. Nos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, por exemplo, considera-se um coeficiente de desconto para o nível de tratamento, promovendo a busca contínua por tecnologias mais eficientes e a consequente proteção da qualidade das águas (Finkler et al., 2015).

Os Preços Públicos Unitários (PPU) praticados no CBHSF tiveram a sua primeira atualização somente em 2017 (CBHSF, 2017). Além disso, os valores atuais para captação, consumo e lançamento de efluentes são inferiores aos observados em outros rios da União, principalmente quando se trata deste último componente (ANA, 2019). Um comparativo entre os PPUs usados em 2019 pelo CBHSF e a média daqueles observados nos comitês de bacia do rio Paraíba do Sul, rio Doce, rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, rio Paraíba e rio Verde Grande está representado na Figura 4. Valores baixos e desatualizados de PPU podem prejudicar o princípio do valor econômico e impactar no atendimento dos objetivos da cobrança (BRASIL, 1997).

No que diz respeito à cobrança por tipo de uso, a maior arrecadação é obtida com transposição de águas (50,51%), seguida por captação (28,01%), consumo (19,83%) e lançamento de efluentes (1,65%) (ANA, 2019). Diferente da cobrança nos rios Piracicaba, Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Civil

Capivari e Jundiáí, o CBHSF não estabelece preço público diferenciado para a transposição de águas, adaptando os valores usados para captação e consumo. O uso de um PPU próprio para transposição poderia ser adequado para o CBHSF, considerando a significativa participação deste item na arrecadação.

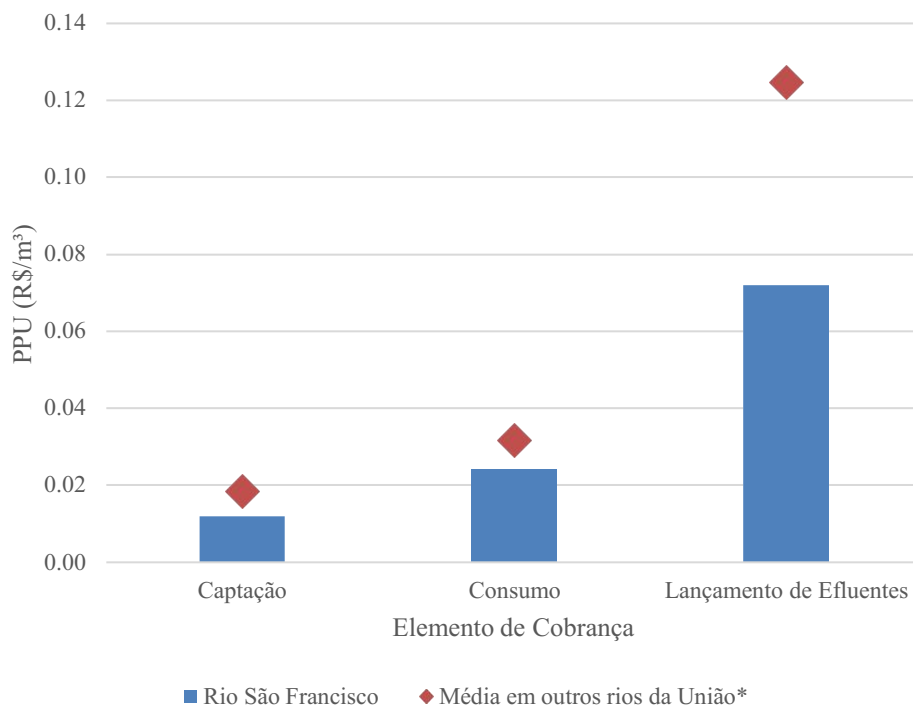


Figura 4 – Comparação de preços públicos praticados em 2019 no rio São Francisco e em outros rios da União (*rio Paraíba do Sul, rio Doce, rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, rio Paranaíba e rio Verde Grande).
Fonte: Autoria própria (2022).

Os recursos da cobrança realizada no rio São Francisco são usados para financiar projetos de recuperação hidroambiental, planos municipais de saneamento básico e ações que auxiliam na gestão do rio, a exemplo da organização de seminários, reuniões e eventos (CBHSF, 2022c). Considerando o período de 2012 a 2017, a média anual de investimentos foi de R\$ 18,8 milhões para uma arrecadação média de R\$ 21,8 milhões (APV, 2021b). Segundo ANA (2022), o CBHSF arrecadou, em 2020, cerca de R\$ 33,95 milhões. Apesar disso, há um número elevado de projetos previstos para bacia, sendo imprescindível, conforme observado por Correia et al. (2019), que os recursos sejam aplicados de maneira alinhada ao caderno de investimentos do PRHSF 2016-2025 (CBHSF, 2016).

4. CONCLUSÃO

Este estudo analisou o mecanismo de cobrança pelo uso da água bruta adotado para as águas do rio São Francisco, focando no contexto institucional, na modelagem matemática e nos impactos associados à sua aplicação.

Com uma estrutura organizacional democrática e participativa, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, que conta com o suporte executivo da Agência Peixe Vivo, promove o funcionamento de todos os instrumentos de gestão previstos na Lei das Águas.

O modelo contempla as captações, os consumos e os lançamentos de efluentes, prevendo minorações e majorações dos custos com base no tipo de uso, na classe dos mananciais e em boas práticas de aplicação da água. Diferente de outros modelos para

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Civil

águas de domínio federal, a cobrança no rio São Francisco trabalha com o conceito de vazão indisponível, possibilitando que outros poluentes – para além da DBO – possam ser envolvidos nos cálculos. O modelo não considera incentivos financeiros diretos para usuários que usam sistemas de tratamento de efluentes mais eficientes. Também não possui preço público unitário específico para transposição de águas, algo que poderia ser avaliado, tendo em vista a relevância deste uso na bacia.

Apesar da arrecadação ter superado os investimentos nos últimos anos, é necessário monitorar continuamente os preços públicos praticados. Como estão entre os menores valores cobrados para as águas de domínio da União, os preços podem ser insuficientes para promover o uso racional e para atender aos projetos previstos no plano de recursos hídricos.

Por fim, ao considerar o percurso metodológico e os resultados, espera-se que este estudo possa contribuir com a discussão e com o aperfeiçoamento de modelos de cobrança pelo uso da água bruta, sobretudo na bacia hidrográfica do rio São Francisco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaker, W. E.; Berninger, F.; Starr, M.** (2018). "Changes in soil hydraulic properties, soil moisture and water balance in Acacia senegal plantations of varying age in Sudan". *Journal of Arid Environments*, v. 150, pp. 42-53.
- ANA – Agência Nacional das Águas** (2014). *Encarte especial sobre a crise hídrica. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Informe 2014*. Brasília: ANA.
- ANA – Agência Nacional das Águas** (2017). *Base hidrográfica Ottocodificada multiescalas 2017*. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br>. Acesso em: 15 maio. 2022.
- ANA – Agência Nacional das Águas** (2019). *Cobrança pelo uso dos recursos hídricos*. Brasília: ANA.
- ANA – Agência Nacional das Águas** (2022). *Balço da arrecadação por usuário*. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-dasaguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/saofrancisco/ar-recadacao-e-repasse>. Acesso em: 15 maio. 2022.
- APV – Agência Peixe Vivo** (2021a). *Agência Peixe Vivo: 15 anos de construção*. Disponível em: <https://agenciapeixe vivo.org.br/noticias/noticias-internas/agencia-peixe-vivo-15-anos-de-construcao>. Acesso em: 28 abril. 2022.
- APV – Agência Peixe Vivo** (2021b). *Relatório gerencial das demonstrações financeiras*. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2021/09/Relatorio-financeiro-do-CGSF-01-01-a-30.06.2021-Cobranca-1.pdf>. Acesso em: 28 abril. 2022.
- Assis, W. D.; Ribeiro, M. M. R.; Moraes, M. M. G. A.** (2018). "Proposição de melhorias para o sistema de cobrança pelo uso da água bruta da bacia hidrográfica do rio São Francisco". *Eng. Sanit. Ambient*, v. 23, n. 4, pp. 779-790, 2018.
- Barros, A. M. L.; Paiva, L. F. G.; Cisneiros, S. J. N.** (2017). "Desafios da gestão dos usos múltiplos da água para atendimento energético ante a crise hídrica da bacia hidrográfica do Rio São Francisco – Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)". *Bahia Anál. dados*, v. 27, n. 1.
- BRASIL** (1997) Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Brasília, 1997.
- CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco** (2004) *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2004-2013*. Salvador: CB.
- CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco** (2008). Deliberação CBHSF nº 40, de 31 de outubro 2008. *Estabelece mecanismos e sugere valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco*.
- CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco** (2016) *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025*. Salvador: CB.
- CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco** (2017). Deliberação CBHSF nº 94, de 25 de agosto de 2017. *Atualiza, estabelece mecanismos e sugere novos valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco*.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2022a). *Características da bacia do rio São Francisco*. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acesso em: 07 de julho. 2022.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2022b). *Comitê de afluentes*. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/comites-de-afluentes/>. Acesso em: 15 de maio. 2022.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2022c). *A cobrança pelo uso da água na bacia do rio São Francisco*. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-cobranca-pelo-uso-da-agua-na-bacia-do-rio-sao-francisco/>. Acesso em: 15 de maio. 2022.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional*.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2011). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes (...)*.

Correia, V. F. S.; Carvalho, K. M.; Morato, R. B. S.; Santos, C. B.; Souza, R. O. (2019). “Cobrança pelo uso das águas e projetos de revitalização do baixo São Francisco: reflexos no abastecimento humano”. *Anais do XLIII Encontro da ANPAD – EnANPAD*, São Paulo, Brasil.

Farias, C. A. S.; Machado, E. C. M.; Brasiliano, L. N. (2016). “Monthly reservoir operating rules generated by implicit stochastic optimization and self-organizing maps”. *Sustainable Hydraulics in the Era of Global Change: Proc. of the 4th IAHR Europe Congress*. CRC Press, pp. 138-144.

Finkler, N. R.; Mendes, L. A.; Bortolin, T. A.; Schneider, V. E. (2015). “Cobrança pelo uso da água no Brasil: Uma revisão metodológica”. *Desenvolv. Meio Ambiente*, v. 33, pp. 33-49.

Fonseca, E. R.; Modesto, F. De A.; Carneiro, G. C. A.; Lima, N. F. S.; Monte-Mor, R. C. De. A. (2020). “Conflitos pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio São Francisco: estudos de caso no estado da Bahia”. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9.

Loucks, D. P.; Beek, E. (2017). “Water resource systems planning and management”. EBook: Deltares and UNESCO-IHE.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2018). *Downloads - Geociências*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 15 maio. 2022.

Pereira, D. S. P.; Formiga-Johnsson, R. M. (2005). “Descentralização da gestão dos recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil”. *REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 2, nº 1.

Vera, L. H. A.; Montenegro, S. M. G. L.; Silva, S. R. (2017). “Performance of water usage charge in the Nation’s domain as a water resource management tool in the São Francisco River basin”. *Brazilian Journal of Water Resources*, v.22, e.7.

Vianna, L. F. G. (2011). “Proposta de modelo de cobrança de água bruta no estado do Ceará: uma revisão do modelo atual” *Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – UFCE*. Fortaleza, Ceará.

ANEXO

XXX CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA

Prezado(a) Autor(a), CAMILO ALLYSON SIMÕES DE FARIAS

Comunicamos que, o Resumo, abaixo identificado, foi **APROVADO** de acordo com a análise da Comissão Científica do **XXX Congresso Latinoamericano de Hidráulica**.

Comunicamos que el Resumen, identificado a continuación, fue **APROBADO** de acuerdo al análisis del Comité Científico del **XXX Congreso Latinoamericano de Hidráulica**.

Confira os dados abaixo, lembrando que estes serão os dados utilizados para publicação do trabalho e confecção do certificado. Verifique los datos abajo, recordando que estos serán los datos que se utilizarán para publicar el trabajo y preparar el certificado.

ID: 589

TÍTULO: ANÁLISE DO MODELO DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA BRUTA ADOPTADO PARA AS ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO

TEMA: TEMA 6 - AGUA, AMBIENTE Y SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

SUBTEMA: Planificación y gestión de los recursos hídricos / Planejamento e gestão dos recursos hídricos

AUTORES:

Bianca da Silva Araújo

Camilo Allyson Simões de Farias

Francisco Miqueias Sousa Nunes

Bianca Amaral Honório