

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PEDRO IGOR AUSTREGÉSILO CORRÊA CESAR

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS METODOLOGIAS DE COBRANÇA PELO
USO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM ÁGUAS DE DOMÍNIO DA UNIÃO –
ESTUDO DE CASO: BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SÃO FRANCISCO E
DOCE**

PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Niterói
2022

PEDRO IGOR AUSTREGÉSILO CORRÊA CESAR

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS METODOLOGIAS DE COBRANÇA PELO
USO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM ÁGUAS DE DOMÍNIO DA UNIÃO –
ESTUDO DE CASO: BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SÃO FRANCISCO E
DOCE**

PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Projeto de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal Fluminense,
como requisito parcial para conclusão do
curso.

Orientador:
Prof.^a Olga Kelman Brocki Calhman, D.Sc.

Niterói
2022

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE
Gerada com informações fornecidas pelo autor

C421a Cesar, Pedro Igor Austregesilo Correa
Análise comparativa entre as metodologias de cobrança pelo uso dos recursos hídricos em águas de domínio da União ? estudo de caso: bacias hidrográficas dos Rios São Francisco e Doce / Pedro Igor Austregesilo Correa Cesar. - 2022.
53 f.: il.

Orientador: Olga Kelman Brocki Calhman.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)-Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2022.

1. Metodologia da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos. 2. Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 3. Bacia Hidrográfica do Rio Doce. 4. Produção intelectual. I. Calhman, Olga Kelman Brocki, orientadora. II. Universidade Federal Fluminense. Escola de Engenharia. III. Título.

CDD - XXX

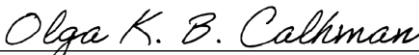
PEDRO IGOR AUSTREGÉSILO CORRÊA CESAR

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS METODOLOGIAS DE COBRANÇA PELO
USO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM ÁGUAS DE DOMÍNIO DA UNIÃO –
ESTUDO DE CASO: BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SÃO FRANCISCO E
DOCE**

Projeto de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal Fluminense,
como requisito parcial para conclusão do
curso.

Aprovada em 11 de novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Olga Kelman Brocki Calhman, D.Sc. (Orientadora) - UFF

ANTONIO FERREIRA DA
HORA:42875374753

Assinado de forma digital por
ANTONIO FERREIRA DA
HORA:42875374753
Dados: 2022.11.15 18:39:42 -03'00'

Prof. Antônio Ferreira da Hora, D.Sc. - UFF


Prof. Paulo Luiz da Fonseca, D.Sc.- UFF

Niterói
2022

AGRADECIMENTOS

Devo um agradecimento especial à minha família, que sempre me apoiou e me incentivou a estudar, e que mesmo nos momentos de maiores dificuldades financeiras nunca faltou investimento à minha educação.

Agradeço aos meus amigos por entenderem que não pude estar muito presente nesta reta final de graduação, e me apoiarem.

Agradeço aos professores Antônio e Paulo, ambos com grande conhecimento e que são referência na área deste estudo, por aceitarem participar da banca de defesa deste Projeto de Conclusão de Curso. Foi uma honra o meu trabalho ter sido avaliado e aprovado por vocês.

Agradeço também a professora Olga, por ter aceitado o desafio de me orientar em um período tão curto e por ser sempre solícita com as dúvidas que surgiram, sempre de forma cordial e rápida. A sua orientação foi excepcional.

Por fim, agradeço a Mônica da Hora, por ter sido muito importante durante toda minha vida acadêmica e ter me dado o suporte necessário nos momentos de maiores dificuldades, e por ter sido umas das melhores professoras que eu já tive. Muito obrigado!

RESUMO

A Lei Federal nº 9.433/97 compreende um marco para a gestão de recursos hídricos ao instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos. Dentre seus instrumentos, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos destaca-se como a remuneração pelo uso do bem público, cujo preço é fixado a partir de um pacto entre os usuários da água, a sociedade civil e o poder público. As metodologias que estabelecem os mecanismos e sugerem valores de cobrança variam de acordo com o Comitê de Bacia Hidrográfica, podendo ser divergentes em um país de dimensões continentais como o Brasil. O presente estudo tem como objetivo estudar as metodologias aplicadas em águas de domínio da União nas bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Doce, indicando semelhanças e diferenças, bem como identificando aspectos para uma melhor aplicabilidade dos mecanismos e fórmulas de cobrança pelo uso da água. A partir dos resultados, observou-se similaridades na cobrança pela captação de água e pelo uso de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica em pequenas centrais hidrelétricas. No que tange à cobrança pelo lançamento de efluentes, estas apresentam diferenças significativas entre as metodologias em estudo, enquanto São Francisco utiliza a vazão de diluição do efluente, Doce recorre ao equivalente populacional limitante, correspondente às fontes poluidoras DBO, SST e PT, cobrando somente aquela que apresentar o maior valor. Já em relação à cobrança pela transposição de águas o rio São Francisco leva em consideração os volumes captados e consumidos, porém a fórmula do rio Doce só considera o volume captado. Por sua vez, a bacia do rio São Francisco aplica a cobrança pelo consumo de água, enquanto a bacia do rio Doce não prevê cobrança para esse tipo de uso.

Palavras-chave: Metodologia da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos, Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

ABSTRACT

Federal Law No. 9,433/97 comprises a milestone for the management of water resources by instituting the National Policy on Water Resources. Among its instruments, charging for the use of water resources stands out as the remuneration for the use commonweal, whose price is set based on a pact between water users, civil society and the government. The methodologies that establish the mechanisms and suggest charging values vary according to the Hydrographic Basin Committee, and may differ in a country of continental dimensions like Brazil. The present study aims to study the methodologies applied in waters owned by the Union in the hydrographic basins of the São Francisco and Doce rivers, indicating similarities and differences, as well as identifying aspects for a better applicability of the mechanisms and charging formulas for the use of water. Based on the results, similarities were observed in charging for water capture and for the use of water resources for the purpose of generating electricity in small hydroelectric plants. Regarding the charge for the release of effluents, these present significant differences between the methodologies under study, while São Francisco uses the effluent dilution flow, Doce uses the limiting population equivalent, corresponding to the polluting sources DBO, SST and PT, charging only the one with the highest value. Regarding the charge for water transposition, São Francisco river takes into account the volumes captured and consumed, but the Doce river formula only considers the volume captured. In turn, the São Francisco river basin applies a charge for water consumption, while the Doce river basin does not provide for a charge for this type of use.

Keywords: Methodology of Charging for the Use of Water Resources, São Francisco River Basin, Rio Doce Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delimitação da bacia do rio São Francisco.	26
Figura 2: Delimitação da bacia do rio Doce.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estrutura dos mecanismos e valores de cobrança.....	24
Tabela 2: PPU _s para rios de domínio da União da BHSF.....	37
Tabela 3: Valores de K_{classe} de acordo com a classe de enquadramento do manancial.	37
Tabela 4: Coeficientes K_{int} e K_{ext} para os setores da indústria e da mineração utilizado no $K_{\text{eficiência}}$. ..	37
Tabela 5: Valores do Coeficiente K_0 para o setor de saneamento utilizado no $K_{\text{eficiência}}$	38
Tabela 6: Valores do Coeficiente $K_{\text{manejo irrigação}}$ utilizado no $K_{\text{eficiência}}$ no setor de irrigação.	38
Tabela 7: Valores do Coeficiente K_{sistema} para o setor de irrigação utilizado no $K_{\text{eficiência}}$	39
Tabela 8: Valores do Coeficiente $K_{\text{manejo solo}}$ utilizado no $K_{\text{eficiência}}$ no setor de irrigação.....	39
Tabela 9: Valores do Coeficiente $K_{\text{manejo irrigação}}$ utilizado no $K_{\text{eficiência}}$ no setor de irrigação.	40
Tabela 10: Valores do Coeficiente $K_{\text{consumo irrigação}}$ para o setor de irrigação.	40
Tabela 11: Valores do coeficiente $K_{\text{Lanç}}$ de acordo com a classe de enquadramento do manancial.	41
Tabela 12: $K_{\text{cap classe}}$ quando o enquadramento por aprovado pelo CNRH.....	42
Tabela 13: Valores típicos brasileiros para CPC.	44
Tabela 14: Valores dos coeficientes multiplicadores de cobrança na bacia do rio Doce.	46
Tabela 15: Equações utilizadas para a cobrança pela captação de água.	47
Tabela 16: Equações utilizadas para a cobrança pelo lançamento de efluentes/carga poluidora.	48
Tabela 17: Equações utilizadas para a cobrança pelo uso de recursos hídricos referente à transposição.	48
Tabela 18: Equações utilizadas para a cobrança pela geração de energia elétrica proveniente de PCHs.	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BHSF	Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CPC	Carga Per Capita
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CBH-DOCE	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EP	Equivalente Populacional
EPL	Equivalente Populacional Limitante
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PPU	Preço Público Unitário
PRH	Plano de Recursos Hídricos
PT	Fósforo Total
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SST	Sólidos Suspensos Totais
TAR	Tarifa Atualizada de Referência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Contextualização	14
1.2. Formulação da Situação Problema	15
1.3. Objetivos da Pesquisa	15
1.3.1. Objetivo Geral	15
1.3.2. Objetivos Específicos	15
1.4. Delimitação da Pesquisa	15
1.5. Organização da Pesquisa	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. Experiências Internacionais – França, Escócia e Alemanha	17
2.1.1. França	17
2.1.2. Escócia	18
2.1.3. Alemanha	18
2.2. Legislação Brasileira Para a Proteção dos Recursos Hídricos	19
2.2.1. Implementação da Cobrança	23
2.3. Caracterização das Áreas Objeto de Estudo	25
2.3.1. A Bacia do Rio São Francisco	25
2.3.2. A Bacia do Rio Doce	27

3. METODOLOGIA	30
3.1. Coleta de Dados.....	30
3.2. Análise e Tratamento dos Dados.....	30
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
4.1. Cobrança Pelo Uso da Água na Bacia do Rio São Francisco	31
4.1.1. Cobrança Pela Captação de Água	31
4.1.2. Cobrança Pelo Consumo da Água	33
4.1.3. Cobrança Pelo Lançamento de Efluentes.....	34
4.1.4. Cobrança Pela Geração de Energia Elétrica Proveniente de Pequenas Centrais Hidrelétricas.....	35
4.1.5. Cobrança Pelo Uso de Recursos Hídricos Referente À Transposição	36
4.1.6. Coeficientes Multiplicadores de Cobrança Pelo Uso De Recursos Hídricos	37
4.2. Cobrança Pelo Uso da Água na Bacia do Rio Doce	41
4.2.1. Cobrança Pela Captação de Água	41
4.2.2. Cobrança Pelo Lançamento de Carga Poluidora.....	43
4.2.3. Cobrança Pelo Uso de Recursos Hídricos Referente Aos Volumes De Água Transpostos	44
4.2.4. Cobrança Pela Geração de Energia Elétrica Provenientes de Pequenas Centrais Hidrelétricas.....	45
4.2.5. Coeficientes Multiplicadores de Cobrança.....	46
4.3. A Cobrança Pelo Uso das Águas de Domínio da União nas Bacias do Rio São Francisco e do Rio Doce – Diferenças e Semelhanças Identificadas	46

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A partir da segunda metade do século XX houve o reconhecimento da comunidade internacional de que era necessário garantir o uso sustentável dos recursos hídricos, e para isso foram implementados mecanismos com o objetivo de tornar o seu uso racional.

No Brasil, a Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que dispõe dentre seus fundamentos estão que a água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e que em situações de escassez, o uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais, devendo ainda propiciar o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997).

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é um dos instrumentos da PNRH e tem como objetivos dar ao usuário uma indicação do real valor da água, incentivar o seu uso racional e obter recursos financeiros para recuperação das bacias hidrográficas do País (BRASIL, 1997).

Cumprе ressaltar que a cobrança pelo uso dos recursos hídricos não constitui um imposto adicional a ser pago pela sociedade, mas sim uma remuneração pelo uso de um bem que é público, cujo preço é fixado a partir da participação dos usuários da água, da sociedade civil e do poder público no âmbito dos comitês de bacias (ANA, 2019).

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são responsáveis por estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados e propor os usos isentos da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os seus domínios (BRASIL, 1997).

Cada Comitê de Bacia Hidrográfica tem autonomia na elaboração das metodologias para estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos, bem como sugerir o preço a ser fixado e eventuais coeficientes multiplicadores para melhor adequar à realidade econômica dos seus diversos usuários.

Neste Projeto de Conclusão de Curso foram apresentadas e estudadas as metodologias de cobrança pelo uso de recursos hídricos nos rios São Francisco e Doce, buscando indicar semelhanças e diferenças como também identificar aspectos para uma melhor aplicabilidade dos mecanismos e fórmulas de cobrança pelo uso da água.

1.2. Formulação da Situação Problema

A cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio da União tornou-se possível após a aprovação da Lei Federal nº 9.433/97. No entanto, este instrumento econômico de gestão ainda encontra desafios para sua implementação e aceitação por parte dos usuários. Uma das justificativas corresponde à metodologia elaborada para a cobrança, muitas vezes de difícil compreensão para os diferentes setores usuários.

1.3. Objetivos da Pesquisa

1.3.1. Objetivo Geral

Esse estudo tem como objetivo geral realizar uma análise comparativa entre as metodologias de cobrança pelo uso dos recursos hídricos em rios de domínio da União nas bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Doce.

A análise visa indicar semelhanças e diferenças entre as metodologias utilizadas, bem como identificar alguns aspectos para uma melhor aplicabilidade dos mecanismos e fórmulas de cobrança pelo uso da água.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar as bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Doce;
- Apresentar as metodologias adotadas na cobrança pelo uso dos recursos hídricos em águas de domínio da União nas bacias dos rios São Francisco e Doce;
- Levantar e analisar semelhanças e diferenças entre as metodologias objeto do estudo;
- Identificar aspectos para uma melhor aplicabilidade dos mecanismos e fórmulas de cobrança pelo uso da água.

1.4. Delimitação da Pesquisa

O presente estudo apresenta, discute e avalia semelhanças e diferenças entre as metodologias de cobrança pelo uso dos recursos hídricos em águas de domínio da União nas bacias dos rios São Francisco e Doce.

A pesquisa foi realizada tomando por base as Deliberações do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce que tratam dos mecanismos e sugerem valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos em águas de domínio da União em suas respectivas bacias.

1.5. Organização da Pesquisa

A presente pesquisa encontra-se estruturada em 5 capítulos, quais sejam:

O primeiro capítulo tem por finalidade apresentar a contextualização, definir os objetivos principal e específicos, delimitar a pesquisa e apresentar sua organização.

No segundo capítulo são apresentadas algumas experiências internacionais em termos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, um breve histórico do quadro jurídico no Brasil relacionado à proteção desses recursos, bem como a caracterização das áreas objeto de estudo

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada para a realização da pesquisa, a forma como foi efetuada a coleta de dados, como também os instrumentos de análise.

O quarto capítulo reúne os resultados obtidos na análise comparativa entre as metodologias de cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias em estudo, evidenciando-se semelhanças e diferenças.

O quinto e último capítulo apresenta as conclusões da pesquisa e propostas para trabalhos futuros sobre o tema.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo objetiva apresentar algumas experiências internacionais em termos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, um breve histórico do quadro jurídico no Brasil relacionado à proteção desses recursos, bem como a caracterização das áreas objeto de estudo.

2.1. Experiências Internacionais – França, Escócia e Alemanha

2.1.1. França

Na França, na década de 1960, a Lei nº 64-1.245, foi inovadora para a gestão de recursos hídricos. Nela foi definido que a gestão deve ser feita na área de abrangência das bacias hidrográficas, criando Comitês de Bacias, de forma descentralizada e participativa. Para a execução foram criadas as Agências de Água para aplicação dos incentivos financeiros (FRANÇA, 2009).

A França apresenta uma área de drenagem total de 260.000 km² e os maiores rios são o Loire, Rhône, Garonne e Seine. A água potável para abastecimento é dividida entre subterrânea (60%) e superficial (40%) (MACHADO, 2003). Esse autor salienta que a Lei nº 64-1.245, Lei das Águas da França, abordou as bacias hidrográficas como domínio territorial da gestão de recursos hídricos, uma iniciativa que afasta as delimitações territoriais convencionais. Seis bacias hidrográficas foram criadas: Loire, Rhône, Garonne, Seine, Rhin e Meuse, cada uma com seus respectivos Comitês de Bacia e Agências de Água.

Complementando e atualizando a Lei nº 64-1.245, em 3 de janeiro de 1992 foi sancionada a Lei nº 92-3, na qual a água é definida com um patrimônio comum da nação, devendo haver uma gestão equilibrada entre os diversos usuários e uma gestão global de todos os corpos hídricos, preservando os ecossistemas aquáticos, dotando a água como um recurso econômico e, por fim, a prioridade do uso da água sendo para o abastecimento (FRANÇA, 2009).

A Agência de Água tem como objetivo principal o uso racional da água, utilizando a cobrança pelo uso de recursos hídricos como ferramenta de custeio financeiro para melhorias na bacia.

Machado (2003) ressalta que a Agência de Água está constituída de personalidade civil e autonomia financeira, custeada com taxas para manter sua manutenção. Esse mesmo autor aponta algumas das principais funções da Agência: recebimento das taxas cobradas àqueles que

usam a água; participação no financiamento de obras destinadas à melhoria da disponibilidade de água e execução de estudos e pesquisas.

A cobrança pelo uso da água em território francês tem como finalidade atribuir ao usuário de recursos hídricos a responsabilidade pelo custo de captação de água e tratamento de efluentes e os possíveis danos ambientais que possam ocorrer, com taxas definidas a partir do uso e da condição ambiental do corpo hídrico (FRANÇA, 2009).

A Lei da Água e dos Ambientes Aquáticos de 30 de dezembro de 2006 atualizou as taxas cobradas por tipo de uso ou ambiente, a saber: poluição da água, modernização das redes de coleta de esgoto, captação de água, armazenamento de água em período de estiagem, obstáculos de rios (barragens), proteção dos ecossistemas aquáticos e poluição difusa.

2.1.2. Escócia

No ano de 1974, o Ato de Controle de Poluição publicado pela Agência Escocesa de Proteção Ambiental, adotou uma metodologia de cobrança de taxas anuais relativas a descargas de efluentes nos corpos hídricos em seu território (SEPA, 2012).

A taxa anual cobrada é dividida em três partes, a saber: volume de efluente lançado; natureza e concentração dos efluentes e natureza do corpo hídrico que recebe essa descarga. Cada uma destas é subdividida em classes, com seu respectivo fator numérico e, por fim, multiplica-se por um fator financeiro para determinar o valor cobrado no ano, ponderando com o Fator de Corpo Receptor.

Na Escócia, Magalhães *et. al.* (2003) salientam que a metodologia adotada é estruturada de forma simples, de modo que o usuário consiga estimar facilmente o valor que deverá pagar pelo lançamento de efluentes após a emissão da outorga.

2.1.3. Alemanha

Na Alemanha os estados e o governo federal possuem a atribuição de regulação e fiscalização da gestão de recursos hídricos, essa bastante rigorosa, por meio de execução de dispositivos financeiros. O país cobra pelo uso da água na captação de água superficial e subterrânea, despejo de efluentes e para tratamento da água da chuva. A cobrança para a captação de água subterrânea não é feita em todos os estados (SANTOS, 2002).

Os preços praticados pela cobrança variam de estado para estado e em parte deles são estabelecidos um valor para água superficial e outro para água subterrânea, porém a maior parte deles determinam o valor a ser cobrado pelo tipo de uso, a fim refletir o grau de consumo de cada setor. Ramos (2007) verificou que para a captação de águas superficiais para abastecimento doméstico ou industrial o valor varia de 0,02 a 0,05 €/m³, para uso na irrigação entre 0,01 a 0,015 €/m³ e para a captação de água subterrânea pode custar até 0,50 €/m³.

A taxa federal de esgotos foi aprovada por Lei Federal em 1976 e efetivamente praticada em 1981, sendo cobrada de todos os usuários urbanos e industriais que despejam efluentes líquidos, tratados ou não, em corpos d'água; usuários rurais são dispensados de pagar essa taxa. O recurso gerado é de uso exclusivo para financiamento da melhoria da qualidade da água.

Os serviços de abastecimento de água são prestados por empresas privadas, pagando impostos para exercer essa atividade, considerada como comercial e industrial. Coleta e tratamento de esgoto é um serviço de utilidade pública, isento de imposto e executado por municípios ou em associação deles, buscando economia de custos (SOUZA, 2006).

Souza (2006) destaca que o sistema alemão concede reduções significativas do montante cobrado dos usuários que aumentaram seu desempenho de controle, utilizando a taxa de esgoto como um instrumento incitativo a ações de investimentos em melhoria de qualidade de água. Esse mecanismo torna o objetivo da cobrança um efeito indutor que ela provoca nos usuários, e não somente um instrumento de arrecadação.

2.2. Legislação Brasileira Para a Proteção dos Recursos Hídricos

A Constituição Federal de 1988 definiu que é de competência privativa da União legislar sobre recursos hídricos e que as águas são de domínio da União, dos Estados ou do Distrito Federal. Os recursos hídricos de domínio estadual são: “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União”. Por sua vez, os recursos hídricos de domínio da União são:

Os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banham mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais.

A Carta Magna vigente estabeleceu ainda que é responsabilidade da União criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e definir critérios de outorga de direitos de seu uso. Em consonância com o desenvolvimento sustentável, seu artigo

225 dispõe: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

A gestão de recursos hídricos brasileira é guiada pela base legal instituída pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), definida pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), onde a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH, prevendo a criação dos comitês de bacias hidrográficas. Desta maneira, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades para uma gestão adequada com fins de atender aos diversos usos.

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, foi inspirada no modelo francês de gestão de recursos hídricos que, a partir de 1964, dividiu o governo local em seis bacias hidrográficas, a fim de implementar sua política de recursos hídricos (RAMOS, 2007).

A PNRH tem como fundamentos que a água é um bem de domínio público, um recurso limitado, dotado de valor econômico e a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e que em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais (BRASIL, 1997).

A PNRH apresenta como objetivos: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais e, por fim, incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 1997).

A PNRH previu como instrumentos: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos. Compreendem planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos (BRASIL, 1997).

O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes (BRASIL, 1997).

O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. A outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplo destes. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os seguintes usos de recursos hídricos (BRASIL, 1997):

- I - Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II - Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III - Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- IV - Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- V - Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Independem de outorga pelo Poder Público o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural; as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes e as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes (BRASIL, 1997).

Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso (BRASIL, 1997).

A cobrança pelo uso de recursos hídricos tem como objetivos reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos Planos de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, dentre outros: as derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação; os lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o

volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente (BRASIL, 1997).

A cobrança pelo uso da água não é um imposto, mas sim um preço público. Seus mecanismos e valores são negociados a partir de debate público no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica e não por decisões impostas pelos poderes executivo ou legislativo. É oportuno destacar a importância da praticidade da cobrança - equações com muitos fatores e variáveis devem ser evitadas, pois geralmente tornam-se de difícil compreensão e implantação, além de dificultarem o reconhecimento e a aceitação pelo usuário (ANA, 2014).

Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que forem gerados e serão utilizados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos e no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, limitada a 7,5% do total arrecadado (BRASIL, 1997).

Os objetivos da cobrança são definidos a partir de questões ambientais, econômicas e financeiras, gerando receitas para a bacia para fins de melhoria da água em quantidade e qualidade, ao mesmo tempo que os preços públicos fixados não inviabilizem financeiramente os usuários. A definição do valor cobrado torna-se, portanto, um desafio (CEIVAP, 2020).

Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação (BRASIL, 1997):

- I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
- II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;
- IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;
- VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;
- VII - (VETADO)

VIII - (VETADO)

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

As Agências de Água terão a mesma área de atuação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica e exercerão a função de secretaria executiva dos mesmos. Os respectivos comitês deverão solicitar a autorização da criação da Agência de Água para o Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou para os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e sua viabilidade financeira deve ser assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação (BRASIL, 1997).

Essas Agências possuem como competência efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos; elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica; propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso e os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos, dentre outras funções (BRASIL, 1997).

Para Hartmann (2010) um dos objetivos da cobrança pelo uso de recursos hídricos, o de reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário a indicação de seu real valor, é tornar o uso consciente da água, uma vez que passa a ser cobrada a utilização desse bem público. O autor acrescenta que esse valor ainda não é suficiente para uma redução significativa do uso da água após a implementação da cobrança, dependendo dos mecanismos de cobrança e coeficientes multiplicadores adotados.

2.2.1. Implementação Da Cobrança

A implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos deve respeitar as particularidades de cada bacia hidrográfica, bem como o seu estágio de gestão, seguindo condições definidas pelos comitês e pelos Conselhos de Recursos Hídricos (ANA, 2014).

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2014) destaca que a manifestação política do Comitê da Bacia em relação a se cobrar pelo uso dos recursos hídricos é uma das etapas mais importantes do processo de sua implementação. Essa decisão envolve diferentes segmentos do Comitê que têm, em geral, interesses divergentes.

A etapa subsequente é a da construção da proposta de mecanismos de cobrança. Usualmente os Comitês de Bacia constituem um grupo técnico específico para conduzir e aprofundar o debate sobre os mecanismos, envolvendo os usuários de águas, organizações civis

e poderes públicos. A proposta deve abranger a definição das bases de cálculo bem como a eventual criação de mecanismos específicos para determinados setores usuários ou tipos de uso (ANA, 2014).

Na etapa de construção da proposta de valores de cobrança ocorre a definição dos preços unitários. Para isso, faz-se simulações do potencial de arrecadação e os correspondentes impactos sobre os usuários, aplicando-se diversos cenários de preços adotados (ANA, 2014).

A deliberação de cobrança pelo uso da água deve ser deferida pelo Comitê e então encaminhada para aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, caso de corpos d'água de domínio da União, ou, para as demais águas, ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos pertinente (ANA, 2014).

A cobrança deve ser iniciada por meio de uma metodologia simplificada, de fácil entendimento e operacionalização, podendo evoluir ao longo do tempo. Após a efetivação da cobrança, seus mecanismos e valores podem e devem ser reavaliados, pois podem surgir novas demandas, impondo o seu aperfeiçoamento (ANA, 2014).

ANA (2014) define que os mecanismos e valores de cobrança são compostos, em geral, por três parcelas: base de cálculo, preço unitário e coeficientes multiplicadores. A Tabela 1 descreve cada um deles.

Tabela 1: Estrutura dos mecanismos e valores de cobrança.

Valor de Cobrança = Base de cálculo x Preço Unitário x [Coeficientes]	
COMPONENTE	DESCRIÇÃO
Valor de Cobrança	Valor financeiro total correspondente à Cobrança pelo uso de recursos hídricos.
Base de Cálculo	Visa quantificar o volume utilizado de água para captação, consumo, lançamento (e/ou diluição) e transposição.
Preço Unitário	Define o valor financeiro unitário de determinado volume de uso da água, com base nos objetivos do instrumento da Cobrança.
Coeficientes	Visa adaptar os mecanismos definidos a objetivos, particularidades da bacia ou usos específicos.

Fonte: ANA (2014).

Definições relacionadas à Base de Cálculo (ANA, 2014):

Captação – retirada de água do corpo hídrico, que pode ser quantificada pelo volume anual de água captado.

Consumo – parcela do volume captado que não é devolvida ao corpo hídrico e pode ser quantificada pela diferença entre o volume anual de água captado e o volume anual de água que retorna à fonte.

Lançamento – quantidade de água necessária para diluir a carga poluente lançada no corpo hídrico.

Transposição – água de um corpo hídrico que é derivada para utilização e/ou despejo em ponto localizado fora da bacia hidrográfica de origem.

Já os preços unitários são definidos como os valores financeiros correspondentes a determinado volume de água utilizado para cada tipo de uso. Para viabilizar a cobrança pelo uso da água, é primordial estudos de potencial de arrecadação, bem como estudos de impactos de diversos valores de preços unitários sobre os custos na produção dos usuários. Os estudos de simulações devem garantir que haja recursos para o financiamento das ações previstas no Plano de Recursos Hídricos e garantir a viabilidade financeira da Agência de Água (ANA, 2014).

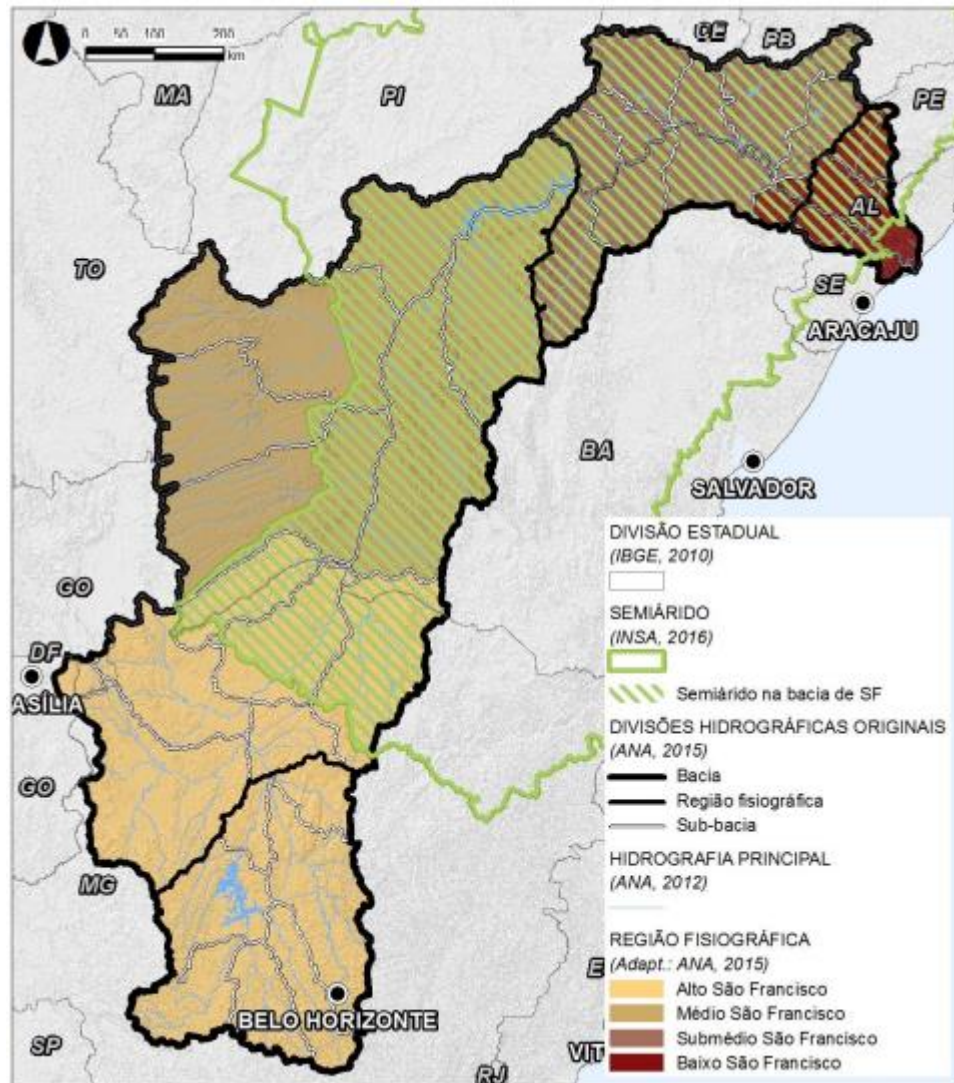
Os coeficientes multiplicadores têm como objetivo reconhecer as particularidades de uso na bacia, adaptando os mecanismos da cobrança pelo uso de recursos hídricos. Tais coeficientes poderiam ser usados, por exemplo, na adoção de tecnologias para um uso mais eficiente ou, até mesmo, mecanismos diferenciados de pagamento (ANA, 2014).

2.3. Caracterização das Áreas Objeto de Estudo

2.3.1. A Bacia do Rio São Francisco

A bacia hidrográfica do rio São Francisco abrange cerca de 8% do território brasileiro, com extensão de 2.863 km e uma área de drenagem de aproximadamente 639.219 km². Sua nascente encontra-se na Serra da Canastra, Minas Gerais, e sua foz no oceano Atlântico, na divisa de Alagoas e de Sergipe, percorrendo 505 municípios em seis estados (Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe), além do Distrito Federal (CBHSF, 2022).

Figura 1: Delimitação da bacia do rio São Francisco.



Fonte: CBHSF (2015).

Para fins de planejamento, a bacia foi dividida em quatro regiões fisiográficas: Alto (cerca de 40% da área da bacia hidrográfica), Médio (39% da área da bacia hidrográfica), Submédio (17% da área da bacia) e Baixo São Francisco (5% da área da bacia hidrográfica). A população estimada é de 15 milhões de habitantes, com maior concentração demográfica no Alto São Francisco. Cerca de 54% do território da bacia hidrográfica se localiza no Semiárido, com registro de períodos críticos de estiagem. A bacia abrange parte dos biomas da Caatinga, do Cerrado e fragmentos de Mata Atlântica (CBHSF, 2022).

A oeste de Minas Gerais e sul da Bahia encontra-se o bioma do cerrado, cobrindo praticamente metade da bacia, ao passo que a caatinga se localiza no nordeste baiano, com condições climáticas mais severas. Fragmentos da floresta atlântica ocorre no Alto São Francisco, em sua maior parte devastada pelo uso agrícola e pastagens (CBHSF, 2022).

O polígono das secas é uma região sujeita a períodos críticos de prolongadas estiagens, com várias zonas geográficas e diversos índices de aridez. A bacia do rio São Francisco possui 58% da área do polígono, ao longo de 270 municípios (CBHSF, 2022).

O clima apresenta uma variabilidade associada à transição do úmido para o árido, com temperatura média anual variando de 18 a 27° C. A pluviosidade apresenta média anual de 1.036 mm. O período chuvoso ocorre de novembro a janeiro, enquanto o período seco é de junho a agosto (CBHSF, 2022).

Há grande diversidade econômica na bacia - no Alto, Médio e Submédio São Francisco existem indústrias e agroindústrias, já no Baixo São Francisco predominam a agropecuária e a pesca tradicional, ainda com notável crescimento da agricultura, turismo e lazer (CBHSF, 2022).

O uso da água na bacia destina-se majoritariamente à irrigação, demanda superior a 70%, ocupando cerca de 336.200 hectares. As demandas urbanas e industriais se concentram nos setores da siderurgia, mineração, química, têxtil, papel e equipamentos industriais. Os efluentes domésticos e industriais são lançados indiscriminadamente no rio São Francisco e em seus afluentes, e uma das áreas mais críticas corresponde à Região Metropolitana de Belo Horizonte, onde há também elevada carga inorgânica, proveniente da extração e beneficiamento de minerais (CBHSF, 2022).

2.3.2. A Bacia do Rio Doce

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce apresenta área de drenagem de cerca de 86.715 km², dos quais 86% estão no Leste de Minas Gerais e 14% no Nordeste do Espírito Santo. As nascentes do Rio Doce estão localizadas nas Serras da Mantiqueira e do Espinhaço e após percorrer 879 quilômetros deságuam no Oceano Atlântico. O relevo da bacia é ondulado, montanhoso e acidentado (CBH-DOCE, 2022).

A bacia do Rio Doce abrange 228 municípios, sendo 200 mineiros e 28 capixabas, com uma população total estimada em 3,5 milhões de habitantes, sendo cerca de 73% concentrados em áreas urbanas (CBH-DOCE, 2022).

Figura 2: Delimitação da bacia do rio Doce.



Fonte: ECOPLAN & LUME (2010).

A economia da bacia é diversificada. Na agropecuária destacam-se lavouras tradicionais, cultura de café, cana de açúcar, criação de gados de corte e leiteiro bem como suinocultura, e na agroindústria, destacam-se a produção de açúcar e álcool. A região possui o maior complexo siderúrgico da América Latina, onde se localizam empresas de mineração e reflorestadoras. Há ainda indústrias de celulose e laticínios, comércio e serviços voltados aos complexos industriais (CBH-DOCE, 2022).

Apesar da grande geração de recursos financeiros devido ao complexo siderúrgico, também se verifica desigualdade no interior da bacia. O desenvolvimento econômico ocorreu somente em algumas áreas, como no Vale do Aço e na região de influência dos municípios de Governador Valadares, Caratinga, Colatina e Linhares. Indicadores sociais e econômicos demonstram que quase uma centena dos municípios pertencentes à bacia são considerados pobres (ECOPLAN & LUME, 2010).

O regime pluviométrico na bacia é caracterizado por dois períodos bem distintos. O período chuvoso se entende de outubro a março, variando de 800 a 1.300 mm, sendo o mês de

dezembro de maior pluviosidade. O período seco se estende de abril a setembro, variando de 150 a 250 mm, e pluviosidade mais crítica de junho a agosto. As temperaturas médias nas bacias variam de 18° C em Barbacena a 24,6° em Aimorés (CBH-DOCE, 2022).

A bacia do Rio Doce possui uma grande biodiversidade e 98% de sua área de abrangência está inserida no bioma Mata Atlântica, um dos mais importantes e ameaçados do mundo. Os 2% restantes são de Cerrado (CBH-DOCE, 2022).

A região apresenta um intenso processo de erosão, devido ao desmatamento generalizado e ao mau uso dos solos, com carreamento de sedimentos para os cursos d'água, o que gera assoreamento, processo esse que se agrava no baixo curso do rio Doce. O uso indiscriminado de agrotóxicos nas lavouras também é responsável pela poluição dos corpos hídricos. Além disso, a urbanização descontrolada em parte da bacia impactou a qualidade dos recursos hídricos, uma vez que praticamente não há tratamento de esgotos na bacia (ECOPLAN & LUME, 2010).

O intenso desmatamento e o manejo inadequado do solo favoreceram a formação de processos erosivos e o consequente assoreamento dos cursos d'água, o que possibilita a ocorrência de inundações na bacia. Algumas cidades ocupam, ainda, a planície de inundação, o que intensifica o alagamento dessas regiões (ECOPLAN & LUME, 2010).

3. METODOLOGIA

Conforme Turrioni e Mello (2012) as pesquisas podem ser classificadas em qualitativas e quantitativas, segundo a abordagem do problema. O presente estudo se deteve na abordagem qualitativa, apesar de comparações entre metodologias e equações. Adicionalmente, houve necessidade de pesquisa explicativa para identificação dos fatores que determinam as similaridades ou diferenças.

3.1. Coleta de Dados

Os dados utilizados nesse estudo foram obtidos nos *sites* do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce, onde encontram-se, respectivamente, as deliberações CBHSF nº 94 e CBH-DOCE nº 69, as quais estabelecem os mecanismos e valores de cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

3.2. Análise e Tratamento dos Dados

Foi efetuada uma análise comparativa entre as bacias avaliando a cobrança pelo uso da água por tipo de usos, quais sejam: Captação de Água, Consumo de Água, Lançamento de Efluentes/Carga Poluidora, Transposição de Água e Geração de Energia Por Meio de Pequenas Centrais Hidrelétricas.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Cobrança Pelo Uso Da Água Na Bacia Do Rio São Francisco

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, criado pelo Decreto Presidencial de 05 de junho de 2001, estabeleceu, por meio da deliberação CBHSF nº 40, de 31 de outubro de 2008, mecanismos e sugeriu valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Em 2017, por meio da deliberação CBHSF nº 94, de 25 de agosto de 2017, os mecanismos e valores de cobrança pelo uso da água foram atualizados.

No anexo I da deliberação CBHSF nº 94 são detalhadas as fórmulas para o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos, conforme itens a seguir.

4.1.1. Cobrança Pela Captação de Água

O valor da cobrança pela captação de água quando não houver medição do volume anual captado é feita de acordo com a Equação 1.

$$Valor_{cap} = Q_{cap,out} \times PPU_{cap} \times K_{cap} \quad (1)$$

O valor da cobrança pela captação de água quando houver medição do volume anual captado é feito de acordo com a Equação 2.

$$Valor_{cap} = \{K_{out} \times Q_{cap,out} + K_{med} \times Q_{cap,med} + K_{med\ extra} \times [0,70 \times (Q_{cap,out} - Q_{cap,med})]\} \\ \times PPU_{cap} \times K_{cap} \quad (2)$$

Onde:

- $Valor_{cap}$: Valor anual de cobrança pela captação de água, em R\$/ano;
- K_{out} : Peso atribuído ao volume anual de captação de água outorgada;
- $Q_{cap,out}$: Volume anual de água outorgada, em m³/ano;
- K_{med} : Peso atribuído ao volume anual de água captada e medida;
- $Q_{cap,med}$: Volume anual de água captado, segundo medição, em m³/ano;
- $K_{med\ extra}$: Peso atribuído ao volume anual outorgado e não utilizado;
- PPU_{cap} : Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/m³;
- K_{cap} : Coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água.

Os valores de K_{out} , K_{med} e $K_{med\ extra}$ são definidos conforme segue:

- a) Quando $(Q_{cap.med}/Q_{cap.out})$ for maior ou igual a 0,7 e menor do que 1 serão adotados $k_{out} = 0,2$, $k_{med} = 0,8$ e $k_{med\ extra} = 0$;
- b) Quando $(Q_{cap.med}/Q_{cap.out})$ for menor que 0,7 serão adotados $k_{out} = 0,2$, $k_{med} = 0,8$ e $k_{med\ extra} = 1$;
- c) Quando $(Q_{cap.med}/Q_{cap.out})$ for maior do que 1 serão adotados $k_{out} = 0$, $k_{med} = 1$ e $k_{med\ extra} = 0$ (Torna-se necessário o pedido de revisão da outorga);
- d) Quando houver escassez hídrica, em áreas declaradas de restrição de outorga superior a 30% (trinta por cento) o $K_{med\ extra}$ será considerado igual a zero.

O K_{cap} é calculado conforme Equação 3.

$$K_{cap} = K_{classe} \times K_{efici\ência} \times K_{rural} \quad (3)$$

Onde:

- K_{classe} : Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação;
- K_{rural} : Coeficiente que leva em conta as particularidades dos usuários do meio rural (aquicultura e dessedentação animal igual a 0,1). Para demais setores $K_{rural} = 1$;
- $K_{efici\ência}$: Coeficiente que leva em conta a eficiência do uso da água. Este coeficiente assume valores específicos para os usuários de indústria, mineração, saneamento e irrigação. Para os demais setores usuários, $K_{efici\ência} = 1$.

Para os usos dos setores da indústria e da mineração, o $K_{efici\ência}$ é calculado conforme Equação 4:

$$K_{efici\ência} = K_{int.} \times K_{ext} \quad (4)$$

Onde:

- K_{int} : É o índice de reutilização, sendo a quantidade de água reutilizada dividida pela quantidade total de água utilizada no processo;
- K_{ext} : É o 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.

Para o setor de saneamento o $K_{eficiência}$ é calculado exclusivamente em função de K_0 , coeficiente de gestão operacional que leva em consideração o Índice de Perdas na Distribuição do usuário, conforme Tabela 5.

Para os usos do setor da irrigação, o $K_{eficiência}$ é calculado conforme Equação 5:

$$K_{eficiência} = K_{sistema} \times K_{manejo} \quad (5)$$

Onde:

- $K_{sistema}$: Coeficiente que visa diferenciar a cobrança conforme o método de irrigação adotado pelo usuário;
- K_{manejo} : Coeficiente que leva em consideração o manejo do solo e o manejo da água utilizada, calculado conforme a Equação 6.

$$K_{manejo} = K_{manejo\ solo} \times K_{manejo\ irrigação} \quad (6)$$

4.1.2. Cobrança Pelo Consumo da Água

A cobrança pelo consumo da água é feita de acordo com a Equação 7.

$$Valor_{cons} = Q_{cons} \times PPU_{cons} \times K_{cons} \quad (7)$$

Onde:

- $Valor_{cons}$: Valor anual de cobrança pelo consumo de água em R\$/ano;
- Q_{cons} : Volume anual consumido, em m³/ano;

- PPU_{cons} : Preço Público Unitário para o consumo de água, R\$/m³;
- K_{cons} : Coeficiente que leva em conta os objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pelo consumo de água ($K_{cons} = K_{cap}$).

O volume anual consumido é calculado conforme Equação 8.

$$Q_{cons} = (Q_{cap} - Q_{lanç}) \quad (8)$$

Onde:

- Q_{cap} : Volume anual de água captado, em m³/ano, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização;
- $Q_{lanç}$: Volume anual de água lançado, em m³/ano, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização.

A cobrança pelo consumo da água no caso da irrigação é feita conforme Equação 9.

$$Q_{cons} = Q_{cap} \times k_{cons \text{ irrig}} \times k_{cons} \quad (9)$$

Onde:

- Q_{cap} : Volume anual de água captado, em m³/ano, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização;
- $K_{cons \text{ irrig}}$: Coeficiente que visa quantificar o volume de água consumido relativamente ao método de irrigação utilizado.

4.1.3. Cobrança Pelo Lançamento de Efluentes

A cobrança pelo lançamento de efluente é feita conforme Equação 10.

$$Valor_{Lanç} = Q_{indisponível} \times PPU_{Lanç} \times K_{Lanç} \quad (10)$$

Onde:

- $Valor_{Lanç}$: Valor anual de cobrança pelo lançamento de efluentes, em R\$/ano;

- $Q_{\text{indisponível}}$: Vazão anual apropriada no curso de água para a diluição dos efluentes lançados no corpo hídrico;
- $PPU_{\text{Lanç}}$: Preço Público Unitário para a água tornada indisponível, em R\$/m³;
- $K_{\text{Lanç}}$: Coeficiente que leva em conta os objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pelo lançamento de efluentes.

A $Q_{\text{indisponível}}$ é calculada de acordo com a Equação 11.

$$Q_{\text{indisponível}} = Q_{\text{diluição}} \times Q_{\text{lançamento}} \quad (11)$$

A $Q_{\text{diluição}}$ é calculada de acordo com a Equação 12.

$$Q_{\text{diluição}} = Q_{ef} \times \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat.})} \quad (12)$$

Onde:

- Q_{ef} : Vazão anual relativa ao efluente/poluinte considerado;
- C_{ef} : Concentração do poluinte contida no efluente;
- C_{perm} : Concentração do elemento permitida, de acordo com a classe de enquadramento do trecho de curso de água onde é realizado o lançamento;
- $C_{nat.}$: Concentração do elemento naturalmente contida no trecho do curso de água onde é realizado o lançamento.

4.1.4. Cobrança Pela Geração de Energia Elétrica Proveniente de Pequenas Centrais Hidrelétricas

A cobrança pela geração de energia elétrica proveniente de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) é feita de acordo com Equação 13.

$$Valor_{PCH} = 0,0075 \times GH \times TAR \quad (13)$$

Onde:

- $Valor_{PCH}$: Valor anual de cobrança pela geração de energia elétrica por meio de PCHs, em R\$/ano;

- GH: Total anual de energia efetivamente gerada na PCH, informado pela Concessionária, em MWh;
- TAR: Valor da Tarifa Atualizada de Referência, definida anualmente pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em R\$/MWh.

4.1.5. Cobrança Pelo Uso de Recursos Hídricos Referente À Transposição

A cobrança pelo uso de recursos hídricos referente aos volumes de água outorgáveis para transposição e alocação externa de água da BHSF é feita de acordo com a Equação 14.

$$Valor_{transp} = (Q_{cap} \times PPU_{cap} + Q_{cons} \times PPU_{cons}) \times K_{classe} \times K_{prioridade} \quad (14)$$

Onde:

- Valor_{transp}: Pagamento anual pela captação e alocação externa de água, em R\$/ano;
- Q_{cap}: Volume anual de água captado, em m³/ano, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização;
- Q_{cons}: Volume anual de água transposto e consumido, em m³/ano;
- PPU_{cap}: Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/m³;
- PPU_{cons}: Preço Público Unitário para o consumo de água, R\$/m³;
- K_{classe}: Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação;
- K_{prioridade}: Coeficiente que leva em conta a prioridade de uso estabelecida no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco, sendo igual 0,5 para o abastecimento humano e para a dessedentação animal e igual a 1 para demais usos.

4.1.6. Coeficientes Multiplicadores De Cobrança Pelo Uso De Recursos Hídricos

No anexo II da deliberação CBHSF nº 94, de 25 de agosto de 2017 são detalhados os valores dos Preços Unitários e de coeficientes multiplicadores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na BHSF, conforme segue:

Tabela 2: PPU para rios de domínio da União da BHSF.

TIPO DE USO	PPU	UNIDADE	VALOR (R\$)
Captação de água	PPU _{cap}	m ³ (captado)	0,012
Consumo de água	PPU _{cons}	m ³ (consumido)	0,024
Lançamento de efluentes	PPU _{Lanç}	m ³ (indisponibilizado)	0,0012

Fonte: CBHSF (2017).

Tabela 3: Valores de K_{classe} de acordo com a classe de enquadramento do manancial.

TERMO	Classe de enquadramento do manancial	VALOR
K_{classe}	Especial	1,1
	1	1,05
	2	1,0
	3	0,9
	4	0,8

Fonte: CBHSF (2017).

Tabela 4: Coeficientes K_{int} e K_{ext} para os setores da indústria e da mineração utilizado no $K_{eficiência}$.

Índice de reutilização (para k_{int}) / Índice de água de reuso (para k_{ext})	K_{int}	K_{ext}
0 - 20%	1,0	1,0
21 - 40%	0,95	0,95
41 - 60%	0,90	0,90
61 - 80%	0,85	0,85
81 - 90%	0,80	0,80
91 - 100%	0,75	0,75

Fonte: CBHSF (2017).

Tabela 5: Valores do Coeficiente K_0 para o setor de saneamento utilizado no $K_{\text{eficiência}}$.

Índice de Perdas de Distribuição (%)	K_0 (2018)	K_0 (2023)
$20 < P_D \leq 30$	0,8	0,9
$30 < P_D \leq 40$	0,9	1,0
$40 < P_D \leq 50$	1,0	1,1
$P_D > 50$	1,1	1,2

Fonte: CBHSF (2017).

Tabela 6: Valores do Coeficiente $K_{\text{manejo irrigação}}$ utilizado no $K_{\text{eficiência}}$ no setor de irrigação.

Manejo da Irrigação	$K_{\text{manejo irrigação}}$
<p>Monitora variáveis climatológicas ou nível de umidade do solo, de forma contínua, para fins de planejamento e operação do sistema.</p> <p><i>Em caso de fiscalização o usuário declara que mantém registros de todas as variáveis monitoradas, bem como mantém todos os equipamentos devidamente aferidos e em pleno estado de operação.</i></p>	0,7
Não declarou ou não utiliza nenhuma técnica de manejo no planejamento ou operação do sistema de irrigação.	1,0

Fonte: CBHSF (2017).

Tabela 7: Valores do Coeficiente K_{sistema} para o setor de irrigação utilizado no $K_{\text{eficiência}}$.

Método de Irrigação	K_{sistema}
Gotejamento	0,10
Gotejamento subterrâneo - tubo poroso	0,10
Tubos perfurados	0,15
Micro aspersão	0,10
Aspersão por sistema pivô central com Lepa	0,10
Aspersão por sistema pivô central	0,15
Aspersão por sistema deslocamento linear	0,10
Aspersão por sistema em malha	0,15
Aspersão por sistema autopropelido	0,15
Aspersão por sistema convencional	0,15
Sulcos abertos	0,30
Sulcos interligados em bacias	0,20
Sulcos fechados	0,20
Sub-irrigação	0,30
Inundação	0,30

Fonte: CBHSF (2017).

Tabela 8: Valores do Coeficiente $K_{\text{manejo solo}}$ utilizado no $K_{\text{eficiência}}$ no setor de irrigação.

Manejo do Solo	$K_{\text{manejo solo}}$
Com plantio direto ou plantio convencional com práticas conservacionistas de solo: curva de nível, barraginha (cacimba), tratamento de estradas rurais e outras.	0,8
Plantio convencional sem práticas conservacionistas	1,0

Fonte: CBHSF (2017).

Tabela 9: Valores do Coeficiente $K_{\text{manejo irrigação}}$ utilizado no $K_{\text{eficiência}}$ no setor de irrigação.

Manejo da Irrigação	$K_{\text{manejo irrigação}}$
Monitora variáveis climatológicas ou nível de umidade do solo, de forma contínua, para fins de planejamento e operação do sistema. <i>Em caso de fiscalização o usuário declara que mantém registros de todas as variáveis monitoradas, bem como mantém todos os equipamentos devidamente aferidos e em pleno estado de operação.</i>	0,7
Não declarou ou não utiliza nenhuma técnica de manejo no planejamento ou operação do sistema de irrigação.	1,0

Fonte: CBHSF (2017).

Tabela 10: Valores do Coeficiente $K_{\text{consumo irrigação}}$ para o setor de irrigação.

Método de Irrigação	$K_{\text{consumo irrigação}}$
Gotejamento	0,90
Gotejamento subterrâneo – tubo poroso	0,90
Tubos perfurados	0,85
Micro aspersão	0,90
Aspersão por sistema pivô central com Lepa	0,90
Aspersão por sistema pivô central	0,85
Aspersão por sistema deslocamento linear	0,90
Aspersão por sistema em malha	0,85
Aspersão por sistema autopropelido	0,85
Aspersão por sistema convencional	0,85
Sulcos abertos	0,70
Sulcos interligados em bacias	0,80
Sulcos fechados	0,80
Sub-irrigação	0,70
Inundação	0,70

Fonte: CBHSF (2017).

Tabela 11: Valores do coeficiente $K_{Lan\grave{c}}$ de acordo com a classe de enquadramento do manancial.

TERMO	Classe de enquadramento do manancial	VALOR
$K_{Lan\grave{c}}$	2	1,0
	3	0,9
	4	0,8

Fonte: CBHSF (2017).

4.2. Cobrança Pelo Uso Da Água Na Bacia Do Rio Doce

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, criado pelo Decreto Presidencial de 25 de janeiro de 2002, estabeleceu, por meio da deliberação CBH-DOCE nº 26, de 31 de março de 2011, mecanismos e sugeriu valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Doce. Em 2018, por meio da deliberação CBH-DOCE nº 69, de 12 de junho de 2018, os mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos foram atualizados.

No anexo I da deliberação CBH-DOCE nº 69 são detalhadas as fórmulas atuais para o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos, conforme itens a seguir.

4.2.1. Cobrança Pela Captação de Água

A cobrança pela captação de água é feita de acordo com a Equação 15.

$$Valor_{cap} = Q_{cap} \times PPU_{cap} \times K_{cap} \quad (15)$$

Onde:

- $Valor_{cap}$: Valor anual de cobrança pela captação de água, em R\$/ano;
- Q_{cap} : Volume anual de água captado, em m³/ano;
- PPU_{cap} : Preço Público Unitário para captação, em R\$/m³;
- K_{cap} : Coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água.

O K_{cap} é calculado conforme a Equação 16.

$$K_{cap} = K_{cap\ classe} \times K_t \quad (16)$$

Onde:

- $K_{\text{cap classe}}$: Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, sendo igual a 1 enquanto o enquadramento não estiver aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- K_i : Coeficiente que leva em conta a natureza do uso e/ou as práticas de uso e conservação da água, sendo igual a 0,05 para usos agropecuários e igual a 1 para os demais.

Tabela 12: $K_{\text{cap classe}}$ quando o enquadramento por aprovado pelo CNRH.

Enquadramento do corpo de água superficial onde se faz a captação	Valor de $k_{\text{cap classe}}$
Especial	1,15
1	1,1
2	1
3	0,9
4	0,8

Fonte: CBH-DOCE (2018).

A cobrança pela captação de água, no caso em que o usuário possuir medição de vazão, será feita de acordo com a Equação 17.

$$Valor_{\text{cap}} = (K_{\text{out}} \times Q_{\text{out}} + K_{\text{med}} \times Q_{\text{med}}) \times PPU_{\text{cap}} \times K_{\text{cap}} \quad (17)$$

Onde:

- $Valor_{\text{cap}}$: Valor anual de cobrança pela captação de água, em R\$/ano;
- K_{out} : Peso atribuído ao volume anual de captação outorgado;
- K_{med} : Peso atribuído ao volume anual efetivamente captado e medido;
- Q_{out} : Volume anual de água outorgado, em m³/ano;
- Q_{med} : Volume anual de água medido, em m³/ano;
- PPU_{cap} : Preço Público Unitário para captação, em R\$/m³;
- K_{cap} : Coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água.

Os valores de K_{out} e K_{med} serão definidos conforme segue:

- a) Quando (Q_{med}/Q_{out}) for maior ou igual a 0,7 será adotado $k_{out} = 0,2$ e $k_{med} = 0,8$;
- b) Quando (Q_{med}/Q_{out}) for menor que 0,7 será calculada pela Equação 18:

$$Valor_{cap} = [0,2 \times Q_{out} + 0,8 \times Q_{med} + 1,0 \times (0,7 \times Q_{out} - Q_{med})] \times PPU_{cap} \times K_{cap} \quad (18)$$

- c) Quando não existir medição de volumes captados será adotado $k_{out} = 1$ e $k_{med} = 0$; conforme Equação 19:

$$Valor_{cap} = Q_{out} \times PPU_{cap} \times K_{cap} \quad (19)$$

- d) Quando (Q_{med}/Q_{out}) for maior que 1 (um) será adotado $k_{out} = 0$ e $k_{med} = 1$. Torna-se necessário o pedido de retificação da outorga.

4.2.2. Cobrança Pelo Lançamento de Carga Poluidora

A cobrança pelo lançamento de carga poluidora será feita de acordo com a Equação 20.

$$Valor_{lan\c} = EPL \times PPU_{EP} \quad (20)$$

Onde:

- $Valor_{lan\c}$: Valor anual de cobrança pelo lançamento de carga poluidora, em R\$/ano;
- EPL: Equivalente Populacional Limitante, em habitantes;
- PPU_{EP} : Preço Público Unitário referente a um Equivalente Populacional (EP), em R\$/hab.

A metodologia para o lançamento de carga poluidora é função da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), dos Sólidos Suspensos Totais (SST) ou do Fósforo Total (PT). O Equivalente Populacional (EP) será calculado para cada variável (DBO, SST e PT) e é cobrado somente aquele que apresentar maior valor, conforme Equação 21.

$$EP = \frac{CP_{(DBO \text{ ou } SST \text{ ou } PT)}}{CPC} \quad (21)$$

Onde:

- EP: Equivalente Populacional, em habitantes;
- $CP_{(DBO \text{ ou } SST \text{ ou } PT)}$: Carga Poluidora, para cada variável (DBO, SST e PT), em kg/ano;
- CPC: Carga Per Capita, em Kg/hab./ano.

Tabela 13: Valores típicos brasileiros para CPC.

Carga Per Capita (CPC) (kg/hab/ano)		
DBO	SST	PT
18,25	21,9	0,365

Fonte: CBH-DOCE (2018).

O PPU_{EP} será definido multiplicando-se a CPC da variável DBO pelo $PPU_{lanç}$, conforme Equação 22.

$$PPU_{EP} = CPC_{DBO} \times PPU_{lanç} \quad (22)$$

Onde:

- PPU_{EP} : Preço Público Unitário referente a um Equivalente Populacional (EP), em R\$/hab.;
- CPC_{DBO} : Carga Per Capita (CPC) referente à variável DBO, em Kg/hab./ano
- $PPU_{lanç}$: Preço Público Unitário para lançamento de carga poluidora, em R\$/kg;

4.2.3. Cobrança Pelo Uso De Recursos Hídricos Referente aos Volumes de Água Transpostos

O valor anual de cobrança pela transposição de água é calculado pela Equação 23.

$$Valor_{transp} = Q_{transp} \times PPU_{transp} \times K_{classe} \quad (23)$$

Onde:

- $Valor_{transp}$: Valor anual de cobrança pela transposição de água, em R\$/ano;
- Q_{transp} : Volume anual de água transposto da Bacia Hidrográfica do Rio Doce para outras bacias, em m³/ano;
- PPU_{transp} : Preço Público Unitário para a transposição de bacia, em R\$/m³;
- K_{classe} : Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a transposição.

No caso em que o usuário possuir medição de vazão de acordo com procedimentos aceitos pelos órgãos gestores, a cobrança referente aos volumes de água transpostos será calculada conforme Equação 24.

$$Valor_{transp} = (K_{out} \times Q_{out} + K_{med} \times Q_{med}) \times PPU_{transp} \times K_{cap} \quad (24)$$

4.2.4. Cobrança Pela Geração de Energia Elétrica Provenientes de Pequenas Centrais Hidrelétricas

A cobrança pela geração de energia elétrica provenientes de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) é feita de acordo com Equação 25.

$$Valor_{PCH} = EH \times TAR \times K \quad (25)$$

Onde:

- $Valor_{PCH}$: Valor anual de cobrança pela geração de energia elétrica por meio de PCHs, em R\$/ano;
- EH : Energia anual de origem hidráulica efetivamente verificada, em MWh;
- TAR : Tarifa Atualizada de Referência - TAR, relativa à compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos, fixada, anualmente, por Resolução Homologatória da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, em R\$/MWh;
- K : Igual a 0,75%.

4.2.5. Coeficientes Multiplicadores de Cobrança

No anexo II da deliberação CBH-DOCE nº 69, de 12 de junho de 2018, são detalhados os valores dos Preços Unitários (Tabela 14).

Tabela 14: Valores dos coeficientes multiplicadores de cobrança na bacia do rio Doce.

Tipo de Uso	PPU	Unidade	Valor	
			2018	2019
Captação de água superficial	PPU _{cap}	R\$/m ³	0,0308	0,0336
Lançamento de carga poluidora	PPU _{lanç}	R\$/Kg	0,1643	0,1790
Transposição de água	PPU _{transp}	R\$/m ³	0,0411	0,0448

Fonte: CBH-DOCE (2018).

4.3. A Cobrança Pelo Uso das Águas de Domínio da União Nas Bacias do Rio São Francisco e do Rio Doce – Diferenças e Semelhanças Identificadas

A cobrança pela captação de água é feita de forma semelhante nas duas bacias, ao considerar o volume anual captado, o preço público unitário para captação e o coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água (k_{cap}). Este coeficiente, na bacia do rio Doce, definido em função da classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação e do coeficiente que leva em conta a natureza do uso e/ou as boas práticas de uso e conservação da água. Por sua vez, o k_{cap} na bacia do rio São Francisco é função da classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, do coeficiente que leva em conta as particularidades dos usuários do meio rural (aquicultura e dessedentação animal) e do coeficiente que leva em conta a eficiência do uso da água nos setores da indústria, mineração, saneamento e irrigação.

As bacias diferenciam da mesma maneira, em suas respectivas metodologias, a cobrança pela captação dos usuários que possuem medição de vazão, aplicando coeficientes nos volumes outorgado e medido. Na Tabela 15 apresenta-se o resumo das equações usadas para a cobrança pela captação nos rios São Francisco e Doce para os diversos usuários de recursos hídricos.

Tabela 15: Equações utilizadas para a cobrança pela captação de água.

SÃO FRANCISCO	DOCE
$Valor_{cap} = Q_{cap,out} \times PPU_{cap} \times K_{cap}$	$Valor_{cap} = Q_{cap} \times PPU_{cap} \times K_{cap}$
$Valor_{cap}$ $= \{K_{out} \times Q_{cap,out} + K_{med} \times Q_{cap,med}$ $+ K_{med\ extra}$ $\times [0,70 \times (Q_{cap,out} - Q_{cap,med})]\} \times PPU_{cap}$ $\times K_{cap}$	$Valor_{cap}$ $= (K_{out} \times Q_{out} + K_{med} \times Q_{med}) \times PPU_{cap}$ $\times K_{cap}$
$K_{cap} = K_{classe} \times K_{eficiência} \times K_{rural}$	$K_{cap} = K_{cap\ classe} \times K_t$
$K_{eficiência} = K_{int.} \times K_{ext}$	
$K_{eficiência} = K_{sistema} \times K_{manejo}$	
$K_{manejo} = K_{manejo\ solo} \times K_{manejo\ irrigação}$	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A principal diferença entre as metodologias atuais das bacias objeto do estudo se deve ao fato de que na bacia do rio São Francisco é feita a cobrança pelo consumo da água nos rios de domínio da União, enquanto que na bacia do rio Doce este consumo não é cobrado.

A cobrança pelo consumo da água na bacia do rio São Francisco é feita considerando o volume anual consumido (diferença entre o volume captado e o volume de água lançado), o preço público unitário para o consumo de água e o coeficiente que leva em conta os objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pelo consumo de água (k_{cons}), que é determinado exatamente igual ao k_{cap} . Para a cobrança pelo consumo de água dos usos da irrigação, o volume anual consumido é função do volume captado, do $K_{cons\ irrig}$ (Tabela 10) e do k_{cons} .

A cobrança pelo lançamento de efluentes apresenta diferenças significativas entre as metodologias em estudo. A bacia do rio Doce define mecanismos proporcionais ao equivalente populacional limitante, correspondente às fontes poluidoras DBO, SST e PT, cobrando somente aquela que apresentar o maior valor. Por sua vez, a bacia do rio São Francisco considera em sua metodologia a vazão necessária para diluição do efluente lançado, em função da concentração do poluente no efluente, da concentração permitida de acordo com a classe de enquadramento onde há o lançamento e da concentração natural do elemento neste trecho.

Para a cobrança pelo lançamento de efluentes, em ambas as metodologias, caso o usuário comprove que o efluente lançado apresente carga orgânica/poluidora inferior ao da água captada de um mesmo corpo hídrico, alterando a classe de seu enquadramento, o valor cobrado pode ser revisto para compensação ao usuário. Na Tabela 16 apresenta-se o resumo das

equações usadas para a cobrança pelo lançamento de efluentes/carga poluidora nos rios São Francisco e Doce para os diversos usuários de recursos hídricos.

Tabela 16: Equações utilizadas para a cobrança pelo lançamento de efluentes/carga poluidora.

SÃO FRANCISCO	DOCE
$Valor_{Lan\grave{c}} = Q_{indisponível} \times PPU_{Lan\grave{c}} \times K_{Lan\grave{c}}$	$Valor_{lan\grave{c}} = EPL \times PPU_{EP}$
$Q_{indisponível} = Q_{diluição} \times Q_{lançamento}$	$EP = \frac{CP_{(DBO\ ou\ SST\ ou\ PT)}}{CPC}$
$Q_{diluição} = Q_{ef} \times \frac{(C_{ef} - C_{perm})}{(C_{perm} - C_{nat.})}$	$PPU_{EP} = CPC_{DBO} \times PPU_{lan\grave{c}}$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A cobrança pela transposição de águas na bacia do rio Doce é função do volume anual de água transposto da bacia hidrográfica do rio Doce para outras bacias, do preço público unitário para a transposição de bacia e do coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a transposição.

Por sua vez, na bacia do rio São Francisco, a cobrança pelo uso de recursos hídricos referente aos volumes de água outorgáveis para captação e alocação externa de água de domínio da União é função do volume anual de água captado e consumido, do preço público unitário para captação superficial e para consumo de água, do coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, do coeficiente que leva em conta a prioridade de uso e do coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à bacia. Na Tabela 17 apresenta-se o resumo das equações usadas para a cobrança pelo uso de recursos hídricos referente à transposição nos rios São Francisco e Doce.

Tabela 17: Equações utilizadas para a cobrança pelo uso de recursos hídricos referente à transposição.

SÃO FRANCISCO	DOCE
$Valor_{transp} = (Q_{cap} \times PPU_{cap} + Q_{cons} \times PPU_{cons}) \times K_{classe} \times K_{prioridade}$	$Valor_{transp} = (K_{out} \times Q_{out} + K_{med} \times Q_{med}) \times PPU_{transp} \times K_{cap}$
	$Valor_{transp} = Q_{transp} \times PPU_{transp} \times K_{classe}$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na bacia do rio Doce a cobrança pelo uso de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica por meio de PCHs é função da energia anual de origem hidráulica efetivamente verificada, da Tarifa Atualizada de Referência (TAR), relativa à compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos e de um coeficiente fixado em 0,75%. Na bacia do rio São

Francisco essa cobrança é feita da mesma forma, porém é utilizado o coeficiente de 0,75% em sua forma decimal, ou seja, 0,0075.

O percentual de 0,75 do valor da energia produzida refere-se ao montante financeiro que será destinado ao Ministério do Meio Ambiente, para aplicação na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Na Tabela 18 apresenta-se o resumo das equações usadas para a cobrança pela geração de energia elétrica proveniente de pequenas centrais hidrelétricas nos rios São Francisco e Doce.

Tabela 18: Equações utilizadas para a cobrança pela geração de energia elétrica proveniente de PCHs.

SÃO FRANCISCO	DOCE
$Valor_{PCH} = 0,0075 \times GH \times TAR$	$Valor_{PCH} = EH \times TAR \times K$

Fonte: Elaborado pelo Autor.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A cobrança pela captação de água é feita de forma semelhante nas bacias dos rios Doce e São Francisco, este diferenciando-se pelo coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água, em função de maior complexidade.

Há cobrança pelo consumo da água na bacia rio São Francisco, porém na bacia do rio Doce não há previsão de se cobrar por esta finalidade. Nota-se que tem sido desconsiderado o consumo em outras bacias que implementaram a cobrança recentemente. Uma justificativa é que pode ser de difícil entendimento para o usuário o propósito dessa parcela.

A cobrança pelo lançamento de efluentes baseia-se, na bacia do rio Doce em DBO, SST e PT, enquanto que na bacia do rio São Francisco apenas na vazão necessária para diluição do poluente. Ambas metodologias preveem descontos caso o usuário comprove que o efluente lançado apresenta menor concentração de carga orgânica/poluidora do que a captação no mesmo corpo hídrico, alterando a classe de seu enquadramento.

Ambas as bacias apresentam metodologia de cobrança pela transposição de águas. A bacia do rio Doce apresenta uma equação mais simples de aplicar, em função do volume anual transposto, do PPU para a transposição e do coeficiente relativo à classe de enquadramento, enquanto a bacia do rio São Francisco leva em consideração os volumes captado e consumido e seus respectivos PPUs.

A metodologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica por meio de PCHs é a mesma, diferenciando-se apenas na nomenclatura dos termos das equações propostas.

Para estudos futuros, sugere-se uma metodologia de lançamento de efluentes na bacia do rio Doce que incorpore outros tipos de poluentes, avaliando seu potencial de arrecadação. No que se refere à metodologia de cobrança pelo uso das águas na bacia do rio São Francisco, esta já propõe diversos coeficientes multiplicadores, recomendando-se, assim, uma pesquisa junto aos usuários para verificar o nível de compreensão e facilidade de aplicação. Por fim, recomenda-se uma revisão/atualização das metodologias de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, com base nas experiências adquiridas nas diversas bacias brasileiras em que essas metodologias têm sido aplicadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência Nacional De Águas e Saneamento Básico. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos. Volume 7: Cobrança Pelo Uso de Recursos Hídricos.** Brasília, 2014.

ANA – Agência Nacional De Águas e Saneamento Básico. **Cobrança Pelo Uso de Recursos Hídricos.** Brasília, 2019.

BRASIL. **Constituição Federal.** Brasília, DF, 05 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 15 set. 2022.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.**

CBH-DOCE – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. **A Bacia.** Disponível em: <<https://www.cbhdoce.org.br/institucional/a-bacia/>>. Acesso em: 01 set. 2022.

CBH-DOCE – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Deliberação n. 26, de 31 de março de 2011. **Dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Doce.**

CBH-DOCE – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Deliberação n. 69, de 12 de junho de 2018. **Dispõe sobre a atualização dos mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Doce.**

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **A Bacia.** Disponível em: <<https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>>. Acesso em: 01 set. 2022.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Deliberação n. 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.**

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Deliberação n. 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. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.** Salvador, 2015. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/1D7c508xiAklmqz8CYtjVBd9s10EDHXmJ/view?usp=drive_open>. Acesso em: 09 set. 2022.

CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Estudos Visando o Aprimoramento da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos de Domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Rezende, 2020.

ECOPLAN – Engenharia & LUME – Estratégia Ambiental. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações Para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2016/12/PIRH_Doce_Volume_I.pdf>. Acesso em: 09 set. 2022.

FRANÇA. OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU. **Organisation de La Gestion de L'eau en France**. Paris: Office International de L'eau, 2009. 36 p.

FRANÇA. EAU FRANCE. **La Loi Sur L'eau et Les Milieux Aquatiques**. Disponível em: <<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000649171/>>. Acesso em: 24 set. 2022.

HARTMANN, P. **A Cobrança pelo uso da água como instrumento econômico na política ambiental**. Porto Alegre: AEBA, 2010. Disponível em: <https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=6b4bf606-1489-efda-c023-07c329797aac&groupId=252038>. Acesso em: 10 set. 2022.

MACHADO, C. J. S. **A Gestão Francesa de Recursos Hídricos: Descrição e Análise dos Princípios Jurídicos**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p.31-47, dez. 2003.

MAGALHÃES, P. C. de, MARANHÃO, N., THOMAS, P., THOMAZ, F., CAMPOS, J. D. **Estudo comparativo de quatro metodologias para a cobrança pelo uso da água**. In: Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2003.

RAMOS, M. **Gestão de recursos hídricos e cobrança pelo uso da água**. Fundação Getúlio Vargas - EBAP, Escola Brasileira de Administração Pública. 61p. Rio de Janeiro - RJ. 2007.

SANTOS, M. O. R. M. **O Impacto da Cobrança pelo Uso da Água no Comportamento do Usuário**. Tese. (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002.

SEPA, **Scottish Environmental Protection Agency**. Disponível em: <[http://www.sepa.org.uk/charging /legal pdf/copa/copa_charging_scheme_2002.pdf](http://www.sepa.org.uk/charging/legal/pdf/copa/copa_charging_scheme_2002.pdf)>. Acesso em: 29/09/2022.

SOUZA, M. R. C. **ESTUDO DA COBRANÇA COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO SOCIAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: Uma Aplicação à Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Sul**. (Mestrado em Ciências em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

TURRIONI, J. B., & MELLO C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de processos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.