

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS ILHA SOLTEIRA**

KARLA ROMÃO

**APLICANDO O PRINCÍPIO DO POLUIDOR PAGADOR: PROPOSIÇÃO DO USO
DE BANDEIRAS NA COBRANÇA POR LANÇAMENTO EM CORPOS HÍDRICOS
NAS BACIAS PCJ**

Ilha Solteira
2023

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS (PROFÁGUA)

KARLA ROMÃO

**APLICANDO O PRINCÍPIO DO POLUIDOR PAGADOR:
PROPOSIÇÃO DO USO DE BANDEIRAS NA COBRANÇA POR
LANÇAMENTO EM CORPOS HÍDRICOS NAS BACIAS PCJ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, por meio da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP – Campus São Paulo) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Nome do orientador

Prof. Dr. José Carlos de Oliveira

Ilha Solteira
2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R761a Romão, Karla.
Aplicando o princípio do poluidor pagador: proposição do uso de bandeiras na cobrança por lançamento em corpos hídricos nas bacias PCJ / Karla Romão. -
- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
198 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Instrumentos de Política de Recursos Hídricos, 2023

Orientador: José Carlos de Oliveira

Inclui bibliografia

1. Instrumentos de gestão. 2. Incentivo econômico. 3. Poluição. 4. Recursos hídricos. 5. Simulações. 6. Externalidades.


Amanda Sertori dos Santos

Bibliotecária - CRB/8-9061
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao
Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Aplicando o princípio do poluidor pagador: proposição do uso de bandeiras na cobrança por lançamento em corpos hídricos nas Bacias PCJ

AUTORA: KARLA ROMÃO

ORIENTADOR: JOSE CARLOS DE OLIVEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, área: Instrumentos de Política de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOSE CARLOS DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Direito Público / Faculdade de Ciências Humanas e Sociais de Franca - UNESP

Prof. Dr. GUILHERME FERNANDES MARQUES (Participação Virtual)
Departamento de Obras Hidráulicas / Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Prof. Dr. CARLOS ROBERTO DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Diretoria Administrativa e Financeira / Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias PCJ - ARES PCJ

Ilha Solteira, 06 de junho de 2023

Documento assinado digitalmente
 JOSE CARLOS DE OLIVEIRA
Data: 13/06/2023 12:51:13-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, meus maiores incentivadores, que me educaram com muita dedicação e amor, ofereceram todo o suporte para trilhar esse caminho e me ensinaram que o estudo é algo essencial na vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, em especial ao meu esposo, pelo apoio incondicional, suporte, paciência e carinho;

Ao Prof. Dr. José Carlos de Oliveira, pelos ensinamentos e por me orientar ao longo do desenvolvimento deste estudo;

Ao Professor Jefferson Nascimento de Oliveira, as secretárias e ao corpo docente do ProfÁgua, em especial ao Prof. Dr. Maurício Augusto Leite, pela oportunidade de aprendizado e crescimento;

Aos meus colegas de curso, que me apoiaram e acompanharam por essa trajetória e se tornaram grandes amigos;

A Agência das Bacias PCJ e aos Comitês PCJ, pelo apoio e fornecimento de dados;

Aos meus colegas de trabalho pelo suporte e motivação, especialmente a toda a equipe Coordenação de Projetos e de Sistemas de Informação;

A todos que me auxiliaram com ideias e sugestões, em especial ao Prof. Guilherme Marques, Prof. Carlos Roberto de Oliveira, Paula Riediger, Bruna Petrini e Marco Antônio dos Santos;

A UNESP pela disponibilidade de toda a estrutura e ferramentas necessárias que permitiram a conclusão deste trabalho;

A ANA e ao IGAM, pelo fornecimento de dados essenciais para elaboração deste estudo, em especial a Sônia Ferreira e Camila Gomes, pelos esclarecimentos;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

“A racionalidade ambiental é construída a partir da desconstrução da racionalidade econômica e científica da modernidade”. Enrique Leff.

RESUMO

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é um importante instrumento econômico baseado no princípio do poluidor pagador, que visa mitigar a degradação dos corpos d'água e a escassez hídrica. Seu objetivo é sinalizar ao usuário as externalidades negativas e internalizar o custo social decorrente da poluição. O setor elétrico utiliza um mecanismo de sinalização de preço ao consumidor, denominado bandeira tarifária. Este estudo propõe um regime semelhante de bandeiras de preços para o sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos por lançamento de efluentes, conforme padrões exigidos pela legislação vigente. Um estudo de caso foi realizado no sistema de cobrança das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, para identificar as falhas e aspectos de melhorias nos componentes da sua fórmula. O modelo de simulação do regime de bandeira de preços foi desenvolvido para incentivar os usuários que mais poluem a reduzir o lançamento de efluentes e melhorar o seu tratamento. Foram simulados dois cenários, cada um com três faixas de preços, identificadas pelas cores verde, amarela e vermelha. No primeiro cenário, foi aplicado um desconto no preço aos usos da bandeira verde, que caracteriza um menor nível de poluição, enquanto o preço da bandeira vermelha, que representa maior nível de poluição, foi aumentado. Já no segundo cenário, o preço das bandeiras amarela e vermelha elevou-se progressivamente, de acordo com a concentração de poluentes lançados. As melhorias sugeridas nos componentes da fórmula da cobrança por poluição incluem a adoção da vazão de diluição como base de cálculo, a padronização da fórmula nos diferentes domínios e a correção monetária dos preços praticados em rios paulistas. Os coeficientes ponderadores não são adaptados às características locais das Bacias PCJ, de maneira que não impactam o valor cobrado. Também são relevantes a concessão de isenções para pequenos usuários, a diminuição da interferência política de setores de usuários na revisão dos preços pelo CBH e um papel ativo dos conselhos de recursos hídricos na definição de critérios gerais e preços unitários. Por fim, a proposta é sobretudo educativa, diante do contexto de subfinanciamento dos programas do plano de recursos hídricos e dos baixos preços cobrados.

Palavras-chave: instrumentos de gestão; incentivo econômico; poluição; recursos hídricos; simulações; externalidades.

ABSTRACT

The water use charge is an important economic instrument based on the polluter pays principle, which aims to mitigate water resources degradation and water scarcity. Its objective is to signal to the user the negative externalities and internalize the social cost resulting from pollution. The electricity sector created a consumer price signaling mechanism, called tariff flag. This study proposes a similar regime of price flags for the system of charging for the use of water resources by effluent discharge, according to standards required in the current legislation. A case study was conducted in the Piracicaba, Capivari and Jundiaí water use charge system to identify failures and aspects of improvement, focused on its formula components. The proposed simulation model of the price flag regime was developed to encourage users who pollute the most to reduce their effluent discharge and improve their treatment process. Two scenarios were simulated, each with three price ranges identified by the colors green, yellow, and red. In the first scenario, a price discount was applied to the uses classified as green flag, which characterizes a lower level of pollution, while the price of the red flag, which represents a higher level of pollution, was increased. In the second scenario, the price of the yellow and red flags was increased progressively, according to the concentration of pollutants discharged. Suggested improvements in the components of the pollution charging formula include the adoption of the flow compromised by the pollution dilution as a basis of calculation, standardization of the formula in national and state scale, and monetary correction of the prices charged for São Paulo rivers. The weighting coefficients are not adapted to the local characteristics of the PCJ River Basins, so they do not impact the amount charged. Also relevant are the granting of exemptions for small users, the reduction of the political interference by user sectors in price reviews by the river basin committee, and an active role for the water resources councils in defining general criteria and unitary prices. Finally, the proposal is above all educational in the face of the underfunding of programs from the River Basin Plan and low prices charged.

Keywords: management instruments; economic incentives; pollution; water resources; simulations; externalities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura lógica da revisão bibliográfica.....	29
Figura 2 - Estrutura do SINGREH	43
Figura 3 - O ciclo de implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos.....	47
Figura 4 - Localização das Bacias PCJ em relação ao território nacional e região hidrográfica.....	75
Figura 5 - Mapa das Bacias PCJ, suas sub-bacias e divisão municipal.....	76
Figura 6 - Classes de cobertura e uso do solo nas Bacias PCJ.....	79
Figura 7 - Mapa de uso do solo nas Bacias PCJ.....	80
Figura 8 - Percentuais médios de coleta e tratamento de esgotos domésticos nos municípios das Bacias PCJ, no período de 2006 a 2021	81
Figura 9 - Valor médio de quantidade economias ativas de esgoto 2021 nos municípios das Bacias PCJ, no período de 2006 a 2021	83
Figura 10. Índice de Coleta de esgotos nas Bacias PCJ no ano de 2022.....	84
Figura 11 - Índice de Tratamento de esgotos nas Bacias PCJ no ano de 2022.....	85
Figura 12 - Evolução dos PUBs em rios de domínio da União das Bacias PCJ entre janeiro de 2006 a dezembro de 2012.....	93
Figura 13 - Evolução dos PUBs em rios de domínio do estado de São Paulo nas Bacias PCJ entre janeiro de 2007 até janeiro de 2016	96
Figura 14 - Evolução dos PUBs em rios de domínio do estado de Minas Gerais nas Bacias PCJ entre janeiro de 2010 até dezembro de 2024.	99
Figura 15 - Valor arrecadado (R\$) referente às Cobranças PCJ (Paulista, Mineira e Federal) no período de 2006 a 2021 nas Bacias PCJ.....	100
Figura 16 - Proporção da participação na arrecadação das tipologias de cobrança no período de 2018 a 2020	102
Figura 17 - Valores arrecadados pela Cobrança Estadual Paulista no território das Bacias PCJ, no período de 2007 a 2020.....	103
Figura 18 - Índice de tratamento de esgotos nos municípios das Bacias PCJ no período de 2006 a 2020	104
Figura 19 - Valores arrecadados pela Cobrança Federal no território das Bacias PCJ, no período de 2013 a 2021	106
Figura 20 - Valor arrecadado (R\$) referente à Cobrança PCJ Federal no período de 2006 a 2021 nas Bacias PCJ	107

Figura 21 - Valor arrecadado (R\$) referente à Cobrança PCJ Paulista no período de 2007 a 2021 nas Bacias PCJ	109
Figura 22 - Valor arrecadado (R\$) referente à Cobrança PCJ Mineira no período de 2010 a 2021 nas Bacias PCJ	111
Figura 23 - Procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa	115
Figura 24 - Exemplo de divisão de um conjunto de dados em quartis	119
Figura 25 - Classes de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/2005 das amostras de água das Bacias PCJ segundo parâmetros de interesse	128
Figura 26 - Espacialização dos Posto do IQA em 2021 nas Bacias PCJ	130
Figura 27 - Número de usuários e carga orgânica lançada por setor da Cobrança PCJ Federal, em 2020	133
Figura 28 - Número de usuários e carga orgânica lançada por setor da Cobrança PCJ Paulista, em 2020.....	134
Figura 29. Valor dos preços unitários nos comitês interestaduais para lançamento de carga orgânica em 2023.....	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores cobrados pelo uso de recursos hídricos em diferentes países....	59
Tabela 2 - Aumento dos Preços Básicos Unitários (PUBs) propostos pelos Comitês PCJ desde 2012.....	90
Tabela 3 - Aumento dos Preços Básicos Unitários (PUBs) aprovados pelo CERH ou CNRH.....	91
Tabela 4 - Evolução dos valores arrecadados cobrados por lançamento e da carga orgânica lança de 2007 a 2020	104
Tabela 5 - Limites das faixas das bandeiras de preço baseado na concentração de DBO _{5,20} (mg/l) lançado pelos usuários.....	121
Tabela 6 - Padrões de qualidade de águas doces estabelecidos da Resolução CONAMA nº 357/2005 para os parâmetros de interesse	125
Tabela 7 - Padrões de lançamento de efluentes para os parâmetros de interesse do presente estudo.....	127
Tabela 8 - Número de usuários e lançamento de carga orgânica nas Bacias PCJ em 2020	131
Tabela 9 - Número de usuários e lançamento de carga orgânica por setor de usuário nas Bacias PCJ em 2020	132
Tabela 10 - Resultado das simulações dos valores arrecadados utilizando a vazão de diluição como base de cálculo no período de 2019 a 2021 - Cobrança PCJ Federal	136
Tabela 11 - Simulação dos valores cobrados com o vazão de diluição para usuários amostrado - ano 2021	137
Tabela 12 - Coeficiente ponderador $K_{cap\ classe}$ da cobrança por captação	143
Tabela 13 - Valores de desconto atribuídos ao Y1 com base no $K_{capclasse}$	146
Tabela 14 - Variações no desconto/acréscimos no regime de bandeiras de preço para o ano de 2021	152
Tabela 15 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Federal.....	154
Tabela 16 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Paulista	155
Tabela 17 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Mineira	155

Tabela 18 - Variações no desconto/acréscimos no regime de bandeiras para o ano de 2021	156
Tabela 19 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Federal.....	157
Tabela 20 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Paulista	158
Tabela 21 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Mineira	158
Tabela 22 - Montante arrecadado com a Cobrança PCJ Federal em 2021 por regime de bandeira e diferentes Cenários	160
Tabela 23 - Simulação da arrecadação no Cenário 1 para o período de 2018 a 2021 em rios de domínio da União.....	161
Tabela 24 - Simulações variando o desconto e acréscimo nas bandeiras verde e vermelha - Cobrança PCJ Federal – Cenário 1.....	162
Tabela 25 - Montante arrecadado com a Cobrança PCJ Federal no período de 2018 a 2021 (Cenário 2)	164
Tabela 26 - Simulações variando % de acréscimo nas bandeiras amarela e vermelha – Cobrança PCJ Federal – Cenário 2	165
Tabela 27 - Critérios para seleção no número de usuários para amostra por tipo de uso da água.....	167
Tabela 28 - Exemplo de divisão de usuários por classe para fins de simulação*	168
Tabela 29 - Amostra de usuários de recursos hídricos selecionados para a simulações*	168
Tabela 30 - Impacto nos usuários da proposta de regime de bandeira de preços para o exercício de 2021 – Cobrança PCJ Federal.....	169
Tabela 31 - Montante arrecadado com a Cobrança PCJ Paulista e Mineira, em 2020, por regime de bandeira e diferentes cenários	171
Tabela 32 - Simulação da arrecadação no Cenário 1 para o período de 2018 a 2020 em rios de domínio de São Paulo e Minas Gerais	172
Tabela 33 - Simulações variando % de desconto e acréscimo nas bandeiras verdes e vermelhas, no ano de 2020	173
Tabela 34 - Impacto nos setores de usuários com proposta de regime de bandeira para o exercício de 2020 – Cobrança PCJ Paulista	174

Tabela 35 - Montante arrecadado com a Cobrança PCJ Federal no período de 2018 a 2020 (Cenário 2)	175
Tabela 36 - Impacto nos tipos de usos com proposta de regime de bandeira para o exercício de 2020 – Cobrança Estadual – Cenário 2	175

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação da receita cobrança pelo uso de recursos hídricos em comparação com outras fontes	36
Quadro 2 - As competências relacionadas à cobrança dos órgãos do SINGREH	43
Quadro 3 - Definição das diferentes tipologias de cobrança pelo uso de recursos hídricos.....	52
Quadro 4 - Critérios a serem adotados para a definição de mecanismos para estabelecer o valor cobrado por tipo de uso*	54
Quadro 5 - Bases de cálculo conforme tipologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos.....	58
Quadro 6 - Cobrança pela poluição em diferentes países	62
Quadro 7 - Características do esquema de bandeiras tarifárias para o setor brasileiro de energia elétrica.....	74
Quadro 8 - Características físicas, sociais e econômicas das Bacias PCJ	78
Quadro 9 - Resumo sobre o sistema de cobrança nas Bacias PCJ.....	87
Quadro 10 - Usos da água sujeitos à Cobrança e metodologia de cálculo nas Bacias PCJ (rios de domínio da União)	88
Quadro 11 - Coeficientes Ponderadores cobrados para lançamento da Cobrança Estadual Paulista.....	97
Quadro 12 - Funcionamento da função QUARTIL no software excel.....	121
Quadro 13 - Detalhamento dos coeficientes adotados na cobrança por lançamento nas Bacias PCJ	140
Quadro 14 - Características do esquema proposto de bandeiras de preço para a cobrança por lançamento nas Bacias PCJ.....	153
Quadro 15 - Características do esquema proposto de bandeiras para a cobrança por lançamento nas Bacias PCJ, em rios de domínio da União.....	157

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Fórmula genérica da cobrança pelo uso de recursos hídricos.....	58
Equação 2 - Fórmula da vazão de diluição	63
Equação 3 - Fórmula da vazão indisponível.....	64
Equação 4 - Fórmula da cobrança por lançamento em rios de domínio da União nas Bacias PCJ.....	93
Equação 5 - Fórmula da cobrança por lançamento em rios de domínio do Estado de São Paulo nas Bacias PCJ.....	96
Equação 6 - Fórmula da cobrança por lançamento em rios de domínio do Estado de Minas Gerais nas Bacias PCJ	98
Equação 7 - Fórmulas para cálculo dos quartis de um conjunto de valores	120
Equação 8 - Equação para cálculo da carga e concentração de um poluente.....	123
Equação 9 - Fórmula do método de Sturges para determinação do número de classes	166

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Agência das Bacias PCJ	Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BH	Bacia Hidrográfica
Bacias PCJ	Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CBH PJ	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba e Jaguari (conforme tutela do Estado de Minas Gerais)
CBH-PCJ	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (conforme tutela do Estado de São Paulo)
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CEIVAP	Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Comitês PCJ	Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IQA	Índice de Qualidade das Águas
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCJ Federal	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (conforme tutela da União)
PPU	Preço Público Unitário
PUB	Preço Unitário Básico
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídrico
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS).....	25
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
2.1	PRINCÍPIO DO POLUIDOR PAGADOR.....	30
2.2	INSTRUMENTOS ECONÔMICOS	32
2.3	COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	35
2.4	COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.....	37
2.4.1	INTERFACE COM OUTROS INSTRUMENTOS DE GESTÃO.....	40
2.4.2	ESTRUTURA DE GOVERNANÇA DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS	42
2.4.3	PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS	46
2.4.4	DOMINIALIDADE DOS CORPOS D'ÁGUA E A COBRANÇA.....	49
2.4.5	USUÁRIOS SUJEITOS À COBRANÇA	51
2.5	TIPOLOGIAS DE COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS	52
2.6	MECANISMOS PARA DEFINIÇÃO DOS VALORES.....	52
2.7	METODOLOGIAS DE CÁLCULO	57
2.8	COBRANÇA POR LANÇAMENTO DE EFLUENTES OU POR POLUIÇÃO	61
2.8.1	UTILIZAÇÃO VAZÃO INDISPONÍVEL COMO BASE DE CÁLCULO	63
2.9	DESAFIOS, PROBLEMAS E LACUNAS	65
2.10	PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	69
2.10.1	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO).....	71
2.10.2	NITROGÊNIO	71
2.10.3	FÓSFORO	72
2.10.4	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	72
2.11	BANDEIRAS TARIFÁRIAS: O CASO DO SETOR ELÉTRICO.....	73
3	ÁREA DE ESTUDO: BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ	75
3.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL, LOCALIZAÇÃO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	75

3.2	INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO.....	81
3.3	SISTEMA DE COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS PCJ.....	87
3.3.1	COBRANÇA POR LANÇAMENTO DE POLUENTES NAS BACIAS PCJ	89
3.4	ANÁLISE DOS VALORES ARRECADADOS NAS BACIAS PCJ	100
3.4.1	VALORES ARRECADADOS EM RIOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO	106
3.4.2	VALORES ARRECADADOS EM RIOS DE DOMÍNIO DO ESTADO DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS	108
4	METODOLOGIA.....	112
4.1	ESTUDO DE CASO.....	113
4.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	114
4.3	OBTENÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA DO MODELO DE SIMULAÇÃO ..	118
4.4	DETERMINAÇÃO DAS FAIXAS DE VALORES E CORES DAS BANDEIRAS DE PREÇOS.....	119
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	124
5.1	DIRETRIZES LEGAIS E NÍVEL DE POLUIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	124
5.2	NÍVEIS DE LANÇAMENTO DE CARGA ORGÂNICA.....	131
5.3	RECOMENDAÇÕES DE MELHORIAS NA COBRANÇA POR POLUIÇÃO ..	135
5.3.1	SIMULAÇÕES NA BASE DE CÁLCULO: VAZÃO INDISPONÍVEL	135
5.3.2	COEFICIENTES PONDERADORES	139
5.3.3	PREÇO UNITÁRIO BÁSICO.....	147
5.4	CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 1: INCENTIVO ECONÔMICO AOS QUE MENOS POLUEM.....	151
5.4.1	DETERMINAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE DESCONTO/ACRÉSCIMO POR BANDEIRA	154
5.5	CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 2: ONERANDO OS QUE MAIS POLUEM	155
5.6	RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DE BANDEIRA DE PREÇOS EM RIOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO.....	158
5.6.1	CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 1: INCENTIVO ECONÔMICO AOS QUE MENOS POLUEM	161
5.6.2	CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 2: ONERANDO OS QUE MAIS POLUEM	163
5.6.3	SIMULAÇÃO DE BANDEIRA DE PREÇOS DO REGIME DE BANDEIRA POR FINALIDADE.....	166

5.6.4 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DE BANDEIRA DE PREÇOS DO REGIME DE BANDEIRA POR FINALIDADE	169
5.7 <i>RESULTADOS DA SIMULAÇÃO BANDEIRA DE PREÇOS EM RIOS DE DOMÍNIO DO ESTADO DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS</i>	170
5.7.1 CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 1: INCENTIVO ECONÔMICO AOS QUE MENOS POLUEM	172
5.7.2 CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 2: ONERANDO OS QUE MAIS POLUEM	174
5.8 <i>LIÇÕES APRENDIDAS SOBRE O REGIME DE BANDEIRA DE PREÇOS...</i>	176
6 CONCLUSÃO	181
REFERÊNCIAS	183

1 INTRODUÇÃO

A evolução do cenário de degradação das águas e a escassez de recursos hídricos impulsionaram a transição do gerenciamento da oferta de um recurso considerado abundante, para uma abordagem centrada na gestão da demanda por um recurso escasso (FORGIARINI, 2006). A escassez hídrica representa um risco significativo e a poluição é reconhecida como uma das suas principais causas, juntamente com a captação excessiva e o aumento da demanda (ASSIS; RIBEIRO; MORAES, 2018).

Neste sentido, surgiu a necessidade de adotar abordagens de gerenciamento mais eficientes, com destaque a utilização de instrumentos econômicos e de gestão ambiental (FORGIARINI, 2006). Esses instrumentos têm como objetivo a proteção dos recursos naturais, a maximização do bem-estar econômico e social de forma equitativa, ao mesmo tempo em que busca minimizar as externalidades negativas (ASSIS; RIBEIRO; MORAES, 2018).

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é um instrumento de gestão que vem sendo utilizado há algumas décadas em diversos países. Ela incide sobre o uso dos recursos hídricos nos seus aspectos quantitativos, como a captação e qualitativos, como a diluição de efluentes (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, 2007). A primeira experiência de cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão teve início na França em 1964, baseada no princípio de que “a água deve pagar a água”, abrangendo as despesas com a infraestrutura de administração do sistema de água e sobretudo com a despoluição dos corpos d’água (CAMPOS et al., 2009).

No Brasil, a cobrança pelos recursos hídricos já era prevista no Código das Águas (Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934), que incorporava em seu texto conceitos bem atuais como os princípios usuário-pagador e poluidor-pagador (RODRIGUES; AQUINO, 2014). Conforme o princípio do “usuário-pagador”, paga-se pela utilização da água em detrimento dos demais, já o “poluidor-pagador” estabelece que o poluidor é responsável por pagar pelos danos causados, já que todos têm direito a um ambiente limpo, sendo o custo social internalizado ou assumido pelo empreendedor (GRANZIERA, 2000).

O princípio do poluidor pagador é amplamente reconhecido internacionalmente e estabelece que a pessoa que deteriora o meio ambiente precisa arcar com o custo

do dano causado (LUPPI, PARISI e RAJAGOPALAN, 2011). Esse princípio tem o objetivo de incentivar uma mudança comportamental de modo a reduzir a poluição, criando condições para torná-la uma atividade onerosa ou gerar receitas para compensar os custos sociais (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico¹ - OCDE, 2017).

No entanto, é necessário encontrar um equilíbrio pragmático entre a precificação da água e os princípios envolvidos. Assim, essa deve assegurar que os usuários levem em consideração os custos financeiros ao usar a água, ao mesmo tempo em que se ajusta às diversas especificidades locais, de maneira que a cobrança seja viável considerando a capacidade de pagamento dos usuários (WORLD BANK; 2003).

O princípio do poluidor não tem como objetivo primordial equidade e não foi criado para punir poluidores, mas sim para enviar sinais apropriados no sistema econômico para que os custos ambientais sejam incorporados no processo de tomada de decisão e, portanto, alcançar o desenvolvimento sustentável. Apesar da poluição ainda persistir, o princípio do poluidor pagador busca garantir a eficiência econômica e reduzir distorções nos negócios internacionais e nos investimentos para níveis mínimos (OCDE, 1992).

Outro aspecto relevante a ser considerado é a análise da cobrança sob a perspectiva dos investimentos. A Lei nº 9.433/97 estabelece que a cobrança deve arrecadar recursos para financiar programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos (BRASIL, 1997). Neste sentido, Demajorovic, Caruso e Jacobi (2015) efetuaram um estudo das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, no qual constataram que, apesar de representar um grande avanço no que se refere à gestão dos recursos hídricos, a cobrança não gera recursos suficientes para atender às necessidades de garantia de qualidade e disponibilidade de água.

Desta maneira, não só são insuficientes os recursos arrecadados, como existem dificuldades no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs para aprovação do reajuste nos preços praticados, devido ao processo decisório baseado em negociação entre seus membros e a diversidade dos interesses dos setores que representam (CAPODEFERRO; SMIDERLE; KELMAN, 2020). Um dos pontos de maior controvérsia nos órgãos colegiados é justamente a cobrança, principalmente

¹ Traduzido pelos autores do original em inglês "Organisation for economic co-operation and development".

quanto ao reajuste dos preços praticados (ROSA, 2019). Como resultado, discussões sobre o ajuste dos preços são frequentes e a definição do valor ocorre após um longo processo político de negociação (DEMAJOROVIC; CARUSO; JACOBI, 2015).

Adicionalmente, a urbanização acelerada e sem planejamento adequado tem resultado na falta de investimentos em infraestrutura para os sistemas hídricos e territoriais, especialmente quanto ao saneamento (BRAGA; FERRÃO, 2015). Santos, Kuwajima e Santana (2020) ressaltaram a descontinuidade das ações e linhas de financiamento em todos os entes da federação no setor de saneamento, com uma alternância de períodos com disponibilidade e escassez de recursos. Neste cenário, a cobrança pode trazer vantagens, uma vez que proporciona a arrecadação de recursos financeiros para investimentos em ações de recuperação da bacia e custeio do sistema (ANA, 2007).

Ademais, o Art. 31 da Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece a integração de políticas locais com as políticas federais e estaduais de recursos hídricos (BRASIL, 1997), destacando o protagonismo no âmbito municipal na gestão de recursos hídricos. As políticas públicas municipais influenciam diretamente nos usos da água, já que compete aos municípios estabelecer políticas de uso e ocupação de solo, além de possuírem a titularidade dos serviços de saneamento (BRASIL, 1988, 2020). Logo, o município também é responsável por desenvolver políticas voltadas para o controle da poluição hídrica, sendo necessário buscar caminhos para a conservação dos recursos hídricos de maneira compartilhada.

Adicionalmente, é importante destacar que a gestão dos recursos hídricos no Brasil ainda enfrenta desafios em termos de organização, devido ao número limitado de comitês de bacia bem estruturados e às dificuldades na implementação da cobrança pelo uso da água (BRAGA, FERRÃO; 2015). Nesse contexto, é interessante considerar soluções baseadas em casos de sucesso como uma alternativa para aprimorar o sistema de cobrança dos recursos hídricos.

O setor elétrico implementou com sucesso a bandeira tarifária, um mecanismo de sinalização de preço aos consumidores, refletindo os custos atuais de geração de energia (MORAES, 2018). Assim, por meio de cores inspiradas no sinal de trânsito (verde, amarelo e vermelha), o consumidor pode optar por usar energia elétrica de maneira mais consciente com base no custo real de geração, fato que não ocorria quando o reajuste tarifário era anual. Assim, o sistema tarifário incentiva os clientes

a mudarem seu padrão de consumo para melhorar a utilização dos recursos do sistema (LIMA; PEREZ; CLEMENTE, 2017, ANEEL, 2022).

Assim como no setor elétrico, os usuários que excedem os limites legais de poluentes lançados deveriam receber uma sinalização econômica das externalidades negativas causadas, que resultam em perda de bem-estar para a sociedade. Da mesma forma, aqueles que seguem as diretrizes legais e lançam efluentes dentro dos limites estabelecidos devem ser incentivados a manter esse comportamento.

O presente trabalho adotou as Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí como estudo de caso, devido ao seu pioneirismo na implantação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. O Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - CBH-PCJ foi instalado em 1993, sendo o primeiro a funcionar no estado de São Paulo. Desde 1994, o CBH-PCJ delibera sobre os empreendimentos a serem financiados com recursos provenientes do Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO (ANA, 2007). Além disso, foi o segundo comitê de bacia hidrográfica a implementar a cobrança pelo uso da água em rios de domínio da União, em janeiro de 2006 (AMORIM; SOALHEIRO; PEREIRA, 2022).

As Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - Bacias PCJ apresentam intensa atividade econômica, representando 17% do Produto Interno Bruto (PIB) do estado de São Paulo (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020). Apesar de abrangerem uma área relativamente pequena de 15.377,81 km², essas bacias possuem uma alta concentração de usuários de recursos hídricos, totalizando 2.485 usuários em 2020, com uma predominância no setor industrial. O setor de saneamento é o principal responsável pelo lançamento de carga orgânica nessas bacias, representando 82% dos lançamentos outorgados em 2020, seguido pelo setor industrial com 9,7%. Essa região dispõe de uma vasta quantidade de dados para subsidiar modelos de simulação (AGÊNCIA PCJ, 2021).

Com base nos princípios da razoabilidade e proporcionalidade, sugere-se que os usuários que excederem os padrões legais de lançamento de efluentes nos corpos d'água paguem um preço mais elevado que os usuários que respeitam tais limites. Desta maneira, foi proposto um regime de bandeiras de preços para o sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos por poluição nas Bacias PCJ, conforme padrões previstos na legislação vigente, semelhante ao setor elétrico. Essa proposta teve como objetivo aplicar o princípio do poluidor pagador na metodologia da cobrança

por lançamento de efluentes, de maneira a atingir seus objetivos legais, incentivar o usuário a melhorar o tratamento do efluente e reduzir o nível do seu lançamento.

Portanto, o objetivo deste trabalho é propor melhorias no mecanismo da cobrança pelo lançamento de efluentes, abrangendo sua base de cálculo, preço unitário básico e coeficientes ponderadores. A cartilha orientativa resultante deste estudo pode ser utilizada para reproduzir essa metodologia em outras bacias hidrográficas, fornecendo apoio técnico aos gestores locais.

Para atingir os objetivos deste estudo, foi realizada uma **revisão de literatura** abordando o estado da arte da cobrança pelo uso de recursos hídricos. A revisão incluiu conceitos fundamentais, como instrumento econômico e o princípio do poluidor pagador, bem como o contexto brasileiro. Também foram abordados os parâmetros de qualidade da água de interesse para o estudo de caso, relacionados a cobrança pelo uso de recursos hídricos. Enfim, foi apresentado o exemplo do regime de bandeiras tarifárias no setor elétrico no Brasil.

Logo após, a **metodologia** utilizada neste estudo é apresentada, descrevendo os procedimentos metodológicos adotados. Em seguida, são detalhadas as fases estabelecidas para proposição de melhorias nos sistemas de cobrança por lançamento de poluentes nas Bacias PCJ. Além disso, é apresentado em detalhes o processo de elaboração do modelo de simulação baseado em bandeira de preços.

Na sequência, foram apresentados os **resultados e discussões**. Primeiro, é efetuada uma descrição e caracterização detalhada da área de estudo, incluindo uma contextualização da situação dos indicadores de saneamento e da cobrança pelo uso de recursos hídricos, com enfoque na tipologia por lançamento, incluindo valores arrecadados e nível de poluição. Em segundo lugar são apresentadas as simulações do regime de bandeiras de preços para os dois cenários propostos, juntamente com as recomendações de melhorias para os componentes da fórmula da cobrança. Por fim, são expostas as **conclusões** da pesquisa.

1.1 OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

O presente trabalho possui interface direta com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 06: “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água

e saneamento para todas e todos”. Assim, busca-se a gestão sustentável da água por meio das melhorias propostas para a cobrança pelo uso de recursos hídricos².

Pode-se citar interface principalmente com a Meta 6.5 “até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis”, considerando que o tema deste trabalho trata diretamente de instrumento de gestão previsto da Política Nacional de Recursos Hídricos (cobrança pelo uso de recursos hídricos).

Também possui interface com a Meta 6.b “apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento”, já as planilhas de simulação auxiliam no planejamento e tomada de decisão quanto a aplicação da ferramenta proposta no presente estudo.

Além disso, visa contribuir com outras metas, como a 6.1, acesso água potável e segura para todos; 6.2, acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos; 6.3, “até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos”, considerando que a cobrança pelo uso de recursos hídricos é uma ferramenta que pode auxiliar a atingir esses objetivos (ANA, 2019b).

De maneira indireta, também faz interface com as seguintes metas:

a) 1.4 “garantir acesso aos recursos naturais”, já que a cobrança visa incentivar a racionalização do uso da água pelos usuários, auxiliando a ampliar o acesso de todos a esse recurso;

b) 9.4 “tornar as indústrias mais sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e adoção de tecnologias e processos mais limpos e ambientalmente adequados”. O mecanismo de bandeira de preços incentiva a redução dos lançamentos e o aprimoramento do tratamento dos efluentes pelos usuários de recursos hídricos;

c) 11.6 “reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades”, considerando que o presente estudo visa aprimorar a cobrança por lançamento de efluentes e conseqüentemente a diminuição destes lançamentos e seus respectivos impactos;

d) 12.2 “alcançar gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais”. A cobrança pelo uso da água auxilia no uso eficiente da água, considerando seus objetivos, tanto quanto a sua gestão sustentável;

² As informações sobre as metas dos ODS foram extraídas de Silva, Peliano e Chaves (2018).

e) 15.a “mobilizar e aumentar significativamente, a partir de todas as fontes, os recursos financeiros para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e dos ecossistemas”. A cobrança pelo uso da água é uma fonte de recursos financeiros para conservação e uso sustentável da água, que faz parte dos ecossistemas.

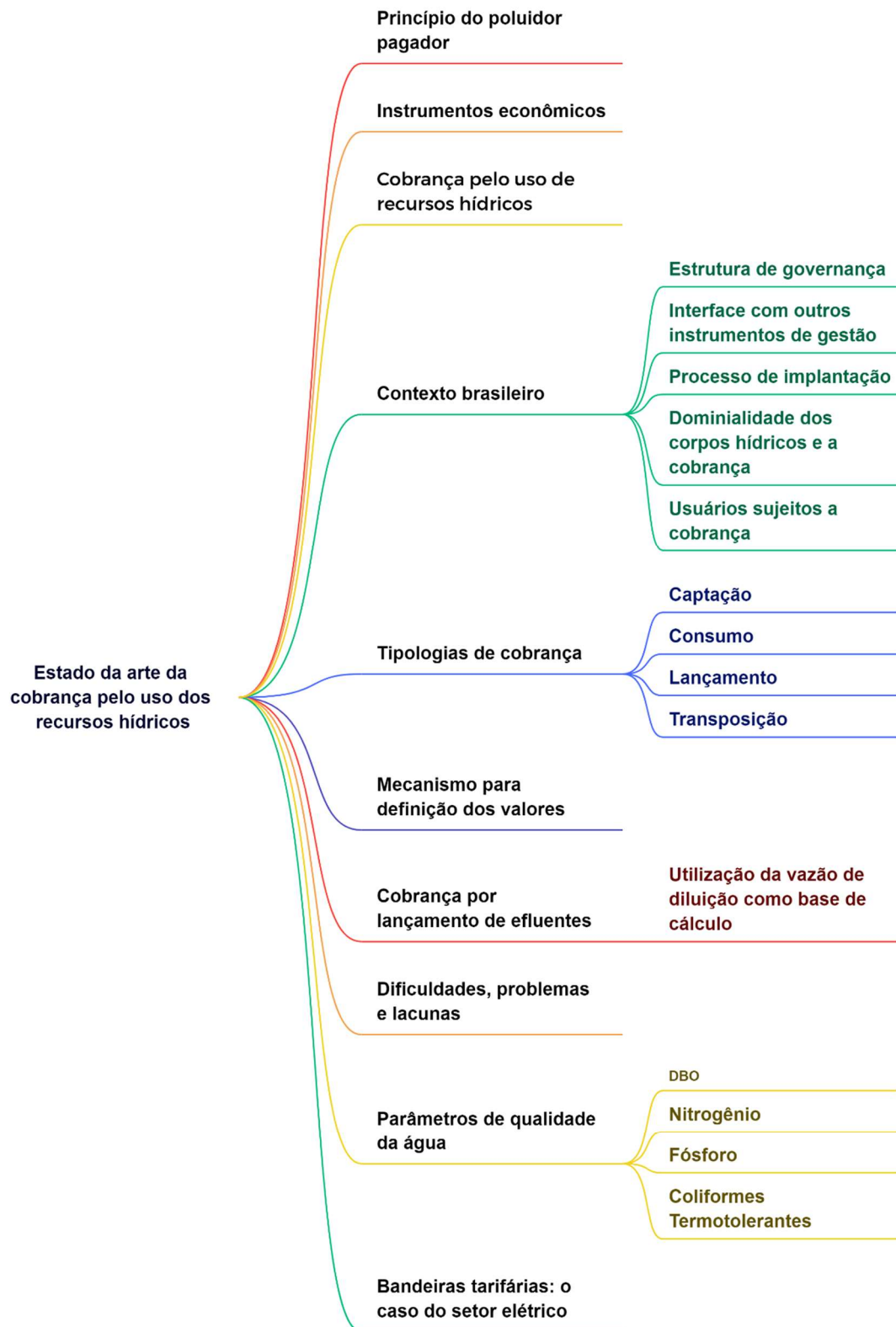
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente dissertação tem como objetivo propor melhorias no mecanismo da cobrança pelo lançamento de efluentes nas Bacias PCJ. Nesse sentido, é essencial realizar uma revisão bibliográfica aprofundada sobre o tema.

O presente capítulo aborda o estado da arte da cobrança pelo uso da água, apresentando seus conceitos básicos, como instrumentos econômicos e o princípio do poluidor pagador. Serão discutidas as tipologias e mecanismos utilizados para a cobrança de uso da água, bem como a estrutura de governança no Brasil. Serão também identificadas as lacunas em relação à cobrança pelo uso de recursos hídricos e abordados os parâmetros de qualidade da água de interesse para cobrança na área de estudo.

A revisão bibliográfica fornecerá uma base sólida para a análise crítica do sistema de cobrança nas Bacias PCJ e para a proposição de melhorias. A Figura 1 apresenta a estrutura lógica adotada para revisão bibliográfica.

Figura 1 - Estrutura lógica da revisão bibliográfica



Presented with xmind

Fonte: elaborado pelos autores (2023) por meio do *software xmind*.

2.1 PRINCÍPIO DO POLUIDOR PAGADOR

O princípio do poluidor pagador é internacionalmente reconhecido e estipula que a pessoa que deteriora o meio ambiente precisa arcar com o custo do dano causado. A OCDE recomenda que segundo esse princípio, o poluidor deveria arcar com os custos da prevenção e medidas de controle da poluição que ele originou. As medidas de controle são definidas como medidas decididas por autoridades públicas para garantir que o ambiente esteja em estado aceitável (OCDE, 1992).

Esse princípio foi adotado pela OCDE em 1972 como um princípio econômico para alocar custos com controle da poluição. Tem sido pregado pela OCDE desde a década de 70, o qual foi mundialmente consolidado pela mesma nas duas décadas subsequentes. O princípio do poluidor-pagador foi formalmente adotado pela União Europeia em 1987 e reconhecido em junho na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio + 20) em 1992 (LUPPI, PARISI e RAJAGOPALAN, 2011; OCDE, 1992).

OCDE (1992) define poluidor como a pessoa cuja atividade gerou a poluição, apesar de ser clara a sua responsabilidade pelo pagamento, a identificação do mesmo não é sempre evidente. Na escala de uma comunidade, o poluidor foi definido como a pessoa que direta ou indiretamente causa deterioração do ambiente ou estabelece condições que levam a sua deterioração.

Segundo a OCDE (2017), o princípio do poluidor-pagador busca incentivar uma mudança comportamental e criar condições para tornar a poluição uma atividade onerosa e influenciar o comportamento de modo a reduzir a poluição ou gerar receitas para aliviá-la e para compensar os custos sociais. Normalmente é usado para o controle de poluição pontual já que a sua aplicação para poluição difusa é um desafio devido a sua natureza.

Segundo Granziera (2000), a cobrança pelo uso da água tem fundamento nos princípios do “poluidor-pagador” e do “usuário-pagador”. O “poluidor-pagador” paga pelo dano que provocou, já que todos têm direito a um ambiente limpo e o custo social de determinada atividade deve ser internalizado ou assumido pelo empreendedor. Já o “usuário-pagador” paga pela utilização da água, em detrimento dos demais.

O princípio do “beneficiário pagador” considera o elevado custo de oportunidade relacionado ao uso de fundos públicos para o fornecimento de bens privados que os usuários podem pagar, compartilhando assim o fardo financeiro pela

gestão da água. Porém é um desafio encontrar mecanismos que os beneficiários paguem o verdadeiro valor dos seus benefícios (OCDE, 2015).

No Brasil, a Política Nacional de Meio Ambiente, em seu artigo 3º, define o poluidor como sendo a pessoa responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental. Em seu artigo 4º também prevê a imposição ao poluidor “da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos” (BRASIL, 1981).

O princípio do ônus social, que vigora no Brasil, é o contrário do “poluidor-pagador”, já que toda a comunidade paga pela despoluição dos rios, quando o poder público aplica seu orçamento para despoluição e preservação dos rios. Porém estudos apontam que não é possível o poluidor assumir o custo total da poluição, cabendo a sociedade assumir outra parte por meio do Estado (GRANZIERA, 2000).

Em muitos países, o princípio do poluidor-pagador é implementado pelos próprios governos por regulação direta que cria incentivos econômicos, levando ao poluidor a arcar com os custos dos danos ambientais causados por sua atividade através de regulação que impõe responsabilidade ambiental direta sobre os agentes poluidores (LUPPI, PARISI e RAJAGOPALAN, 2011).

OCDE (1992) aponta que o princípio do poluidor pagador começou como um princípio econômico e acabou por se tornar um princípio legal. Este princípio não visa a equidade e não foi criado para punir poluidores, mas sim para enviar sinais apropriados no sistema econômico para que os custos ambientais sejam incorporados no processo de tomada de decisão e, portanto, atingir o desenvolvimento sustentável que é ambientalmente amigável. Apesar da poluição ainda persistir, o princípio do poluidor pagador irá assegurar eficiência econômica e reduzir distorções em negócios internacionais e investimento para níveis mínimos.

Porém World Bank (2003) alerta que a precificação da água necessita ter um equilíbrio entre pragmatismo e princípios, como assegurar que os usuários levem em consideração os custos financeiros ao usar a água, porém necessita se adaptar a diferentes especificidades locais, adaptando de maneira que a cobrança seja possível.

2.2 INSTRUMENTOS ECONÔMICOS

Nogueira e Pereira (1999) expõe que atividades econômicas podem causar externalidades ambientais negativas que acarretam a perda de bem-estar para os indivíduos. Isso poderia ser corrigido por meio da internalização desses custos externos ambientais nos custos privados das estruturas de produção de consumo, que pode ser feita por meio de mecanismos de comando e controle ou mecanismos de mercado.

ANA (2014) define que externalidade é “um efeito direto ou indireto causado por uma atividade a outras atividades de consumo ou produção que não está refletido obrigatoriamente no preço de mercado dos produtos”, quando a mesma onera a terceiros é considerada negativa, já quando gera benefícios é positiva. OCDE (2017) expõe que a cobrança pelo uso de recursos hídricos deve ser definida para corrigir ineficiências resultantes de comportamentos individuais, como as externalidades, já que o mercado não consegue gerenciar adequadamente esse recurso, sujeito ao uso excessivo em situações de escassez.

Os instrumentos de comando e controle se apoiam na regulamentação direta pelo Estado, acompanhada de fiscalização e sanção quando infringidas as normas e padrões estabelecidos, como padrões ambientais, licenciamentos, sanções legais e penalidades (ROGERS, 2002; SVENFELT; ENGSTRÖM; HÖJER, 2010). Desses instrumentos, dois tipos principais se destacam: o primeiro especifica taxas ou níveis de emissão, bem como taxas permissíveis de uso da água; já o outro tipo de padrão é definido tecnologicamente, exigindo, por exemplo, um tipo específico de tecnologia de controle de poluição (MOTTA et al., 2004). Alguns exemplos são a criação de unidades de conservação ambiental e regulação de padrões de emissão durante a década de 1970 (ANA, 2014).

Os instrumentos econômicos são considerados mais eficazes do que os mecanismos de comando e controle na consecução dos objetivos ambientais. No entanto, a seleção adequada de um instrumento econômico é teoricamente complexa, e a implementação desses instrumentos tem gerado controvérsias em relação à sua eficácia na consecução das metas ambientais desejadas (MOTTA et al., 2004). Apesar disso, a teoria e a experiência política internacional sugerem que o uso de instrumentos econômicos junto com a regulamentação tradicional pode alcançar resultados desejáveis para a política de recursos hídricos, a um custo econômico

menor do que a simples adoção da regulamentação (SUSTAINABLE PROSPERITY, 2011).

Os instrumentos econômicos para a gestão de recursos hídricos são os incentivos projetados para alinhar o comportamento individual com os objetivos públicos de alcançar quantidade e qualidade da água confiável e mitigar os riscos relacionados com a água (REY; PÉREZ-BLANCO; ESCRIVA-BOU; GIRARD; VELDKAMP, 2018). Eles objetivam induzir determinado comportamento social por intermédio de incentivos ou desincentivos, via sistema de preços ou de prêmios, para indução da mudança de comportamento e para geração de receitas (ANA, 2014; ASSIS; RIBEIRO; MORAES, 2018).

Os incentivos econômicos via preço são mecanismos de mercado que orientam os agentes econômicos a valorizarem os bens e serviços ambientais de acordo com sua escassez e seu custo de oportunidade social. Em resumo é adotado o princípio do poluidor/usuário pagador, por meio da formação de preços privados ou mecanismos que estabelecem valor social, na ausência de mercados (NOGUEIRA e PEREIRA, 1999).

Segundo World Bank (2003), os custos financeiros são facilmente demonstrados para os usuários, já que é mais concreto demonstrar os custos de tratamento e transporte da água (bombeamento, estações de tratamento, encanamento). Porém, o conceito do custo de oportunidade é mais abstrato, já que leva em consideração o valor da água bruta no seu melhor uso. Além disso, Mota et al. (2004) expõe os instrumentos econômicos podem ser menos vantajosos na relação custo-efetividade do que instrumentos de comando e controle, no caso de os custos de transação serem muito elevados (como custos com sistemas de informação e monitoramento).

Loch, Adamson e Auricht (2020) expõe que dentro de uma economia baseada no livre mercado, os métodos de comando e controle para restringir o crescimento do sistema de produção serão reduzidos, levando ao um aumento do uso de novas políticas e arranjos para lidar com riscos ou incertezas. Fadel e Marques (2019) expõem que os Instrumentos Econômicos são baseados em sinalização emitida por mercados visando influenciar indiretamente a exploração desses recursos e são pautados em critérios de decisão do usuário sobre a sua adaptação individual. Assim, os instrumentos econômicos foram propostos para complementar as lacunas dos instrumentos de comando e controle (ANA, 2014).

A cobrança pelo uso de recursos hídricos configura um instrumento econômico de gestão que objetiva induzir um determinado comportamento social através de incentivos via fixação de preços. O comportamento pela demanda de água como bem de consumo ou insumo de processos produtivos tende a ser inelástico, ou seja, para reduzir seu uso o aumento do seu custo pode ser muito elevado, sendo de difícil aceitação política e social, porém funciona como estímulo, embora essa resposta seja limitada (ANA, 2019a).

Assim, a cobrança pelo uso de recursos hídricos foi uma das inovações da Política Nacional de Recursos Hídricos, que foi em grande parte inspirada pela experiência francesa. Antes do advento da Lei nº 9.433/97, a gestão das águas era realizada principalmente por meio de intervenção estatal por ferramentas de comando e controle, que possuíam alta dependência do poder discricionário e de polícia do Estado ou do judiciário (ANA, 2014). Também foi o instrumento econômico mais aplicado nos países da América Latina e Caribe, focado no aumento de receitas (MOTTA et al., 2004).

A cobrança pelo uso de recursos hídricos apresenta diversas vantagens como instrumento econômico de gestão. Essas vantagens incluem: a) a internalização das externalidades ambientais na produção ou consumo de água; b) o estímulo para adoção de tecnologias mais eficientes; c) o estímulo a redução dos volumes captados de água e da poluição; d) a alocação eficiente dos recursos, considerando as diferenças de custos de acesso à água ou de controle da poluição hídrica entre os usuários; e) a capacidade de pagamento de diversos setores de usuários e f) a geração de receitas para a gestão dos recursos hídricos e recuperação das bacias hidrográficas (ANA, 2019a).

A cobrança deve refletir os custos ambientais, de infraestrutura e transação e de oportunidade. Os custos de infraestrutura e de transação são relacionados ao tratamento e transporte da água, custos administrativos, dentre outros. Já os custos ambientais correspondem a danos induzidos pelo uso de recursos hídricos e os custos de oportunidade associados a oportunidades perdidas a usos alternativos da água (OCDE, 2017). O valor cobrado deve ser alto suficiente para incentivar o uso racional da água e o controle da poluição, levando em consideração a capacidade de pagamento dos usuários (ANA, 2019a).

De acordo com os Princípios de Dublin, a gestão da água como um bem econômico é fundamental alcançar um uso eficiente e equitativo e encorajar a

conservação e proteção de recursos hídricos (REY; PÉREZ-BLANCO; ESCRIBANO; GIRARD; VELDKAMP, 2018). Por isso, os instrumentos econômicos são fundamentais para a gestão eficiente e eficaz dos recursos hídricos, quando aliados a outros instrumentos de políticas públicas. Os Instrumentos Econômicos podem desempenhar papel significativo para atingir os objetivos da Lei das Águas e incentivar os diversos usuários a uso eficiente da água. Porém, também alerta que a cobrança estabelecida em valores muito baixos falha no incentivo à mudança comportamental ou no financiamento significativo de apoio à política (OCDE, 2017).

2.3 COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é um bem público dotado de valor econômico (BRASIL, 1997), logo a cobrança pelo uso da água se refere a remuneração pelo uso de um bem público. A escassez hídrica pelo excesso de captação desse bem, tanto quanto a poluição dos mananciais tem sido a origem de conflitos entre os usuários de recursos hídricos (ANA, 2014). Vários fatores aumentam a pressão sobre os recursos hídricos, como aumento populacional, maior contaminação da água e poluição, aumento da demanda pelos recursos hídricos devido ao crescimento econômico (SENANTE; DONOSSO, 2016).

A água é um recurso escasso, tanto por motivos antrópicos quanto naturais, em diversos contextos, fato que tem sido agravado pelas mudanças climáticas e com a recorrência de eventos extremos (ANA, 2018c). Tanto as políticas de recursos hídricos paulista quanto federal preveem o uso múltiplo das águas (SÃO PAULO, 1991; BRASIL, 1997). Porém o discurso sobre recursos hídricos escassos associado com a existência de conflitos entre usuários identifica a água como um bem econômico de alto potencial, ressaltando a necessidade do desenvolvimento de abordagens financeiras, legais, regulatórias e institucionais apropriadas (WORLD BANK, 2003).

ANA (2014) define a cobrança pelo uso de recursos hídricos como um preço pelo uso de um recurso de acesso comum, cujos valores e mecanismos são estabelecidos dentro dos comitês de bacias de forma participativa por usuários de água, sociedade civil e autoridades públicas. Ainda segundo ANA (2019), a cobrança não se caracteriza como imposto, taxa ou contribuição de melhoria, se configurando como preço público, já que se trata de uma remuneração por um bem do próprio Estado, tendo em vista que a sua fonte de exploração é um patrimônio público.

Conforme ANA (2014), um preço público é classificado como uma receita patrimonial, cuja base de cálculo aplica-se sobre o uso de bem ou serviço público por meio de autorização, devendo este serviço ser mensurado, sendo estabelecido por contrato ou resolução que o efetive. A competência para a sua arrecadação é do poder público, havendo a possibilidade de delegação a outro ente público, como se pode observar no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação da receita cobrança pelo uso de recursos hídricos em comparação com outras fontes

		Taxa	Tarifa	Contribuição de melhoria	Preço Público
Classificação da receita		Tributária	Por serviços públicos	Tributária	Patrimonial
Base de cálculo (aplica-se a)		Exercício do poder de polícia ou serviço público essencial	Serviço público não essencial por meio de concessão ou Permissão	Obras que promovam ganho patrimonial a Terceiros	Uso de bem ou serviço público por meio de autorização
Mensuração do uso ou serviço	Sim		X	X	X
	Não	X			
Situação do uso ou serviço	Efetivamente prestado	Aplicável a ambos os casos	X	X	X
	Compulsório				
Instrumento para o estabelecimento		Lei	Decreto do executivo	Lei	Contrato ou Resolução que o efetive
Competência para arrecadação		Poder público	Concessionário de serviço	Poder público	Poder público
Possibilidade de delegação		Delegável somente a ente público	Delegável a prestador privado	Delegável somente a ente público	Delegável somente a ente público
Vigência temporal		A partir de 1º de janeiro	A partir da vigência do Decreto	A partir de 1º de janeiro	A partir da vigência contratual
Exemplos práticos		Taxa de fiscalização / Taxa de limpeza pública	Serviços de água e esgoto	Serviços de asfaltamento urbano	Cobrança pelo Uso da água

Fonte: ANA (2014, p. 16).

OCDE (2017) aborda que a cobrança pelo uso de recursos hídricos não deve ser confundida com tarifas de serviços de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário. Mesmo que teoricamente as cobranças deveriam refletir o valor de uso da água, a mesma não se iguala aos custos. Essa deve refletir uma série de custos associados ao uso de recursos hídricos e podem ser usadas para financiar os custos da gestão de recursos hídricos e as atividades reguladoras que impactam a disponibilidade e qualidade da água.

Veetil et al. (2011) expõe que a introdução de instrumentos de precificação da água sustentáveis, eficientes e localmente viáveis é uma tarefa desafiadora em todo o mundo para os formuladores de políticas públicas. Segundo Godecke (2017), a cobrança pelo uso de recursos hídricos é um instrumento amplamente utilizado internacionalmente, como na União Europeia após a adoção da Diretiva 2000/60, que estabeleceu normas para a proteção das águas.

Normalmente a cobrança é feita em níveis subnacionais, como exemplo de sistemas avançados implantados na Dinamarca, França, Bélgica, Países Baixos, Alemanha e Reino Unido, por meio de taxas ou impostos articulados com o licenciamento. O valor cobrando pode ser diferenciado em função da captação ser subterrânea ou superficial, do tipo de uso e usuário (doméstico, industrial, agrícola), bem como da qualidade da água, a carga de poluentes, dentre outros (GODECKE, 2017).

2.4 COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é um dos instrumentos de gestão previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos. Essa objetiva reconhecer a água como um 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).

No Brasil, foram arrecadados cerca de R\$ 630 milhões a partir da cobrança pelo uso de recursos hídricos sob domínio da União e R\$ 2,2 bilhões sob domínio estadual, desde a sua implantação até 2018 (ANA, 2018b)³. Apesar de parecer um

³ A cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio da União foi implementada pela primeira vez na UGRH Paraíba do Sul, em 2003. Já em rios de domínio estadual, a primeira experiência foi do

montante significativo, essas receitas podem cobrir aproximadamente de 10-15% da necessidade de financiamento para implementar ações previstas nos Planos de Recursos Hídricos a nível da União, sendo necessárias outras fontes de recursos adicionais (OCDE, 2017).

Outro ponto a ser destacado é que, das 29 Unidades de Gestão de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas de domínio da União (UGRHs), a cobrança pelo uso de recursos hídricos foi implementada em apenas 5, sendo elas: Paraíba do Sul (desde 2003); Piracicaba, Capivari e Jundiaí (desde 2006); São Francisco (desde 2010); Doce (desde 2011) e do Rio Paranaíba e do Rio Verde Grande (desde 2017). Além disso, das 27 unidades federadas, apenas 6 implantaram a cobrança em seus domínios, sendo elas: Ceará, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerias, Paraná e Paraíba (ANA, 2014; ANA, 2019a; AMORIM; SOALHEIRO; PEREIRA, 2022). Tal fato evidencia a lenta implementação da cobrança, principalmente devido ao interesse de grandes usuários de recursos hídricos em adiar sua aplicação efetiva (COSTA, 2022).

A Lei das Águas (Lei nº 9.433/97) também define que serão cobrados somente usos sujeitos a outorga, incluindo as captações, o volume retirado e os lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos (BRASIL, 1997). Os usos sujeitos à outorga são: derivação ou captação para consumo final, inclusive abastecimento público; extração de água de aquífero subterrâneo; lançamento, em corpo d'água, de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final; aproveitamento de potenciais hidrelétricos e outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água (ANA, 2014).

Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica de origem em que foram gerados e serão utilizados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos, os recursos arrecadados pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos devem ser prioritariamente aplicados na própria bacia hidrográfica em que foram gerados. Esses recursos são destinados ao financiamento de estudos, programas, projetos e obras estabelecidos nos Planos de Recursos Hídricos, bem como ao pagamento das despesas de implantação e custeio

estado do Ceará em 1996 (AMORIM; SOALHEIRO; PEREIRA, 2022). Os valores arrecadados considerada considera todo o território nacional, sendo extraído do Painel Gerencial da Cobrança da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA, 2018b).

administrativo dos órgãos e entidades envolvidos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Quanto aos corpos d'água em domínio estadual, a cobrança pelo uso de recursos hídricos é implantada e operacionalizada conforme as respectivas Políticas Estaduais de Recursos Hídricos (ANA, 2014). Para o estado de São Paulo, a Lei nº 7.663 de 30/12/1991 estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos e ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SÃO PAULO, 1991).

A Lei nº 12.183, de 29/12/2005, dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação de seus limites, condicionantes e valores (SÃO PAULO, 2005). Nela são estabelecidos objetivos complementares à Lei das Águas, sendo:

“I - reconhecer a água como bem público de valor econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
II - incentivar o uso racional e sustentável da água;
III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos e saneamento, vedada sua transferência para custeio de quaisquer serviços de infraestrutura;
IV - distribuir o custo socioambiental pelo uso degradador e indiscriminado da água;
V - utilizar a cobrança da água como instrumento de planejamento, gestão integrada e descentralizada do uso da água e seus conflitos”
(SÃO PAULO, 2005, Art. 1º).

O Decreto nº 48/2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH complementa ainda os objetivos descritos na legislação paulista, incluindo que a cobrança deve: incentivar à conservação, recuperação e manejo sustentável do uso da água; estimular o investimento em despoluição, reuso, proteção, conservação, utilização de tecnologias limpas e poupadoras dos recursos hídricos, promovendo benefícios diretos e indiretos à sociedade; e induzir e estimular a conservação, o manejo integrado, a proteção e a recuperação dos recursos hídricos, com ênfase para as áreas inundáveis e de recarga dos aquíferos, mananciais e matas ciliares, por meio de compensações e incentivos aos usuários (BRASIL, 2005). O Decreto nº 50.667/2006 regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2006).

A legislação paulista também estabelece que a cobrança será vinculada à implementação de programas, projetos, serviços e obras de interesse público, da iniciativa pública ou privada, desde que definidos nos Planos de Recursos Hídricos e aprovados no respectivo CBH. Também prevê que esses recursos poderão ser obtidos por usuários de recursos hídricos, inclusive da iniciativa privada, além dos órgãos e entidades do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos exceto os isentos por lei (SÃO PAULO, 2005).

A cobrança será efetuada pela entidade responsável pela outorga de direito de uso nas Bacias Hidrográficas que não possuem Agências de Bacias ou pelas Agências de Bacias. Além disso, os valores arrecadados são destinados à subconta do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) correspondente à respectiva bacia hidrográfica, conforme estabelecido pela legislação paulista (SÃO PAULO, 2005).

2.4.1 INTERFACE COM OUTROS INSTRUMENTOS DE GESTÃO

O Decreto nº 48/2005 do CNRH estabelece que a cobrança deverá estar compatibilizada e integrada com os demais instrumentos da política de recursos hídricos (SÃO PAULO, 2005). A cobrança pela água isoladamente é limitada em sua efetividade para controlar o uso e demanda, sendo que para ser efetiva necessita ser combinada com um conjunto de instrumentos institucionais, sociais ou técnicos, de regulamentação, planejamento, monitoramento e fiscalização (VEETIL et al., 2011).

Segundo Assis, Ribeiro e Moraes (2018), a implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos demonstra o estágio de aplicação dos demais instrumentos da PNRH, já que para a sua operacionalização deve estar integrada com esses, principalmente a outorga.

A cobrança é fortemente relacionada a **outorga de direito de uso recursos hídricos**, já que somente usos sujeitos à outorga são cobrados, criando a vinculação formal entre o instrumento econômico e o instrumento de regulação ou de comando (ANA, 2014). Conforme a Lei das Águas, não podem ser dissociados os aspectos de quantidade e qualidade, que motiva o uso conjugado da outorga, enquadramento e cobrança pelo uso da água (KELMAN, 2000).

A cobrança incentiva que o usuário demande o uso correspondente à sua necessidade, atribuindo valor econômico à água e incentivando a sua racionalização.

Estes instrumentos se integram com os Planos de Recursos Hídricos, tendo em vista que definem as prioridades de uso e o enquadramento dos corpos d'água em classes (ANA, 2014).

Conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos, a outorga visa assegurar o controle da qualidade e quantidade dos usos da água, sendo passíveis de outorga os lançamentos de efluentes (BRASIL, 1997). Desta forma, a outorga para lançamento para fins de diluição leva em consideração a concentração de poluente permitida conforme a classe de enquadramento do poluente (ANA, 2013).

Os **Planos de Recursos Hídricos** devem fornecer as diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (BRASIL, 1997). O Decreto nº 48/2005 do CNRH expõe que a viabilidade técnica e econômica da cobrança tem fundamental importância na implementação dos Planos de Recursos Hídricos (SÃO PAULO, 2005).

No contexto das Bacias PCJ, desde a concepção da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, ela foi pensada como um instrumento de gestão que deve considerar o Plano de Bacia como ponto de partida, ou seja, deve ser praticada conforme os planejamentos regionais dos recursos hídricos (ANA, 2007).

Marques et. al (2021) expõe que a elaboração e pactuação dos Planos de Bacias é comumente feita sem fornecer diretrizes claras para a Cobrança, e esta é definida sem que haja uma percepção do seu impacto na sustentabilidade financeira do plano de ações do Plano de Bacias. Este efeito é deletério para ambos os instrumentos, tanto para o financiamento das ações quanto para a transparência, capacidade de alavancagem e efeito incitativo da cobrança.

Mirzaei e Zibaei (2021) afirmam que os *stakeholders* devem estar envolvidos na implementação de planos de gerenciamento de demanda e suas observações devem ser consideradas, evidenciando a importância da participação dos usuários de recursos hídricos no processo de planejamento.

Os **sistemas de informações** são instrumentos de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. É necessário que o cadastro de usuários esteja atualizado, tanto quanto os usos da água (ANA, 2016). Os órgãos e entidades gestores de recursos hídricos deverão manter um sistema de informação atualizado, com dados dos usuários e características da bacia hidrográfica, para compor o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídrico - SINGREH (SÃO PAULO, 2005).

Por fim, é possível observar a interface entre o **enquadramento dos corpos d'água** e a cobrança pelo uso de recursos hídricos. Muitos dos coeficientes nas fórmulas adotadas para a cobrança levam em consideração o enquadramento do corpo hídrico (OCDE, 2017).

Além disso, conforme a Resolução nº 48/2005, um dos objetivos da cobrança é estimular o investimento em despoluição, de acordo com o enquadramento dos corpos d'águas em classes de usos preponderantes (BRASIL, 2005).

Segundo Silva e Ribeiro (2006), a cobrança pode ser estabelecida com base nos objetivos de qualidade que se deseja para o corpo hídrico, expressos pelo seu enquadramento. A integração entre esses dois instrumentos pode auxiliar no controle das fontes de lançamento de resíduos, minimizando os impactos negativos que podem causar à qualidade das águas.

Por fim, Silva (2007) expõe que a outorga, o enquadramento e a cobrança pelo uso da água são instrumentos articulados com o Plano de Recursos Hídricos, já que esse define os critérios de alocação de água, que deverão respeitar as metas de qualidade do enquadramento e, ainda, deverão determinar a arrecadação pela cobrança.

2.4.2 ESTRUTURA DE GOVERNANÇA DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

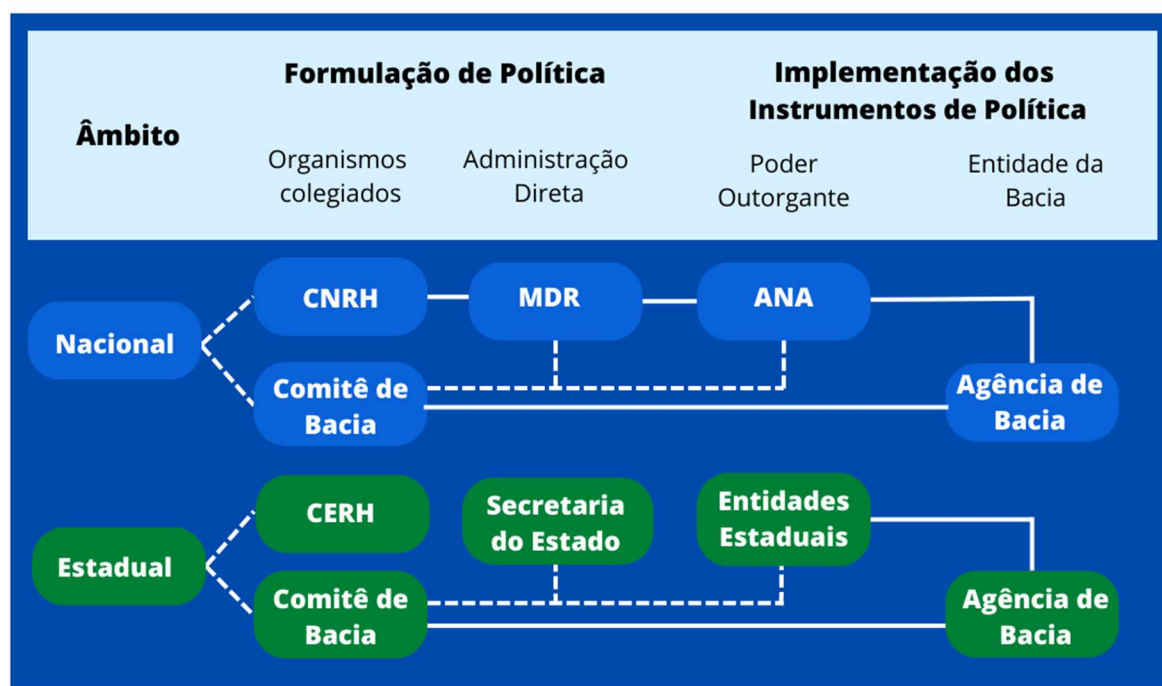
Segundo OCDE (2017) não há um modelo perfeito para estabelecer e controlar cobranças pelo uso de recursos hídricos, existindo uma grande variedade de experiências internacionais, refletindo em diferentes organizações institucionais, circunstâncias locais, escolhas históricas e culturais. Deve-se responder às perguntas: o que fazer? quem faz o quê? por quê? em que nível de governo? e como?

Primeiro, é importante entender o papel dos entes que compõem o SINGREH e suas atribuições, conforme ilustrado da Figura 2 e quais são as suas atribuições quanto a cobrança pelo uso de recursos hídricos, resumidas no Quadro 2. Segundo OCDE (2017), a decisão para o início da implementação da cobrança é política, porém o nível dos valores cobrados deveria ser baseado em critérios técnicos.

O SINGREH é composto pelas seguintes entidades: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico; os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; os Comitês de Bacia

Hidrográfica; os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e as Agências de Água. Entre seus objetivos consta promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (BRASIL, 1997).

Figura 2 - Estrutura do SINGREH



Fonte: ANA (2019a, p.16), adaptado pelos autores.

Quadro 2 - As competências relacionadas à cobrança dos órgãos do SINGREH

(continua)

Ente	Competências relacionadas à cobrança
Conselhos de Recursos Hídricos	Delibera sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica; Estabelece critérios gerais para a Cobrança; Define os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica; Autoriza a criação ou delega funções de Agência de Água/Bacia Hidrográfica.

Quadro 2 - As competências relacionadas à cobrança dos órgãos do SINGREH

(conclusão)

Ente	Competências relacionadas à cobrança
Comitês de Bacia Hidrográfica	Aprova o plano de recursos hídricos da bacia e o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a Cobrança; Propõe ao respectivo Conselho de Recursos Hídricos os usos de pouca expressão, para efeito de isenção da Outorga, e consequentemente, da Cobrança; Estabelece os mecanismos de cobrança e sugere os valores a serem cobrados; Solicita a criação da Agência de Água da bacia hidrográfica.
ANA e Órgãos Gestores Estaduais	Implementa a Cobrança em articulação com os Comitês de Bacias Hidrográficas; Elabora estudos técnicos para subsidiar o respectivo Conselho de Recursos Hídricos na definição dos valores a serem cobrados; Efetua a Cobrança, podendo delegá-la às Agências de Água/Bacia.
Agências de Água	Efetua, mediante delegação do outorgante, a Cobrança; Analisa e emite pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela Cobrança e os encaminha à instituição financeira responsável pela administração desses recursos; Acompanha a administração financeira dos recursos arrecadados com a Cobrança em sua área de atuação; Elabora o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do Comitê de Bacia Hidrográfica; Propõe ao Comitê de Bacia Hidrográfica: i) os valores a serem cobrados e ii) o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a Cobrança.

Fonte: ANA (2014, p. 29) e ANA (2019a, p.16), adaptado pelos autores.

Considerando que a água é um bem de domínio público, a arrecadação de valores é considerada prerrogativa exclusiva de organismos estatais. Dentre as principais atribuições da ANA relacionadas a Cobrança se destacam: implementar a cobrança em rios de domínio da União em articulação com os CBHs; elaborar estudos para subsidiar ao CNRH na definição dos valores a serem cobrados, com base nos mecanismos sugeridos pelos CBHs, dentre outros descritos no Quadro 2 (ANA, 2014).

Também é atribuição da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União (BRASIL, 2000). Esta pode firmar contratos de gestão com entidades delegatárias das funções de Agências de Águas e deve obrigatoriamente transferir os recursos da Cobrança arrecadados em sua respectiva bacia hidrográfica sem a possibilidade de contingenciamento (BRASIL, 2004),

devendo desembolsar os recursos conforme previsto do Plano de Recursos Hídricos da bacia e conforme seu plano de aplicação, aprovados pelo CBH (ANA, 2019a).

As receitas da cobrança são consideradas recursos públicos e devem se submeter aos mesmos controles que a gestão de ativos e fundos públicos. Os contratos de gestão também podem ser assinados entre órgãos gestores estaduais e as entidades delegatárias, sendo que no Estado de São Paulo as Entidades Delegatárias são criadas sob a forma de fundações, e em sua ausência suas funções são desempenhadas pelo órgão gestor, o DAEE (OCDE, 2017).

As Agências de Águas têm função fundamental a nível executivo, estando na base do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, possuem competências de efetuar a cobrança mediante delegação do órgão outorgante (ANA, 2014). A aplicação das receitas auferidas com a cobrança deve ser feita de maneira descentralizada por meio de Agência de Água, e na ausência destas, por outras entidades pertencentes ao SINGREH (BRASIL, 2000). Para arcar com o custeio administrativo são destinados 7,5% dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio da União, visando garantir o apoio necessário para o seu funcionamento. O restante dos 92,5% são aplicados em estudos, programas e projetos incluídos nos Planos de Recursos Hídricos, baseado no modelo francês, no qual a “água paga pela água”, ou seja, visa gerar um sistema financeiramente autônomo (ANA, 2014). Já para a cobrança em rios de domínio do Estado de São Paulo, até 10% do total desses recursos serão utilizados no pagamento das despesas com o custeio da Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - Agência das Bacias PCJ e no mínimo 90% são investidos em estudos, programas, projetos e obras indicados no Plano de Recursos Hídricos (ANA, 2014, p. 55).

Compete aos Comitês de Bacias Hidrográfica (CBH) estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados. Dentre seus demais representantes, os CBHs são compostos pelos municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação. A Lei das águas estabelece que a cobrança deve ser realizada a partir de um pacto criado no âmbito do CBH entre usuários de água, organizações civis e dos poderes públicos (BRASIL, 1997).

Cabe também ao CBH propor as acumulações, derivações, captações e lançamentos não sujeitos a outorgas de direito de uso para aprovação do conselho de recursos hídricos competente (BRASIL, 2005), que na legislação federal são

chamados de insignificantes ou de pouca expressão (BRASIL, 1997). Segundo a legislação paulista, o modo e a periodicidade da cobrança serão definidos pelo CBH, conforme suas peculiaridades e conveniências (SÃO PAULO, 2005).

Por fim, além da estrutura e atribuições de cada ente do SINGREH anteriormente expostas, existe uma série de requisitos para que a cobrança pelo uso dos recursos hídricos seja viável e que o sistema de governança funcione, como exposto a seguir:

A cobrança pelo uso de recursos hídricos só será viável se as autoridades responsáveis estiverem com objetivos claros e dotadas com a capacidade necessária; se as cobranças são projetadas, arrecadadas e desembolsadas na escala certa; se estão documentadas com sistemas de informações robustos de modo a orientar as decisões; se são direcionadas para um planejamento sólido, realista e coerente de políticas; se são regulamentadas adequadamente, com aplicação e cumprimento efetivos; se as partes interessadas estão engajadas desde o início para aumentar sua consciência e a garantia do seu *buy-in*; se a sua implementação é transparente; e se são devidamente monitoradas e avaliadas para ajustar onde é necessário (OCDE, 2017, p. 142).

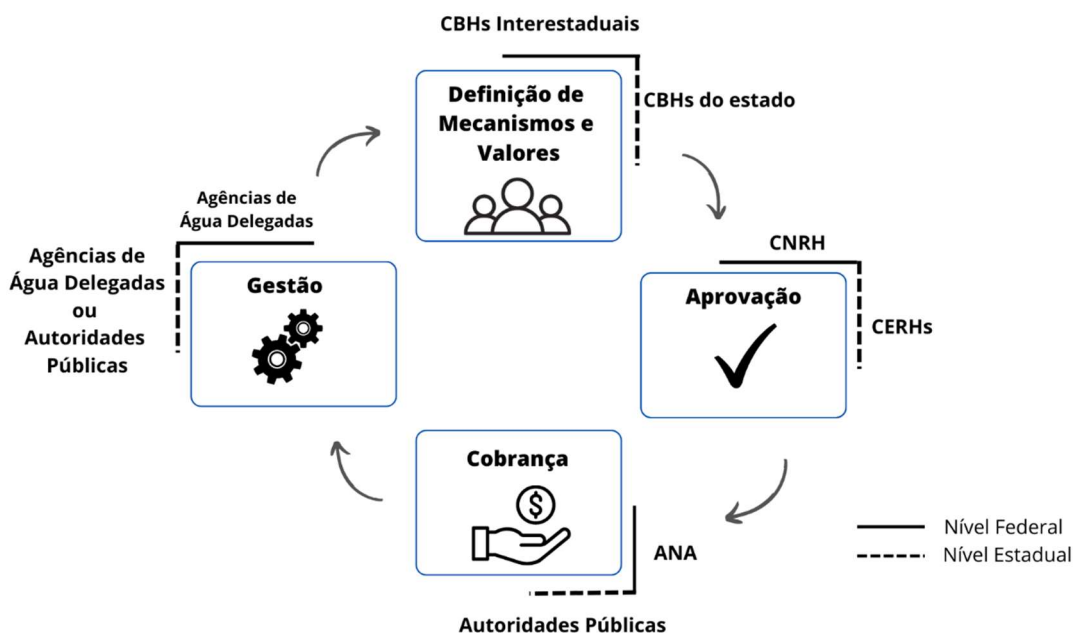
Porém existem alguns princípios comuns que devem ser seguidos para que a cobrança cumpra seus objetivos, incluídos nas dimensões: eficácia, eficiência, confiança e compromisso. São os princípios: atribuição clara de papéis e responsabilidades, escalas apropriadas no quadro de uma gestão de bacias, coerência política, identificar lacunas na capacidade de projetar e implementar a cobrança, dados e informações consistentes e estabelecer o nível de valores de cobrança com base em critérios técnicos sólidos, recursos financeiros, quadro regulatório, governança inovadora, integridade e transparência, envolvimento das partes interessadas, *trade-offs* entre usuários, entre área interessadas e entre gerações e acompanhamento e avaliação (OCDE; 2017).

2.4.3 PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

As etapas de implementação da cobrança pelo uso da água a nível federal e estadual são similares. Os CBHs (federais e estaduais) submetem ao CNRH ou Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERHs para sua apreciação a proposta de valores. A ANA e os órgãos gestores estaduais são responsáveis por operacionalizar a cobrança, de maneira a arrecadar os recursos e, por fim, as entidades delegatárias de funções de agência de água gerenciam os recursos, sendo aplicados de acordo

com as ações previstas no Plano de Recursos Hídricos (ANA,2014) No estado de São Paulo, a cobrança é feita pela própria Agência de Bacia, quando existente, ou pelo órgão outorgante (SÃO PAULO, 2005). A Figura 3 ilustra os principais passos e instituições responsáveis pela implementação da cobrança.

Figura 3 - O ciclo de implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos



Fonte: adaptado pelos autores de OCDE (2017, p. 44).

Apesar de ANA (2014) expor que a implantação da cobrança deve ser adaptada em função do contexto local, aponta as seguintes etapas desse processo:

1. Etapa preliminar - decisão do Comitê de Bacia Hidrográfica;

Inclui a decisão e a manifestação política do CBH em relação a se cobrar pelo uso de recursos hídricos. Em bacias interestaduais, o ideal é que seja iniciada simultaneamente a cobrança em todos os domínios, buscando atingir uma integração entre os Comitês de Bacia de rios afluentes, o Comitê de Bacia do curso principal, o órgão outorgante e o responsável pela operacionalização da cobrança. Este “Pacto de Gestão” visa a harmonização dos instrumentos de gestão, um arranjo institucional robusto e dar condições ao funcionamento do comitê (ANA, 2014).

A Política Nacional de Recursos Hídricos prevê que as entidades delegatárias de funções de agência de água devem propor valores de cobrança ao CBH. Porém,

geralmente essa função é desempenhada por um grupo técnico dentro do CBH (OCDE, 2014).

2. Etapa 1 - Construção da proposta de mecanismos de cobrança;

Inclui atividades de nivelamento conceitual e planejamento das atividades para o processo de discussão da cobrança, incluindo elementos técnicos e políticos. Os mecanismos e parâmetros para a cobrança deverão ser debatidos, incluindo a definição das bases de cálculo e criação de mecanismos específicos para determinados setores usuários ou tipos de uso, conforme couber, como exemplo de transposição de bacias (ANA, 2014).

3. Etapa 2 - Construção da proposta de valores de cobrança;

Etapa da qual ocorre a definição dos preços unitários, realizadas simulações do potencial de arrecadação e dos correspondentes impactos sobre os usuários pagadores. O grupo técnico efetua minuta de deliberação com a proposta de mecanismos e valores e encaminha para apreciação do CBH (ANA, 2014).

4. Etapa 3 - Aprovação pelos Conselhos de Recursos Hídricos;

Após aprovada pelo CBH, a Deliberação da Cobrança pelo Uso é encaminhada ao Conselho de Recursos Hídricos competente, ou seja, o CNRH para domínio da União e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos para os demais casos (ANA, 2014).

A ANA apoia a decisão do CNRH através de uma análise técnica que avalia a proposta apresentada pelos CBHs interestaduais. No CNRH, a proposta é analisada pela Câmara Técnica de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos (CTCOB) e pela Câmara Técnica de Assuntos Legais e Institucionais (CTIL), culminando em uma discussão no plenário. Já os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos podem ser apoiados por agências de água e meio ambiente (OCDE, 2017).

Como ilustrado na Figura 3, a Cobrança em rios de domínio da União somente pode ser realizada após aprovados os mecanismos e valores propostos pelo CBH no âmbito do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (ANA, 2019a). Em São Paulo, após a aprovação pelo Conselho Estadual a implantação da Cobrança ainda depende de Decreto do Governador (ANA, 2014).

5. Etapa 4 - Operacionalização da cobrança;

No Estado de São Paulo, a legislação estabelece que a implantação da cobrança será feita com participação dos CBHs, de forma gradativa e com a organização de um cadastro de usuários de recursos hídricos. Os valores para a cobrança deverão ser propostos pelo seu respectivo CBH por meio de planos de aplicação quadrienais e seguir os limites e condicionantes estabelecidos pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Os mesmos são aprovados e fixados por decreto do Governador do Estado (SÃO PAULO, 2005).

O Decreto nº 48/2005 estabelece ainda condições mínimas para a implementação da cobrança numa Bacia Hidrográfica - BH, como o processo de regularização de usos de recursos hídricos sujeitos à outorga, o programa de investimentos definidos no Plano de Recursos Hídricos, da aprovação pelo Conselho de Recursos Hídricos competente da proposta de cobrança pelo CBH e implantação da respectiva Agência de Bacias Hidrográfica ou entidade delegatária de suas funções (BRASIL, 2005).

Após aprovação pelo Conselho de Recursos Hídricos, integração da base de dados dos órgãos gestores, de posse dos dados de cada usuário e da aprovação final dos mecanismos e valores, é realizado o cálculo da cobrança e os documentos de arrecadação (boletos) são emitidos. Também é importante que seja realizada campanha de divulgação e comunicação social visando informar os atores envolvidos e a sociedade em geral sobre os objetivos, conceitos e impactos da Cobrança (ANA, 2014).

2.4.4 DOMINIALIDADE DOS CORPOS D'ÁGUA E A COBRANÇA

O artigo 20 da Constituição Federal estabelece que são bens da União “os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem 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”. Já em seu artigo 26 estabelece que são bens dos Estados “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União” (BRASIL, 1988).

O múltiplo domínio das águas gera uma grande assimetria na implementação e no gerenciamento da Cobrança entre usuários que estão em uma mesma bacia hidrográfica, mas que utilizam águas de domínios distintos. Isso decorre do fato de cada domínio ter sua própria política, critérios e entes para a gestão dos recursos hídricos, acarretando a coexistência de diversos CBHs, Conselhos de Recursos Hídricos e órgãos gestores atuando sobre um mesmo recorte territorial (ANA, 2019a). ANA (2014) também expõe que o duplo domínio enfraquece a gestão integrada no nível bacia, já que não leva em consideração as implicações administrativas distintas a que estão sujeitas as águas de acordo com seu domínio.

A falta de coerência política na cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacias PCJ também é uma lacuna, tendo em vista que todos os usos com finalidade rural estão isentos⁴, mesmo que na legislação a isenção se aplique às necessidades domésticas de propriedades e de pequenos núcleos populacionais localizados no meio rural. Tal fato gera um problema de equidade, pois são adotados critérios distintos em um mesmo território, já em rios de domínio da União é feita a cobrança para todas as finalidades, incluindo a rural.

OCDE (2017) expõe que este “hiato administrativo” é acentuado no Brasil em comparação com o cenário internacional e acrescenta complexidade ao sistema de gestão de recursos hídricos. O duplo domínio destaca o questionamento da escala apropriada para a gestão de recursos hídricos, gerando problemas como diferenças nos valores cobrados a nível estadual e federal, o custo da inação e as consequências relacionadas com quantidade e qualidade da água quando as cobranças não são aplicadas, diferenças em regulamentos de qualidade da água e regras de captação nos diferentes estados e a falta de harmonização para processos de auditoria e responsabilização em todos os níveis de governo.

Assim, destaca a importância de gerir a cobrança em uma escala adequada e melhorar a sua coordenação entre União e os Estados, como determinado no Art. 4º da Lei das Águas (KELMAN, 2000).

As entidades delegatárias precisam se adaptar a diferentes modelos de governança e sistemas de cobrança quando desempenham funções executivas em diferentes estados. Por exemplo, a Agência das Bacias PCJ não pode atuar no Estado

⁴ A isenção para a finalidade rural está prevista na Lei nº 12.183, de 29/12/2005 (SÃO PAULO, 2005), no Decreto Estadual nº 50.667, de 30/03/2003 (SÃO PAULO, 2006) e no Decreto Estadual nº 63.262, de 09/03/2018 (SÃO PAULO, 2018).

de Minas Gerais, pois a legislação mineira não permite a delegação das funções de Agência de Bacia a uma fundação de direito público.

Além desses pontos, ainda existe o fato de a cobrança não ser implementada em todos os domínios de um BH, podendo limitar a sustentabilidade financeira das Agências de Água. Uma opção interessante seria uma única entidade delegatária a nível interestadual, sendo necessário que a sua coordenação seja facilitada, considerando a existência de diferentes regulamentações e níveis de fiscalização (OCDE, 2017).

Apesar dos pontos anteriormente expostos, a dupla competência destaca a importância do compartilhamento entre União e os Estados na gestão de recursos hídricos em Bacias Hidrográficas interestaduais (ANA, 2014).

2.4.5 USUÁRIOS SUJEITOS À COBRANÇA

No Estado de São Paulo, estão sujeitos à cobrança todos aqueles que utilizam os recursos hídricos (SÃO PAULO, 2005). Conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos, todas as outorgas de direitos de uso estão sujeitas à cobrança, sendo concedidas pelo poder público de acordo com prioridades estabelecidas nos planos de recursos hídricos e preservando os múltiplos usos da água, visando controlar a qualidade e quantidade da água (BRASIL, 1997).

Em resumo, estão sujeitos à cobrança os setores de abastecimento de água e saneamento, indústria, geração de energia hidrelétrica e agropecuária. Além disso, são isentos usos insignificantes e para atender às necessidades de pequenos núcleos habitacionais rurais, que são estabelecidos no âmbito dos CBHs e aprovados pelo CNRH (OCDE, 2017).

Por exemplo, nas Bacias PCJ são considerados isentos de outorga as captações de água superficiais de um mesmo usuário que, isoladamente ou em conjunto, não ultrapassem o valor de 5 m³/dia, bem como os lançamentos de efluentes líquidos delas decorrentes, por serem considerados insignificantes, (ANA, 2014) de acordo com a Portaria DAEE nº 2.292/2006. Já o Decreto nº 50.667/2006 também aponta como isentos os usuários com extração de água subterrânea em vazão inferior a 5 m³/dia que independem de outorga (SÃO PAULO, 2006). Todas as finalidades rurais são isentas na cobrança pelo uso da água em rios de domínio no estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2005, 2006).

2.5 TIPOLOGIAS DE COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

De maneira geral, os usuários de recursos hídricos captam a água de um manancial, consomem parte dessa água em seu processo produtivo e devolvem a água residual ao mesmo ou a outro corpo hídrico, geralmente com alterações na qualidade e quantidade de água. Desta maneira é possível identificar as etapas de captação, consumo e lançamento de efluentes. O Quadro 3 faz um resumo das diferentes tipologias de cobrança que são usadas em sua base de cálculo (ANA, 2014).

Quadro 3 - Definição das diferentes tipologias de cobrança pelo uso de recursos hídricos

Tipo de cobrança	Definição
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.

Fonte: adaptado pelos autores de ANA (2014, p. 40).

2.6 MECANISMOS PARA DEFINIÇÃO DOS VALORES

Os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e valores a serem cobrados são discutidos no âmbito dos CBHs entre representantes dos diferentes setores (ANA, 2014). A Resolução nº 48/2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas, conforme sua competência, devendo ser observado pela União, pelos Estados e CBHs quando da edição de seus respectivos atos normativos (BRASIL, 2005).

A legislação paulista, baseada nesta resolução, estabelece uma série de critérios que devem ser considerados para a fixação dos valores cobrados, conforme tipologia de cobrança. Para a cobrança pela **captação, extração e derivação** deverá ser considerado a natureza do corpo d'água (superficial e subterrâneo); a classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o corpo d'água no local do uso ou da derivação; a disponibilidade hídrica local; o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas; o volume reservado, captado, extraído ou derivado e seu regime de variação; o consumo efetivo ou volume consumido⁵; a finalidade a que se destinam; a sazonalidade; as características dos aquíferos; as características físico-químicas e biológicas da água no local; a localização do usuário na Bacia e as práticas de conservação e manejo do solo e da água (SÃO PAULO, 2005).

Além disso, o Decreto nº 48/2005 do CNRH além dos critérios anteriormente expostos também aborda as práticas de racionalização e recuperação do solo e da água; a vulnerabilidade dos aquíferos; as condições técnicas, econômicas, sociais e ambientais; sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários e práticas de reuso hídrico (BRASIL, 2005).

Já para a **diluição, transporte, assimilação ou disposição final de efluentes** também deverá ser considerada a classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o corpo d'água receptor (no ponto do lançamento); o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas; a carga lançada e seu regime de variação, ponderando-se os parâmetros orgânicos e físico-químicos dos efluentes; a natureza da atividade; a sazonalidade; a vulnerabilidade dos aquíferos; as características físico-químicas e biológicas do corpo receptor no local do lançamento; a localização do usuário na Bacia e as práticas de conservação e manejo do solo e da água (SÃO PAULO, 2005).

Adicionalmente, o Decreto nº 48/2005 do CNRH também prevê que seja considerada a natureza do corpo d'água, a disponibilidade hídrica; considera na carga de lançamento também os parâmetros biológicos e de toxicidade; especifica que a sazonalidade é do corpo receptor; as características e a vulnerabilidade das águas de superfície e dos aquíferos; as práticas de racionalização e recuperação do solo e da água (BRASIL, 2005).

⁵ Calculado pela diferença entre o volume captado e o volume devolvido, dentro dos limites da área de atuação do Comitê de Bacia, ou pelo volume exportado para fora desses limites, segundo o tipo de utilização da água e seu regime de variação (SÃO PAULO, 2005).

Já para **os demais tipo de usos ou interferências** que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água de um corpo hídrico, deve ser considerado: natureza do corpo de água (superficial ou subterrâneo); a classe em que estiver enquadrado o corpo de água, no ponto de uso ou da derivação; a disponibilidade hídrica; a vazão reservada, captada, extraída ou derivada e seu regime de variação; a alteração que o uso poderá causar em sinergia com a sazonalidade; as características físicas, químicas e biológicas da água; as características e a vulnerabilidade dos aquíferos; a localização do usuário na bacia; o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas; a sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários; e a finalidade do uso ou interferência (BRASIL, 2005).

Desta maneira, nota-se que a legislação paulista não incorporou em seu escopo todos os critérios para cobrança sugeridos pelo Decreto nº 48/2005 do CNRH, apesar de abranger a maior parte destes. O Quadro 4 resume todos os critérios anteriormente citados (com base no Decreto nº 48/2005 do CNRH) por tipo de uso.

Quadro 4 - Critérios a serem adotados para a definição de mecanismos para estabelecer o valor cobrado por tipo de uso*

(continua)

Critérios	Tipos de uso		
	Derivação, captação e extração	Lançamento	Demais usos/ interferências
natureza do corpo de água (superficial ou subterrâneo)	x	x	x
classe de enquadramento do corpo d'água	x	x	x
disponibilidade hídrica	x	x	x
grau de regularização assegurado por obras hidráulicas	x	x	x
carga de lançamento e seu regime de variação		x	
vazão reservada, captada, extraída ou derivada e seu regime de variação	x		x

Quadro 4 - Critérios a serem adotados para a definição de mecanismos para estabelecer o valor cobrado por tipo de uso

(continuação)

Critérios	Tipos de uso		
	Derivação, captação e extração	Lançamento	Demais usos/ interferências
vazão consumida	x		
finalidade a que se destinam	x		x
sazonalidade	x	x	x
características e a vulnerabilidade dos aquíferos	x	x	x
características físicas, químicas e biológicas da água/ corpo receptor	x	x	x
localização do usuário na bacia	x	x	x
práticas de racionalização, conservação, recuperação e manejo do solo e da água	x	x	
condições técnicas, econômicas, sociais e ambientais existentes	x		
sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários	x		x
sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários	x		x
práticas de reuso hídrico	x		
natureza da atividade		x	
grau de comprometimento que as características físicas e os constituintes químicos e biológicos dos efluentes podem causar ao corpo receptor		x	

Quadro 4 - Critérios a serem adotados para a definição de mecanismos para estabelecer o valor cobrado por tipo de uso

(conclusão)

Critérios	Tipos de uso		
	Derivação, captação e extração	Lançamento	Demais usos/ interferências
vazões consideradas indisponíveis em função da diluição dos constituintes químicos e biológicos e da equalização das características físicas dos efluentes		x	
redução da emissão de efluentes em função de investimentos em despoluição		x	
atendimento das metas de despoluição programadas nos Planos de Recursos Hídricos pelos Comitês de Bacia		x	
redução efetiva da contaminação hídrica		x	
sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários		x	

Fonte: elaborado pelos autores a partir de BRASIL (2005).

*O marcador "x" indicado que o critério deverá ser observado, quando pertinente, para o tipo de uso que consta em cada coluna.

A lei que trata sobre a cobrança de recursos hídricos no Estado de São Paulo também estabelece que a base para o cálculo dos valores a serem cobrados será o volume captado, extraído, derivado e consumido, bem como a carga dos efluentes lançados nos corpos d'água. Também prevê que serão adotados mecanismos de compensação e incentivos para os usuários que devolverem a água em qualidade superior a aquela determinada em legislação e normas regulamentares (SÃO PAULO, 2005).

A Resolução nº 48/2005 do CNRH também estabelece que os CBHs podem estabelecer mecanismos de incentivo e redução do valor a ser cobrado em razão de

investimentos voluntários realizados por usuários em ações de melhoria da quantidade e qualidade da água (BRASIL, 2005).

Os CBHs também poderão propor mecanismos diferenciados em função de critérios e parâmetros definidos que abranjam a qualidade e disponibilidade da água, conforme peculiaridade da respectiva unidade hidrográfica (SÃO PAULO, 2005). Além disso, as entidades responsáveis pela outorga de direito de uso, pelo licenciamento de atividades poluidoras, e as Agências de Bacias devem manter cadastro integrado de dados e informações, a serem fornecidos pelos usuários em caráter obrigatório, que possibilitem determinar as quantidades sujeitas à cobrança (SÃO PAULO, 2005).

A legislação paulista também estabelece que o volume consumido será avaliado em função do tipo de utilização da água, pela multiplicação do volume captado, extraído ou derivado por um fator de consumo. Já o valor a ser cobrado por captação, extração, derivação e consumo resultará da multiplicação dos respectivos volumes captados, extraídos, derivados e consumidos pelos correspondentes valores unitários, e pelo produto dos coeficientes que considerem os critérios anteriormente expostos, respeitado o limite máximo correspondente a 0,001078 UFESP por m³ captado, extraído ou derivado (SÃO PAULO, 2005).

No Estado de São Paulo, a carga lançada é avaliada em função da atividade do usuário, pela multiplicação da carga produzida por um fator de tratamento, sendo que o valor cobrado pela utilização dos recursos hídricos para a diluição, transporte e assimilação das cargas lançadas nos corpos d'água deve resultar da soma das parcelas referentes a cada parâmetro, respeitado o teto de 3 vezes o valor a ser cobrado por captação, extração, derivação e consumo, desde que estejam sendo atendidos os padrões de lançamentos estabelecidos pela legislação ambiental vigente (SÃO PAULO, 2005).

2.7 METODOLOGIAS DE CÁLCULO

ANA (2014) expõe que a cobrança deve ser iniciada usando uma metodologia simplificada de cálculo, podendo evoluir ao longo do tempo. É importante que se preze pela simplicidade das equações, mesmo que equações complexas (com muitos fatores e variáveis) representem avanços potenciais, podem dificultar a sua operacionalização e reconhecimento e aceitação dos usuários. Porém, também

existem diversos outros fatores que influenciam a aceitação do usuário, como o nível de transparência do processo de cobrança e sua relação com o plano de investimento.

No Brasil, apesar de não existir uma metodologia única ou diretrizes gerais para a fórmula a ser adotada, o cálculo é similar nas bacias hidrográficas nas quais foi implantada (OCDE, 2017), sendo que a base de cálculo corresponde ao fator a ser multiplicado por um preço unitário, podendo ser adicionados coeficientes multiplicadores conforme peculiaridades da bacia hidrográfica, conforme Equação 1 (ANA, 2014). Desta maneira, cobra-se pela quantidade e pela qualidade, ou seja, pelo volume utilizado (captado ou consumido) e pela quantidade de poluentes lançados / quantidade de água necessária para diluição desses poluentes.

Equação 1 - Fórmula genérica da cobrança pelo uso de recursos hídricos

$$\text{VALOR COBRADO} = \text{BASE DE CÁLCULO} \times \text{PREÇO} \times \text{COEFICIENTE}$$

Base de cálculo = Componente que visa a quantificar o uso da água

Preço unitário = Componente que define o valor unitário do uso da água com base nos objetivos do instrumento da cobrança

Coeficientes = Componente opcional que visa a adaptar os mecanismos a objetivos ou casos específicos

Fonte: adaptado pelos autores de ANA (2014, p. 25).

A base de cálculo visa quantificar o volume utilizado de água para captação, consumo, lançamento (e/ou diluição) e transposição (ANA, 2014), conforme o Quadro 5.

Quadro 5 - Bases de cálculo conforme tipologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos

Tipo de Cobrança	Base de cálculo
Captação	volume anual outorgado ou soma ponderada do volume anual outorgado e do volume anual medido
Consumo	diferença entre o volume captado e o lançado
Lançamento	carga poluente no efluente de águas residuais lançadas
Transposição	volume de água de um corpo hídrico que é derivada para utilização e/ou despejo em ponto localizado fora da bacia hidrográfica de origem

Fonte: adaptado pelos autores de ANA (2014, p. 40).

Os **preços unitários** são os valores financeiros correspondentes a determinado volume de água utilizado para cada tipo de uso, de acordo com os objetivos da Cobrança. São essenciais estudos de potencial de arrecadação e dos impactos nos custos de produção dos diferentes setores para discussão desses valores (ANA, 2014).

De maneira geral, o preço unitário reflete os programas de investimento dos Planos de Recursos Hídricos e nos custos operacionais das Agências de Água (2017). No Brasil, os mesmos têm sido considerados baixos e insuficientes para arcar com os investimentos previstos nos Planos de Recursos Hídricos e atingir o objetivo de racionalização do uso. No mundo também não existe uniformidade nos valores cobrados, conforme Tabela 1 (ANA, 2014).

Na Bacia do rio Doce, foi prevista uma progressividade dos preços unitários cobrados, sendo que para o lançamento variaram de R\$0,10 kg DBO_{5,20} à R\$0,16 kg DBO_{5,20} no período de 2011 a 2015, visando atingir objetivos pré-estabelecidos pelo CBH (ANA, 2014).

Tabela 1 - Valores cobrados pelo uso de recursos hídricos em diferentes países

País	Preços Unitários (R\$/m³)
Brasil	0,0008 a 0,16
Inglaterra	0,04 a 0,12
República Tcheca	0,15 a 0,52
Peru	0,0001 a 0,05
Holanda	0,0748 a 0,45
Alemanha	0,03 a 0,15

Fonte: adaptado pelos autores de ANA (2014, p. 41).

Já os **coeficientes** têm em conta as metas específicas, ajustes na equação de cálculo, particularidades da bacia ou usos específicos, cita exemplos como: o enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes da água; o volume de água efetivamente utilizado em relação ao volume outorgado; o índice de perdas de água no setor de saneamento, a adoção de tecnologias para usos mais eficientes, diferenciar regiões mais críticas em termos de balanço hídrico; e a capacidade de pagamento do setor agropecuário (ANA, 2014; OCDE, 2017).

Também podem ser aplicados mecanismos diferenciados de pagamentos com abatimento no valor cobrado mediante, por exemplo, investimentos realizados pelos usuários para melhoria da qualidade e da quantidade de água (ANA, 2014).

A cobrança por captação baseada em volumes que refletem as outorgas visa encorajar que os usuários a solicitem volumes mais próximos das suas reais necessidades, reduzindo a pressão sobre os recursos hídricos a médio e longo prazo (OCDE, 2017).

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos por captação é feita por meio dos volumes outorgados, que depende de fiscalizações por parte da ANA, além da aplicação de multas de penalidades. Da mesma maneira que a médio e longo prazo essa metodologia possa incentivar o usuário a reduzir o consumo, a curto prazo pode incentivar o mesmo a usar todo o volume outorga, já que será anualmente cobrado pelo volume outorgado. No caso da cobrança pelo volume medido, os dispositivos de medição devem estar calibrados e ser rotineiramente monitorados. No Brasil, é feito um uso estratégico para monitorar grandes usuários e em situações de escassez (OCDE, 2017).

Já para a cobrança do consumo, o volume consumido pode ser difícil de quantificar, depende de dois aparelhos de medição (um na captação e outro no lançamento), sendo possível fazer aproximações com base na água incorporada ao processo produtivo, perdida ou evaporada (OCDE, 2017).

É um desafio estabelecer o preço a ser cobrado, sendo que conforme a teoria econômica a quantidade demandada pela água é normalmente estabelecida no ponto em que as curva de oferta (dada pela curva de custos marginais sociais) e curva de demanda se cruzam. O valor de troca da água está ligado à sua escassez relativa, ou seja, a relação entre seus usos concorrentes e a sua disponibilidade (ANA, 2014).

A cobrança pode sinalizar esse valor de troca, de maneira que o usuário reconheça o real valor da água e que se trata de um bem econômico, em consonância com a Lei das Águas. Também é esperado que os preços que reflitam a escassez hídrica sejam maiores que os destinados a incentivar o uso racional ou para o financiamento dos planos. Além disso, é importante avaliar o impacto dos valores sobre a competitividade econômica dos usuários pagadores, sendo que preços muito altos podem ser inviáveis tanto econômica quanto politicamente (ANA, 2014).

Apesar da sua complexidade, existem diversas formas de estabelecer o preço a ser cobrado: de maneira a maximizar a diferença entre benefícios e custos sociais,

apesar de toda a subjetividade e existência de custos e benefícios intangíveis; por meio de uma análise do custo-efetividade, com base nos custos e análise de diferentes alternativas conforme resultados gerados nos diferentes cenários (para atender os padrões de qualidade ou eficiência do uso da água) e por fim, de maneira a se obter o financiamento para os programas e intervenções previstos nos Planos de Recursos Hídricos (ANA, 2014).

2.8 COBRANÇA POR LANÇAMENTO DE EFLUENTES OU POR POLUIÇÃO

A Lei das Águas considera que estão sujeitos a outorga “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”, sendo que todos os usos de recursos hídricos sujeitos a outorgas serão cobrados (BRASIL, 1997).

Sendo assim, é passível de cobrança pelo uso de recursos hídricos os usos sujeitos à outorga e que se destinam à diluição de efluentes em corpos d'água, tratados ou não. Para concessão da outorga, são avaliados os impactos qualitativos e quantitativos que cada usuário causará ao manancial para cada poluente, além do seu impacto cumulativo no corpo d'água (SILVA, 2007).

Os lançamentos são considerados usos não-consuntivos e são expressos em cargas de poluentes, na unidade kg/dia ou toneladas/ano, ou seja, produto da vazão de lançamento pela concentração de determinado parâmetro de qualidade (ANA, 2013).

A cobrança pela poluição geralmente é calculada com base no volume e no constituinte causador da poluição, diferenciada com base no setor produtivo. Os valores podem ser baseados na vazão do lançamento de efluentes, nas características qualitativas ou na capacidade de assimilação dos corpos d'água (ASSIS; RIBEIRO; MORAES, 2018).

O volume lançado para cálculo da poluição é raramente monitorado, à exceção das indústrias e setor hidrelétrico. Além disso, no Brasil é cobrado pela carga orgânica relativa à DBO_{5,20}, apesar de existirem outros poluentes que geram impacto ao meio ambiente, à saúde humana e elevam os custos de tratamento de água. O uso de outros parâmetros demanda um sistema de monitoramento adequado, conhecimento e registro de fontes de poluição, todos ligados a sistemas de informação (OCDE, 2017).

O lançamento pode ajudar a recuperar a disponibilidade hídrica com água de qualidade melhor ou igual à captada, ou intensificar a escassez, em termos qualitativos, quando é usada para diluição de poluentes (ANA, 2014). A Lei 12.183/2005 prevê a adoção de mecanismos de compensação e incentivos para os usuários que devolverem a água em qualidade superior a aquela determinada em legislação e normas regulamentares (SÃO PAULO, 2005).

OCDE (2017) aponta que é importante diferenciar as fontes de poluição pontuais das fontes difusas quando se trata sobre a cobrança pela poluição da água. As fontes pontuais são diretamente lançadas em um corpo d'água em um ponto específico, enquanto as difusas são indiretamente descarregadas em corpos d'água através de um fluxo terrestre e subterrâneo, pela deposição atmosférica nas águas superficiais e lixiviação através da estrutura do solo para as águas subterrâneas durante os períodos de chuva e irrigação.

As fontes de poluição difusas são de difícil controle devido a sua alta variabilidade, espacial e temporal, dificultando a sua identificação, os altos custos de transação associados a muitos poluidores heterogêneos e a necessidade de cooperação e concordância a nível de bacia hidrográfica (OCDE, 2017).

A cobrança pela poluição varia entre os países ou regiões quanto a sua metodologia e poluentes, conforme o Quadro 6. Na França, a cobrança é diferenciada de acordo com o tipo de usuário (doméstico, agrícola e industrial), densidade de consumidores, se o serviço de água é privado ou público, dentre outros.

Quadro 6 - Cobrança pela poluição em diferentes países

(continua)

País	Arrecadado por	Nome do Imposto	Base do Imposto Específico	Estrutura do Imposto
Austrália	Estado	Cobrança de efluentes	Volume, conteúdo da poluição (tipos de poluentes)	Lançamento avaliada por kg
Canadá	Província	Cobrança de efluentes	Volume e conteúdo da poluição	Por litro e por tonelada
Dinamarca		Fonte não-pontual	Derivados químicos de insetos e mamíferos	Imposto sobre o preço de revenda
França		Fonte não-pontual	Pesticidas	Por kg
França		Cobrança de efluentes	Famílias	Por m ³
Países Baixos		Fonte não-pontual	Excedente de nitrogênio e fosfato	Por kg por hectare

Quadro 6 - Cobrança pela poluição em diferentes países

(conclusão)

País	Arrecadado por	Nome do Imposto	Base do Imposto Específico	Estrutura do Imposto
Países Baixos		Imposto sobre a poluição das águas superficiais	DBO, CBO e metais pesados, para grandes poluidores	Por unidade de poluente
Portugal	Administração de Bacia Hidrográfica	Componentes “E” do imposto sobre recursos hídricos	DBO ₅ , CBO, podem aplicar-se alguns coeficientes que refletem circunstâncias específicas estabelecidas na lei	Por kg EUR 0.10 por kg de CBO e EUR 0.20 por kg de DBO ₅
Suécia	Município	Cobranças de usuários de águas residuais	Água residual e água potável	Varia de acordo com o município; cobrança total de custos
Suécia		Fonte não-pontual	Pesticidas	Por cada kg de constituinte ativo

Fonte: OCDE (2017).

2.8.1 UTILIZAÇÃO VAZÃO INDISPONÍVEL COMO BASE DE CÁLCULO

Segundo a Resolução CNRH nº 140, de 21/013/201, que estabelece critérios gerais para a outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos d'água superficiais, a vazão de diluição é definida como:

vazão do corpo de água necessária para diluição da carga de determinado parâmetro adotado contido no efluente, de modo que o corpo de água, após a mistura com o efluente, atenda ao enquadramento estabelecido ou à meta intermediária (BRASIL, 2012, art. 3º).

A fórmula da vazão de diluição (Q_{dil}) é um conceito proposto por Kelman (1997) calculada pela Equação 2, que é derivada do balanço de massa. Assim, ela representa a vazão necessária para diluir um poluente até a sua concentração permitida, correspondente à classe que o manancial está enquadrado.

Equação 2 - Fórmula da vazão de diluição

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

Sendo:

- Qdil: vazão de diluição para determinado parâmetro adotado de qualidade no ponto de lançamento.
- Qef: vazão do efluente que contém o parâmetro adotado de qualidade analisado.
- Cef: concentração do parâmetro adotado de qualidade no efluente.
- Cperm: concentração permitida para o parâmetro adotado de qualidade no corpo hídrico onde é realizado o lançamento.
- Cnat: concentração natural do parâmetro adotado de qualidade no corpo hídrico onde é realizado o lançamento.

Fonte: Kelman (1997, p. 7).

A vazão indisponível (Q_{indisp}) é a soma da vazão de diluição com a vazão do efluente lançado, ou seja, que é comprometida com o efluente lançado, conforme Equação 3. É importante salientar que a indisponibilidade é virtual, já que a vazão permanece no manancial e nela não poderá ser diluído mais do mesmo parâmetro de qualidade, considerando que já se encontra com a concentração máxima permitida (SILVA, 2007). Além disso, devido a capacidade de autodepuração dos corpos d'água, para poluentes não-conservativos como DBO, as vazões indisponibilizadas tornam-se progressivamente menores a jusante do manancial (ANA, 2013).

Equação 3 - Fórmula da vazão indisponível

$$Q_{indisp} = Q_{dil} + Q_{ef}$$

Fonte: Silva e Monteiro (2004, p. 20).

A concentração natural do parâmetro adotado de qualidade no corpo hídrico onde é realizado o lançamento possui maior grau de incerteza, sendo adotado o valor estimado de 1 mg/L pelos órgãos gestores (ANA, 2013). Esse valor também é estimando em Von Sperling (1998) para um rio bastante limpo, que possui DBO natural decorrente de matéria orgânica oriunda de folhas e galhos de árvores, peixes mortos, fezes de animais.

A vazão de diluição não foi considerada nas fórmulas de cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil por muitos anos, apesar do uso para diluição ser citado na

Lei nº 9.433/97, sendo a base de cálculo mais utilizada a carga de $DBO_{5,20}$ lançada (SILVA, 2007). Assis, Ribeiro e Moraes (2018) apontaram em um estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco que a base de cálculo para lançamento de efluentes mais adequada é a vazão de diluição. Desta forma, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco é um exemplo que passou a utilizá-la como base de cálculo, após recomendação de estudos técnicos e da Nota Técnica Nº 06/2010/SAG-ANA (Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - CBHSF, 2016b; 2017).

A ANA por meio da Nota Técnica nº 476/2005/SOC/ANA, de 16/11/2005, sugeriu como aperfeiçoamento futuro da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, que a base de cálculo seja o volume de água necessário para diluir a carga de $DBO_{5,20}$ lançada. Este volume seria definido com base na concentração referente à $DBO_{5,20}$ permitida para o trecho de lançamento, conforme o enquadramento da bacia (ANA, 2005).

Assim, conforme o enquadramento for atingido, as concentrações limites iriam diminuir e os respectivos volumes necessários para diluição iriam aumentar, incentivando que os usuários que não reduzirem suas cargas melhorem o seu tratamento de efluentes, já que terão seu valor pago aumentado (ANA, 2005).

Caso ao longo do tempo o usuário descumprir sua agenda de compromissos quanto à redução da vazão ou da concentração de poluente, a vazão indisponível irá aumentar cada vez que a concentração máxima permitida do poluente diminuir, resultando em pagamentos cada vez maiores, incentivando o tratamento e a redução do lançamento pelo usuário (SILVA, 2007).

2.9 DESAFIOS, PROBLEMAS E LACUNAS

No Brasil, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos enfrenta diversos desafios, incluindo atraso na sua implementação (COSTA, 2022). Existem diversos desafios para o aprimoramento da cobrança pelo uso da água, como a resistência dos usuários para aceitar a sua implementação ou atualização dos valores cobrados. Fatores econômicos e sociais vêm diminuindo a disposição a pagar pela água no Brasil, como a crise econômica e de competitividade. Além disso, a cobrança de valores baixos dificulta sua aceitação, pois não gera benefícios tangíveis e pode dificultar futuros aumentos de valor (OCDE, 2015).

No geral, os valores cobrados pelo uso de recursos hídricos muitas vezes não são adequados para alcançar os objetivos pretendidos e costumam ser estabelecidos em patamares muito baixos para promover mudanças de comportamento nos usuários e financiar as políticas de recursos hídricos (ASSIS; RIBEIRO; MORAES, 2018; CAPODEFERRO; SMIDERLE; JERSON KELMAN, 2020; DEMAJOROVIC; CARUSO; JACOBI, 2015).

É fundamental que os valores cobrados pelo uso de recursos hídricos sejam definidos de acordo com critérios legais estabelecidos no Decreto nº 48/2005 do CNRH (BRASIL, 2005), levando em consideração os custos de oportunidade, o risco e as consequências da poluição, bem como a capacidade de diluição dos rios e corpos d'água (CARDOSO, 2007; WORLD BANK, 2003).

Um dos principais desafios da cobrança pelo uso da água é a falta de conexão efetiva com o planejamento financeiro necessário para a implementação dos planos de recursos hídricos. A falta de sincronismo entre as revisões dos planos de bacia hidrográfica e as revisões na cobrança também é uma lacuna a ser superada. Quando a arrecadação proveniente da cobrança não é devidamente direcionada para as ações previstas nos planos, sua efetividade e impacto é comprometida. Bem como, as revisões dos valores cobrados também devem refletir a necessidade de investimentos previstas no plano de recursos hídricos, de maneira a atender as ações mais prioritárias e com maior capacidade de alavancar outros investimentos.

Também é necessário que seja feita a avaliação do impacto da cobrança na capacidade de pagamento e custos de produção, além de contar com orientações da União e dos estados sobre a determinação da cobrança e o uso das receitas arrecadadas. Isso pode incluir a definição de valores mínimos e máximos a serem cobrados, bem como uma lista dos poluentes a serem controlados e monitorados. Essa função normativa poderia ser exercida pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, adaptando-se às realidades locais em nível estadual (FONTES; SOUZA, 2004; OCDE, 2017).

Já quanto a cobrança pelo uso de recursos hídricos para o lançamento de efluentes, um dos entraves é a poluição difusa, que possui alta variabilidade espacial e temporal, além de envolver altos custos de transação associados a muitos poluidores heterogêneos e a necessidade de cooperação e concordância dentro de uma bacia hidrográfica para a realização da sua cobrança. Em comparação, a

poluição pontual é mais facilmente monitorada e identificada, pois possui menor custo operacional (OCDE, 2017).

Devido à complexidade e inovação da Lei das Águas, existem dificuldades em relação ao arranjo institucional no Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, considerando seu caráter descentralizado (VERA, 2014). A implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos geralmente envolve aspectos técnicos. Porém, devido à natureza do próprio sistema de gestão, que visa garantir uma ampla representatividade, muitas vezes há influência de pressões políticas. Isso pode levar a tomada de decisões que comprometem a segurança do recurso hídrico, permitindo seu esgotamento e a redução de sua qualidade (COSTA, 2022). Os Conselhos de Recursos Hídricos são responsáveis pela revisão das propostas de cobrança, porém na prática normalmente as propostas recebidas são endossadas (OCDE, 2017).

Outro problema identificado é a falta de integração da cobrança pelo uso da água com os demais instrumentos de gestão, como o licenciamento ambiental para lançamento de efluentes. A cobrança deve estar alinhada e complementar outros mecanismos de comando e controle, de forma a garantir uma abordagem holística na gestão dos recursos hídricos.

Capodeferro, Smiderle e Jerson Kelman (2020) estudaram o caso da revisão dos valores e mecanismos aplicados na bacia do rio São Francisco a partir de 2019. Constataram que, embora uma análise técnica inicial tenha sido realizada a tomada de decisão resulta da conciliação das demandas dos setores usuários e da análise de seus custos produtivos. Como resultado, interesses específicos de setores dentro dos Comitês de Bacias podem prevalecer, levando a uma situação em que a cobrança pela água não reflete o seu verdadeiro valor e não promove mudanças no comportamento dos usuários, tampouco investimentos na própria bacia, conforme previsto na Lei das Águas.

Porém, é possível vislumbrar algumas melhorias quando se trata a normatização. Segundo OCDE (2017), são discutidos no âmbito do CNRH melhorias na Resolução nº48/2005 que estabelece critérios gerais para a cobrança do Brasil, como: critérios gerais para definir objetivos claros de cobrança ao nível da bacia; a sustentabilidade financeira dos comitês e agências de bacia hidrográfica; as atualizações dos níveis dos valores cobrados; limites mínimos para os valores, o ajuste automático dos valores com base na inflação e nos procedimentos para o uso eficiente das receitas.

Uma importante questão quando da implementação da cobrança pelo uso da água é a equidade, tendo em vista que a capacidade de pagamento e a pobreza é preocupante em diversos países (SENANTE; DONOSSO, 2016). É crucial que a cobrança afete principalmente os usuários que captam e poluem em maior quantidade, visando maximizar os benefícios para o aumento de receitas e minimizar os custos de transação (OCDE, 2017).

Veettil et al. (2011) afirmam que os sistemas de direitos de água mal definidos aumentam os custos de transação, o que leva à atribuição de valores inadequados e causa ineficiência no seu uso. Além disso, Motta et al. (2004) aponta como problemas de concepção e implementação da cobrança pelo uso de recursos hídrico como sendo a falta de critérios de preço sólidos, o baixo desempenho na arrecadação das receitas, os objetivos e monitoramento de desempenho das metas deficientes. Assim, não existe uma estrutura geral de critérios de precificação e os CBHs possuem total autonomia para estabelecer a cobrança pelo uso de recursos hídricos, muitas vezes sem objetivos claros e mensuráveis.

Dessa maneira, uma possível solução para o problema de equidade é o uso de subsídios cruzados entre os setores de usuários, estabelecendo esquemas de preços que diferenciam a cobrança, visando promover eficiência no uso da água e equidade, além de aumentar o potencial de arrecadação (ANA, 2019a; SILVA, 2007). Embora a OCDE (2017) aponte que a equidade pode ser uma armadilha, ANA (2014) destaca que esse é um aspecto fundamental. Costa (2022) também ressalta a importância de seguir a lógica da progressividade tributária, ou seja, que os agentes que mais consomem o recurso sejam mais onerados em relação a um agente familiar. Desta maneira, é possível observar que ainda há divergências na literatura em relação a esse assunto.

Existe uma dificuldade de expandir os parâmetros de qualidade utilizados para a cobrança pela poluição, que majoritariamente se concentra na carga orgânica. Os nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, muitas vezes transportados pela poluição difusa, têm sido uma preocupação destacada em diversos estudos, como o de Riediger (2019), e estão presentes no próprio Plano das Bacias PCJ. O regime de bandeira de preços pode ser ampliado para incluir outros parâmetros de qualidade, como os níveis de nutrientes.

Além disso, a espacialização da cobrança, ou seja, a definição dos critérios de como ela é aplicada em diferentes regiões, é outro desafio importante. Muitas vezes,

os critérios utilizados para determinar os valores da cobrança não são devidamente explicados e compreendidos pelos usuários e pela sociedade em geral. É fundamental promover uma maior transparência e entendimento dos critérios espaciais adotados, a fim de assegurar a justiça e a equidade na cobrança pelo uso da água. O regime de bandeira de preços pode ser estruturado com critérios de espacialização bem definidos, considerando por exemplo, a localização do usuário na bacias hidrográfica, bem como a presença de sub-bacias críticas.

O regime de bandeiras de preços busca resolver os problemas de equidade por meio da diferenciação de tarifas confirme nível relativo de poluição lançada. Também permite subsídios cruzados entre setores de usuários, conforme sua capacidade de pagamento e nível de poluição gerado por cada atividade. O regime de bandeira de preços, quando implementado de forma transparente e com a participação dos usuários e da sociedade civil, permite uma maior compreensão dos valores cobrados face a poluição que foi gerada.

2.10 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

A poluição das águas é definida como a presença, o lançamento ou a liberação, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, que tornem ou possam torná-las: impróprias, nocivas ou ofensivas à saúde; inconvenientes ao bem-estar público; danosas aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais, da comunidade (SÃO PAULO, 1976).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes para o seu enquadramento, bem como estabelece padrões de lançamento de efluentes. Essa define parâmetro de qualidade da água como sendo “substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água” e padrão como “valor limite adotado como requisito normativo de uma parâmetro de qualidade de água ou efluente” (BRASIL, 2005). Vários parâmetros podem representar a qualidade da água, traduzindo duas principais características físicas, químicas e biológicas (VON SPERLING, 1995).

Essa resolução também define condição de qualidade e condições de lançamento, sendo a primeira a “qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade” e a segunda as condições e padrões de

emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor (BRASIL, 2005).

Conforme a Resolução CNRH nº 140, de 21/013/2012, para concessão de outorgas de lançamento de efluentes com fins de diluição para águas superficiais, deve, ser observadas: a) as características quantitativas e qualitativas do uso dos recursos hídricos e do corpo receptor para avaliação da disponibilidade hídrica, considerando os usos a montante e a jusante da seção; b) as condições e padrões de qualidade referentes à classe do corpo d'água estiver enquadrado ou às metas intermediárias formalmente instituídas; c) as vazões de referência; e d) a capacidade de suporte do corpo d'água receptor (BRASIL, 2012).

Segundo OCDE (2017), o único lançamento de poluente que é cobrado no Brasil é a carga orgânica relativa à DBO_{5,20}, porém é um parâmetro limitado para definição da cobrança pela poluição para vários tipos de lançamentos, já que outros poluentes causam crescentes danos ao meio ambiente e à saúde humana, além de aumentar os custos de tratamento. Assim, outros parâmetros devem ser gradualmente complementados através do controle de uma gama de outras substâncias, com monitoramento, conhecimento e registro das fontes de poluição e sistemas de informação integrados a essas bases de dados.

Para o presente estudo, será considerado o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio, que já é utilizado atualmente na cobrança por lançamento de efluentes, além de outros parâmetros apontados como de interesse pelo Plano das Bacias PCJ 2020-2035, sendo: coliformes termotolerantes e nutrientes, em especial nitrogênio e fósforo. Esse apontou que na condição atual, especialmente para os parâmetros fósforo e coliformes termotolerantes, grande parte das áreas de contribuição estão em condições equivalentes à classe 4 (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020).

O Plano das Bacias PCJ justificou a escolha desses parâmetros como de interesse, já que a eutrofização é uma das consequências do incremento de nutrientes em corpos hídricos lênticos, principalmente do fósforo, além disso, as concentrações elevadas de nitrogênio amoniacal em mananciais de abastecimento acarretam dificuldades operacionais e aumento nos custos de tratamento da água, que requer tratamentos avançados e elevados consumos de cloro no tratamento da água. Os parâmetros coliformes termotolerantes/*E.coli* indicam contaminação fecal e podem causar doenças quando em contato com a pele e quando ingeridos (CONSÓRCIO

PROFILL RHAMA, 2020). A seguir será tratado com mais detalhe de cada um desses parâmetros de interesse.

2.10.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A $DBO_{5,20}$ se refere a um período de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C. Despejos de origem orgânica causam os maiores aumentos de DBO em corpos d'água, levando ao esgotamento do oxigênio e prejudicando e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis (CETESB, 2021). As fontes antropogênicas são principalmente despejos domésticos e industriais, além de fontes naturais de origem vegetal, animal e microrganismos (VON SPERLING, 1995).

2.10.2 NITROGÊNIO

O nitrogênio na biosfera se alterna entre diferentes formas e estados de oxidação no meio aquático, incluindo nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato. Essas formas podem ter origem natural ou antropogênica, como despejos domésticos, industriais, excrementos de animais e fertilizantes. O nitrogênio em ambiente lóticos pode conduzir ao processo de eutrofização, pois em elevadas concentrações possibilita o crescimento de algas. Durante os processos bioquímicos, o oxigênio dissolvido é consumido, causando a mortandade de espécies aquáticas (VON SPERLING, 1995).

Além disso, a predominância de diferentes formas de nitrogênio em um corpo d'água pode fornecer informações sobre o seu estágio da poluição. A poluição recente está associada à presença de nitrogênio orgânico ou amônia, já a poluição mais remota está associada ao nitrato. Nos esgotos domésticos brutos são predominantes as formas de nitrogênio orgânico e amônia (VON SPERLING, 1995).

2.10.3 FÓSFORO

O fósforo está presente nos esgotos domésticos nas formas de fosfatos inorgânicos, com origem nos detergentes e outros produtos químicos domésticos, e fósforo orgânico de origem fisiológica. Ele ocorre naturalmente através da dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica e composição celular de microrganismos, além de ser introduzido pela atividade humana, como despejos domésticos, industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. Também é um elemento essencial para o crescimento de algas e quando em elevadas concentrações em ambientes lóticos, pode conduzir ao processo de eutrofização. Além disso, é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização de matéria orgânica (VON SPERLING, 1995).

2.10.4 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

As bactérias do grupo coliforme são organismos indicadores de contaminação fecal, normalmente não patogênicas, sendo encontradas em grande quantidade em fezes humanas e animais na água. Desta forma, possuem maior probabilidade de serem detectadas do que outros organismos patogênicos presentes nas fezes em menor quantidade (VON SPERLING, 1995).

Os coliformes fecais são da família *Enterobacteriaceae*, compreendem o gênero *Escherichia* e, em menor grau, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. A denominação mais adequada é “coliformes termotolerantes”, ao invés de fecais, pelo fato de serem bactérias que resistem à elevada temperatura e que nem todas as bactérias termotolerantes são necessariamente de origem fecal (VON SPERLING, 1995).

A *Escherichia coli* é abundante no intestino humano e de animais homeotérmicos, sendo a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal. É encontrada em esgotos, efluentes tratados e águas naturais sujeitas a contaminação recente por seres humanos, atividades agropecuárias, animais selvagens e pássaros (BRASIL, 2005; VON SPERLING, 1995).

2.11 BANDEIRAS TARIFÁRIAS: O CASO DO SETOR ELÉTRICO

No setor elétrico, tarifas são o custo unitário da energia, que representam o preço que consumidores irão ser cobrados pela energia consumida pelas companhias de distribuição (LIMA; PEREZ; CLEMENTE, 2017). As bandeiras tarifárias são um mecanismo de sinalização de preço relativamente recente no Brasil, entrando em vigor somente em janeiro de 2015, sendo definida mensalmente devido aos custos de geração de energia no país pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Seu objetivo é repassar ao consumidor um incentivo/ sinal econômico de curto prazo que reflita os custos atuais da geração de energia (MORAES, 2018).

Lima, Perez e Clemente (2017) expõe que o Brasil propôs em 2015 um “Programa de Resposta à Demanda”, denominado Bandeiras Tarifárias, que revisa a estrutura tarifária das companhias de distribuição no Brasil via aumento na tarifa de energia. O programa propôs criar um modelo que configura diferentes preços para consumidores visando influenciar o seu padrão de consumo, visando melhorar a utilização da rede de energia elétrica, reduzir os custos operacionais e postergar investimentos em geração e transmissão de energia. Também visa reduzir a diferença entre custos e receitas das distribuidoras de energia, enviando um sinal ao consumidor a curto prazos.

Assim, por meio de cores (verde, amarela e vermelha) é indicado quanto a energia custará com base nas condições de geração de eletricidade, variando entre mais favorável (verde) até mais custosa (vermelha), fazendo relação com um sinal de trânsito. A bandeira verde ocorre quando os custos de geração refletem os custos contratados já precificados, sendo que o preço não é alterado. A bandeira amarela dá um sinal de alerta que o regime hídrico está refletindo nos custos marginais ou que a energia termal está sendo acionada. A bandeira vermelha indica que a situação anteriormente descrita está piorando, o equilíbrio entre demanda e oferta ocorre com custos de geração mais altos (LIMA; PEREZ; CLEMENTE, 2017). O Quadro 7 explica as condições e aumentos na tarifa para cada regime de bandeira tarifárias no contexto brasileiro.

Quadro 7 - Características do esquema de bandeiras tarifárias para o setor brasileiro de energia elétrica.

Bandeira Tarifária	Condições	Aumento na tarifa
Verde	"Baixo custo" para produzir eletricidade	sem aumento
Amarelo	"Médio custo" para produzir eletricidade	aumento de R\$ 1,50 para cada 100 kWh consumido
Vermelho (Patamar 1)	"Alto custo" para produzir eletricidade	aumento de R\$ 4 para cada 100 kWh consumido
Vermelho (Patamar 2)	"Alto custo" para produzir eletricidade	aumento de R\$ 6 para cada 100 kWh consumido

Fonte: Adaptado de Dranka e Ferreira (2020, p. 7), tradução nossa.

Neste sentido o consumidor pode optar por usar a energia elétrica de maneira mais consciente com base no custo real da geração quando ocorre o consumo, por meio de uma sinalização econômica de curto prazo para reagir a variação do custo (principalmente devido a ativação de energias termoeletricas). Antes das bandeiras tarifárias, o custo era repassado somente após a realização do reajuste tarifário, fato que poderia demorar até um ano, já que o preço dos contratos com os companhias de distribuição e geradores eram estabelecidos por meio de um leilão (LIMA; PEREZ; CLEMENTE, 2017, ANEEL, 2022).

Os mecanismos de preços podem ser uma alternativa para promover otimização do consumo, o qual utiliza o sistema tarifário para incentivar os clientes a mudarem seu padrão de consumo para melhorar a utilização dos recursos do sistema. Pode apresentar diferentes abordagens, como: preço de energia variável por período (horas de pico em um dia, dias da semana e finais de semana); preços mais altos durante períodos críticos geralmente relacionados a condições de tempo extremas e tarifas que refletem as condições em tempo real do sistema (LIMA; PEREZ; CLEMENTE, 2017).

3 ÁREA DE ESTUDO: BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL, LOCALIZAÇÃO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

As bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí estão localizadas na região sudeste do Brasil e são afluentes do Rio Tietê, que por sua vez, pertence Região Hidrográfica do Paraná. Seu território se divide entre duas unidades da federação, com 93% situado no estado de São Paulo e o restante em Minas Gerais, onde se encontram as nascentes do Rio Jaguari e Rio Atibaia, formadores do Rio Piracicaba. Isso pode ser visto nas Figura 4 e Figura 5 (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020).

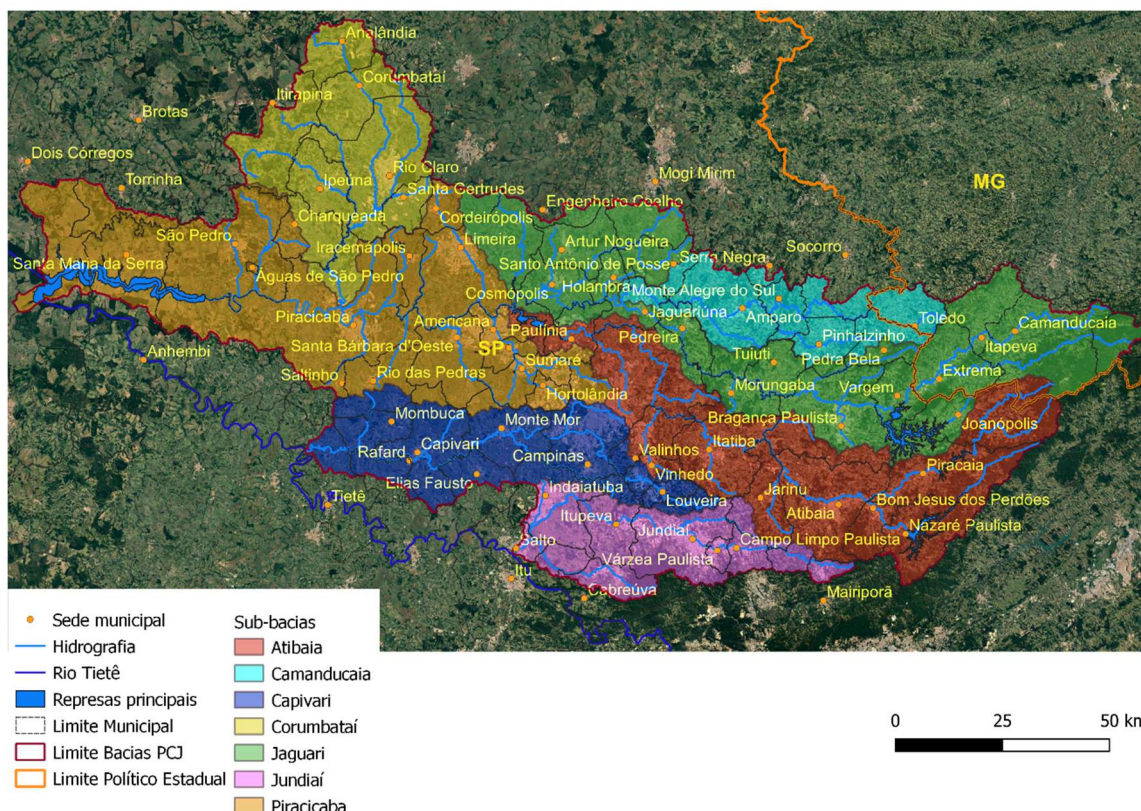
As Bacias PCJ são subdivididas em sete sub-bacias principais, cinco delas pertencentes à bacia do rio Piracicaba, sendo essas: Piracicaba, Corumbataí, Jaguari, Camanducaia e Atibaia. As duas demais são dos rios Capivari e Jundiaí, também afluentes do Rio Tietê, como pode ser observado na Figura 5 (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020).

Figura 4 - Localização das Bacias PCJ em relação ao território nacional e região hidrográfica



Fonte: elaborado pelos autores (2023). Dados: Consórcio Profill Rhama (2020); ANA (2020), Google Satellite.

Figura 5 - Mapa das Bacias PCJ, suas sub-bacias e divisão municipal



Fonte: elaborada pelos autores (2023). Dados: Consórcio Profill Rhama (2020); Google Satellite.

Conforme Consórcio Profill Rhama (2020), as Bacias PCJ possuem 76 municípios em seu território, desse total existem 44 cuja área de drenagem está totalmente inserida nas Bacias PCJ, enquanto os outros 32 encontram-se parcialmente contidos. Destes, 71 pertencem ao estado de São Paulo e 5 ao estado de Minas Gerais.

Assim, os cursos d'água são classificados em três domínios: da União, do estado de São Paulo e de Minas Gerais. A Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba é considerada de domínio da União, já que tem duas cabeceiras alocadas no estado de Minas Gerais e sua foz em São Paulo. Já as sub-bacias dos rios Capivari e Jundiá estão totalmente contidas no estado de São Paulo. Por fim, existe uma pequena parcela de domínio do estado de Minas Gerais, a sub-bacia dos rios Piracicaba e Jaguari (AGÊNCIA PCJ, 2022).

As Bacias PCJ possuem uma área de drenagem de 15.377,81 km² que concentra 5,8 milhões de habitantes⁶ e 17% do Produto Interno Bruto (PIB) do estado

⁶ Considerando dados do Censo Demográfico - IBGE de 2010.

de São Paulo⁷. O município mais populoso é Campinas, com aproximadamente 1,1 milhão de habitantes em 2010, representando 18,5% da população das Bacias PCJ, seguido por Jundiaí (369 mil – 6,4%) e Piracicaba (363 mil – 6,3%) (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020).

A sub-bacia com maior área é a do rio Piracicaba, abrangendo cerca de 80% do território, com destaque aos municípios de Campinas e Piracicaba, que são os mais extensos. Também é a sub-bacia mais populosa, com 3,4 milhões de habitantes, representando 70% da população total das Bacias PCJ (ANA, 2005; CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020). Assim, apesar de representar uma área relativamente pequena quanto à extensão territorial, possui uma grande concentração populacional e grande representatividade econômica

As Bacias PCJ possuem taxa de urbanização de 95,1% (proporção muito similar ao conjunto do Estado de São Paulo neste mesmo ano que era 95,9%), com base em dados de 2010 (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020). Conforme dados da Fundação SEADE (2021), a projeção populacional para 2020 é de 6,7 milhões de pessoas para os municípios no território das Bacias PCJ, sendo 279 mil pessoas residindo na área rural, representando somente 4,19% do total.

Nota-se também um processo de desaceleração da expansão populacional das Bacias PCJ no período de 2000 a 2010 com redução das taxas de crescimento populacional em comparação com o período de 1991 a 2000. Porém, em comparação com o estado de São Paulo, a taxa geométrica de crescimento anual para o período de 2000/2010 no conjunto das Bacias PCJ era de 1,7% a.a., superior ao estado de São Paulo no mesmo período, que era de 1,1% a.a. (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020). O aumento populacional ocorre provavelmente devido a atividade econômica significativa na região, devido às oportunidades de emprego e aumento de renda.

Quanto a disponibilidade hídrica superficial, é importante expor as vazões de referência: a $Q_{7,10}$ é igual a 43 m³/s, a Q_{95} a 65 m³/s e a vazão média de longo período (Q_{mlp} ⁸) equivale a 172 m³/s. Já quanto disponibilidade hídrica subterrânea, as reservas exploráveis são estimadas em 19 m³/s. Considerando o balanço hídrico, existem situações críticas de demanda em relação à disponibilidade hídrica, em especial nas

⁷ Considerando dados do IBGE de 2014.

⁸ Q_{mlp} (vazão média de longo período) é definida como a média das vazões médias anuais para toda a série temporal (ALEXANDRE; MARTINS, 2005).

sub-bacias do Rio Piracicaba, do Rio Capivari e do Rio Jundiá (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020).

Por fim, é apresentado o Quadro 8, que apresenta um resumo das características físicas, sociais e econômicas das Bacias PCJ.

Quadro 8 - Características físicas, sociais e econômicas das Bacias PCJ

Área de drenagem (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA,2020)	15.377,81 km ²
População⁹ (SEADE, 2020)	6,7 milhões: 6,3 milhões (95,81%); 279 mil rural (4,19%)
Número de cidades (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA,2020)	76 municípios: 71 – São Paulo; 5 – Minas Gerais
Rios principais (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA,2020)	Atibaia, Atibainha, Cachoeira, Camanducaia, Capivari, Corumbataí, Jaguari, Jundiá e Piracicaba
Reservatórios (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA,2020)	Usina de Barra Bonita, Salto Grande e Sistema Cantareira (Jacareí, Jaguari, Atibainha e Cachoeira)
Vegetação (AGÊNCIA PCJ,2021)	Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Estacional Semidecidual – 3 km ² de vegetação natural
Precipitação (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA,2020)	Precipitação anual variando entre 1.195 mm e 1.609 mm, com maiores valores a leste da Bacia na região da Serra da Mantiqueira
Temperaturas (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA,2020)	Temperatura média anual entre 18° e 22,4° Outono a abril – mais elevadas Maio a agosto – menores médias
Atividades econômicas principais (AGÊNCIA PCJ,2021)	Agropecuária e a produção industrial. • Paulínia: polo petroquímico; • Americana, Nova Odessa e Santa Bárbara d'Oeste: indústria têxtil; • Campinas e Hortolândia: polo de alta tecnologia; • Piracicaba: indústrias sucroalcooleiras e do setor metalmeccânico; • Jundiá: parque industrial; • Limeira: produção de folheado; • Rio Claro: indústrias sucroalcooleiras; • Santa Gertrudes e Cordeirópolis: polo cerâmico nacional.
Solo e geologia (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA,2020)	Bacia sedimentar do Paraná, com principais unidades: Serra Geral, Guarani, Passa Dois, Tubarão, Cristalino e Colúvio Aluvionar. Metade da área das Bacias PCJ é formada por Argissolos (50,5%) e Latossolos representam 35,6%
Principais aquíferos livres (AGÊNCIA PCJ,2021)	Guarani, Pré-Cambriano, Serra Geral e Tubarão.
Disponibilidade Hídrica (AGÊNCIA PCJ,2021)	Vazão média - Q média = 172 m ³ /s Vazões mínimas: Q _{7,10} = 43 m ³ /s Q ₉₅ = 65 m ³ /s Reserva explotável = 19 m ³ /s

Fonte: elaborado pelos autores (2023) a partir de Agência PCJ (2021); Consórcio Profill Rhama (2020) e SEADE (2020).

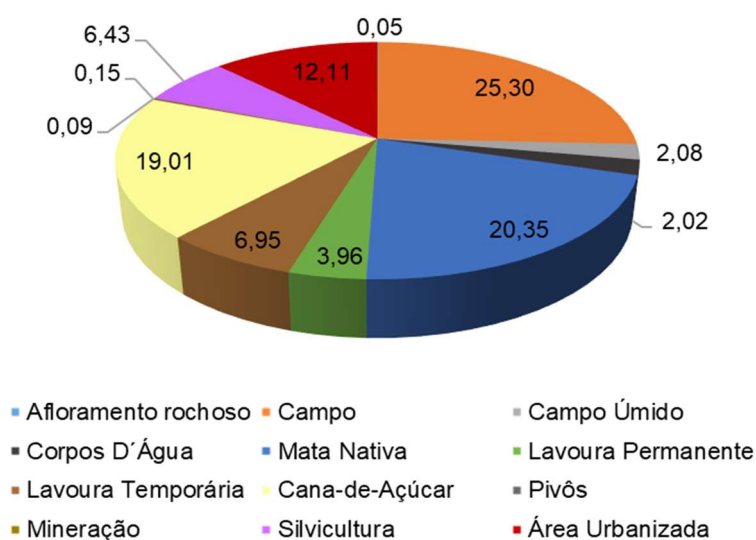
⁹ Considerando a população total dos 76 municípios das Bacias PCJ.

Ademais, o uso do solo mais representativo no território das Bacias PCJ é composto por vegetação campestre, com predomínio de gramíneas, que representa 25% do território, ligado à produção pecuária (rebanho de corte, leite e misto). A seguir se destacam as matas nativas, recobrando 20% da área das Bacias PCJ, concentrada nas áreas mais elevadas de cabeceira, com destaque a Serra da Mantiqueira. Também existem em Áreas de Preservação Permanente (APP).

Enfim, a cana de açúcar é a terceira classe mais representativa, abrangendo 19% do território. Desta maneira, o cultivo é concentrado em locais de menor elevação e baixa declividade, principalmente na região de Piracicaba e Limeira, inclusive com a presença de um complexo agroindustrial de açúcar e álcool. Também se destaca a presença de áreas urbanizadas, totalizando 12% do território, concentrada na Região Metropolitana de Campinas e os municípios de Piracicaba, Jundiaí, Limeira e Bragança Paulista.

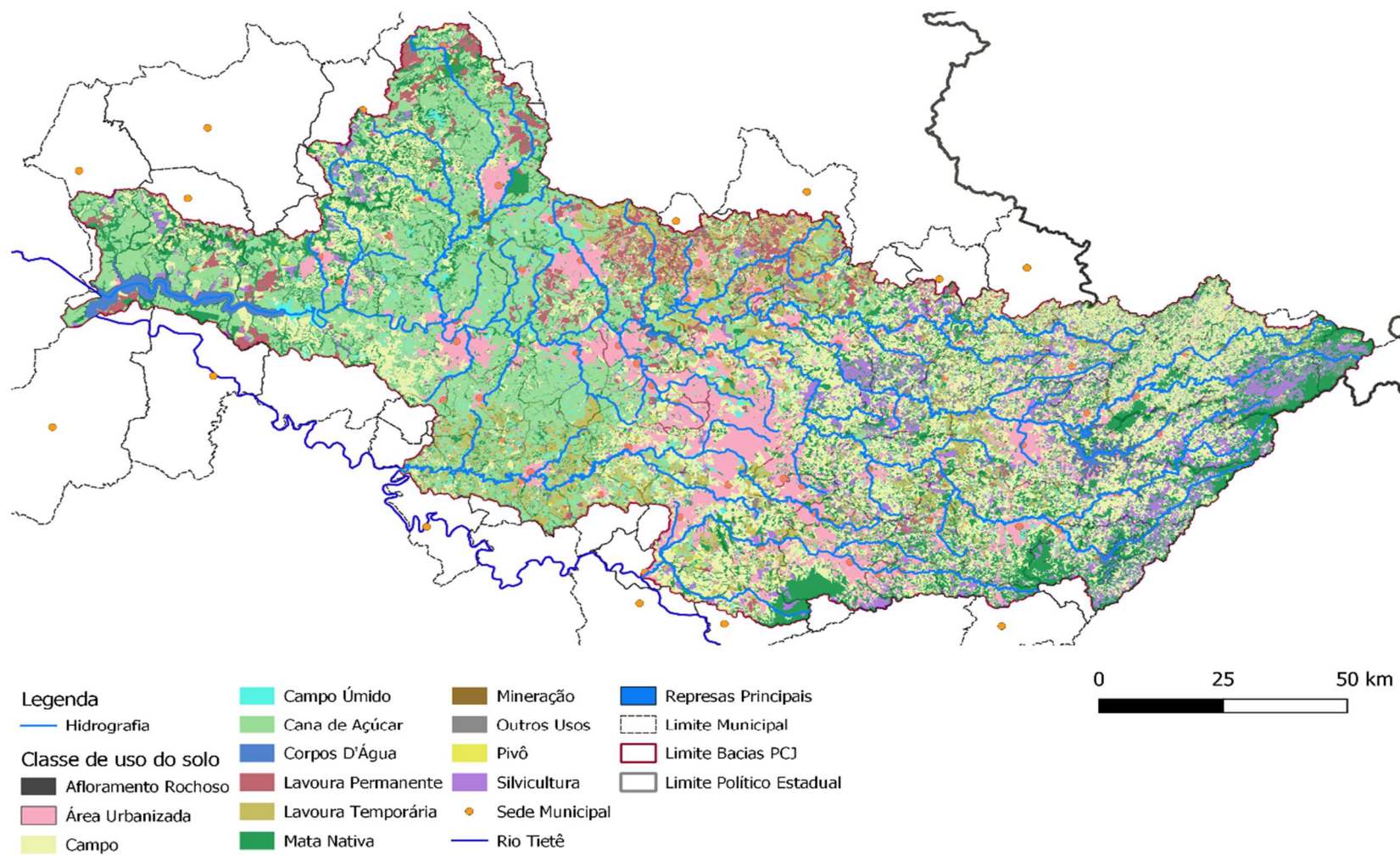
Diante disso, a proporção das classes de cobertura e uso do solo e o mapa do uso do solo das Bacias PCJ pode ser observada nas Figura 6 e Figura 7, respectivamente.

Figura 6 - Classes de cobertura e uso do solo nas Bacias PCJ



Fonte: adaptado de Consórcio Profill Rhama (2020).

Figura 7 - Mapa de uso do solo nas Bacias PCJ

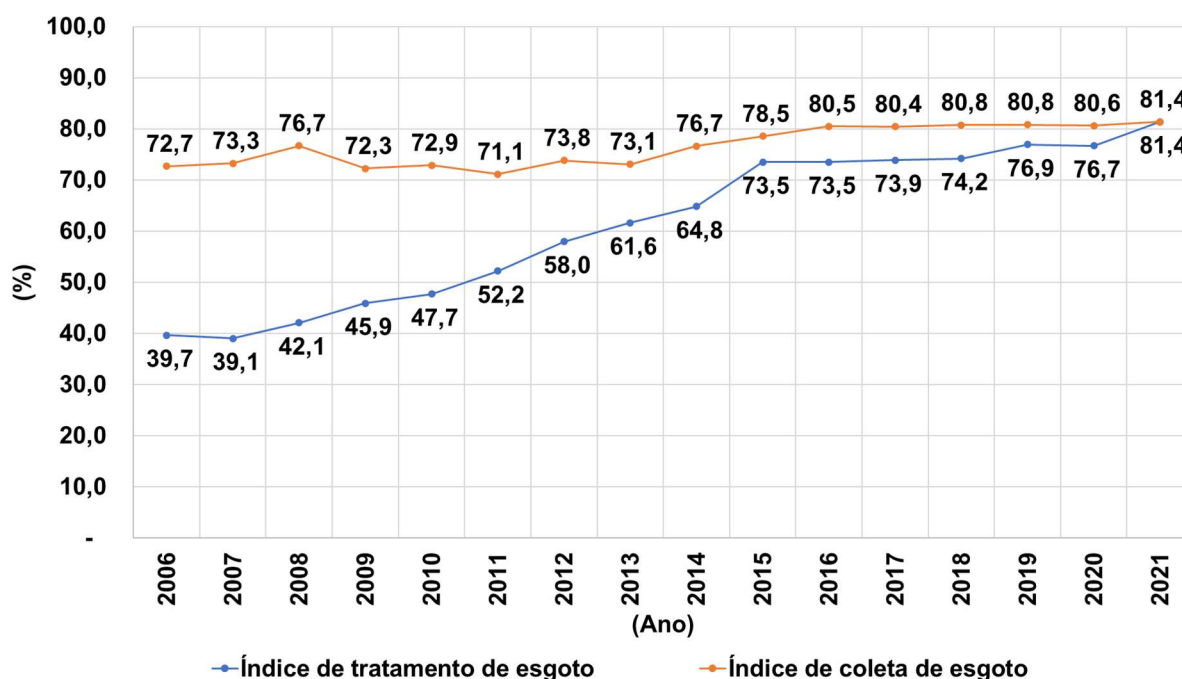


Fonte: elaborada pelos autores (2023). Dados: Consórcio Profill Rhama (2020).

3.2 INDICADORES DE SANEAMENTO BÁSICO

A Figura 8 apresenta a média por ano, no período de 2006 a 2021, dos percentuais de coleta e tratamento de esgoto dos 76 municípios inseridos no território das Bacias PCJ. O ano de 2006 foi escolhido como início da série histórica, já que se trata do primeiro ano no qual houve arrecadação da cobrança pelo uso da água no território das Bacias PCJ, até 2021, que é o ano com dados disponível mais recente. É importante salientar que os dados foram extraídos no do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, que são auto declaratórios.

Figura 8 - Percentuais médios de coleta e tratamento de esgotos domésticos nos municípios das Bacias PCJ, no período de 2006 a 2021



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, Brasil (2023).

Foi observado um aumento significativo de 8 pontos percentuais no índice de tratamento de esgotos entre os anos de 2014 e 2015. Ao analisar a base de dados, verificou-se que alguns municípios apresentaram um aumento expressivo na cobertura do tratamento de esgotos, como Atibaia, Amparo, Extrema, Jarinu, Louveira, São Pedro, Socorro e Piracaia. Em municípios como São Pedro e Louveira, foram investidos recursos significativos provenientes da cobrança pelo uso dos recursos

hídricos, totalizando 27 milhões e 14 milhões de reais¹⁰, respectivamente. Esses investimentos podem ter contribuído para a melhora do indicador de saneamento nesse período.

Desta forma, para o ano de 2021 e considerando todos os municípios inseridos no território das Bacias PCJ, foi coletado, em média, 81,36%¹¹ do esgoto doméstico, sendo que destes foram tratados 81,39%¹² (BRASIL, 2022). Diante disso, nota-se que os valores de ambos os indicadores são muito semelhantes e um crescimento de ambas as séries históricas ao longo dos quinze anos (de 2006 a 2021), com destaque ao índice de tratamento de esgotos, que dobrou no período. Em contraposição, o índice de coleta de esgotos apenas aumentou 12% no mesmo intervalo.

Em 2006, ano inicial de implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos, foi possível observar uma diferença de 33% entre os índices médios de tratamento (39,7%) e coleta de esgotos (72,7%) nos municípios das Bacias PCJ. Ainda, a diferença entre as duas séries foi diminuindo até o ano de 2021, no qual os valores convergiram para aproximadamente 81,4%.

Conforme o marco legal do saneamento, os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas melhoria dos processos de tratamento (BRASIL, 2020). Desta maneira, as Bacias PCJ possuem um cenário otimista para universalização do saneamento básico, restando somente 8,2% para a cobertura de todos os domicílios, incluindo o tratamento e a disposição final adequada dos esgotos sanitários.

Em contraponto, a Figura 9 apresenta a quantidade de economias ativas¹³ para o período de 2006 a 2021 para todos os municípios das Bacias PCJ, que aumentou 21% no período (BRASIL, 2022). Essa informação auxilia a avaliar se os sistemas de tratamento e coleta de esgotos são suficientes frente ao crescimento de economias ativas na área de estudo. Desta forma, pode-se inferir que existe um crescimento populacional na região conforme descrito no item 4.1, pressionando uma expansão no sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários.

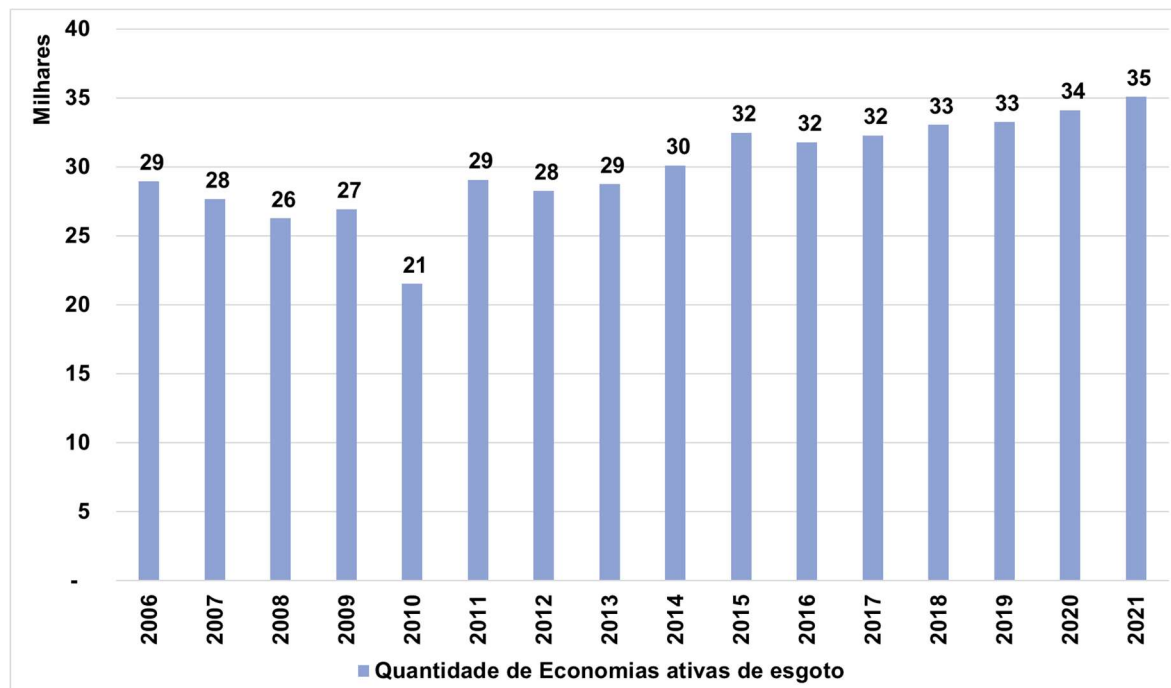
¹⁰ O valor de investimento por município foi retirado de ROMÃO et al. (2019).

¹¹ Considerando o Indicador IN015 - Índice de coleta de esgoto do SNIS (BRASIL, 2022).

¹² Considerando o Indicador IN016 - Índice de tratamento de esgoto do SNIS (BRASIL, 2022).

¹³ Considerando a informação ES003 - Quantidade de economias ativas de esgotos do SNIS (BRASIL, 2022).

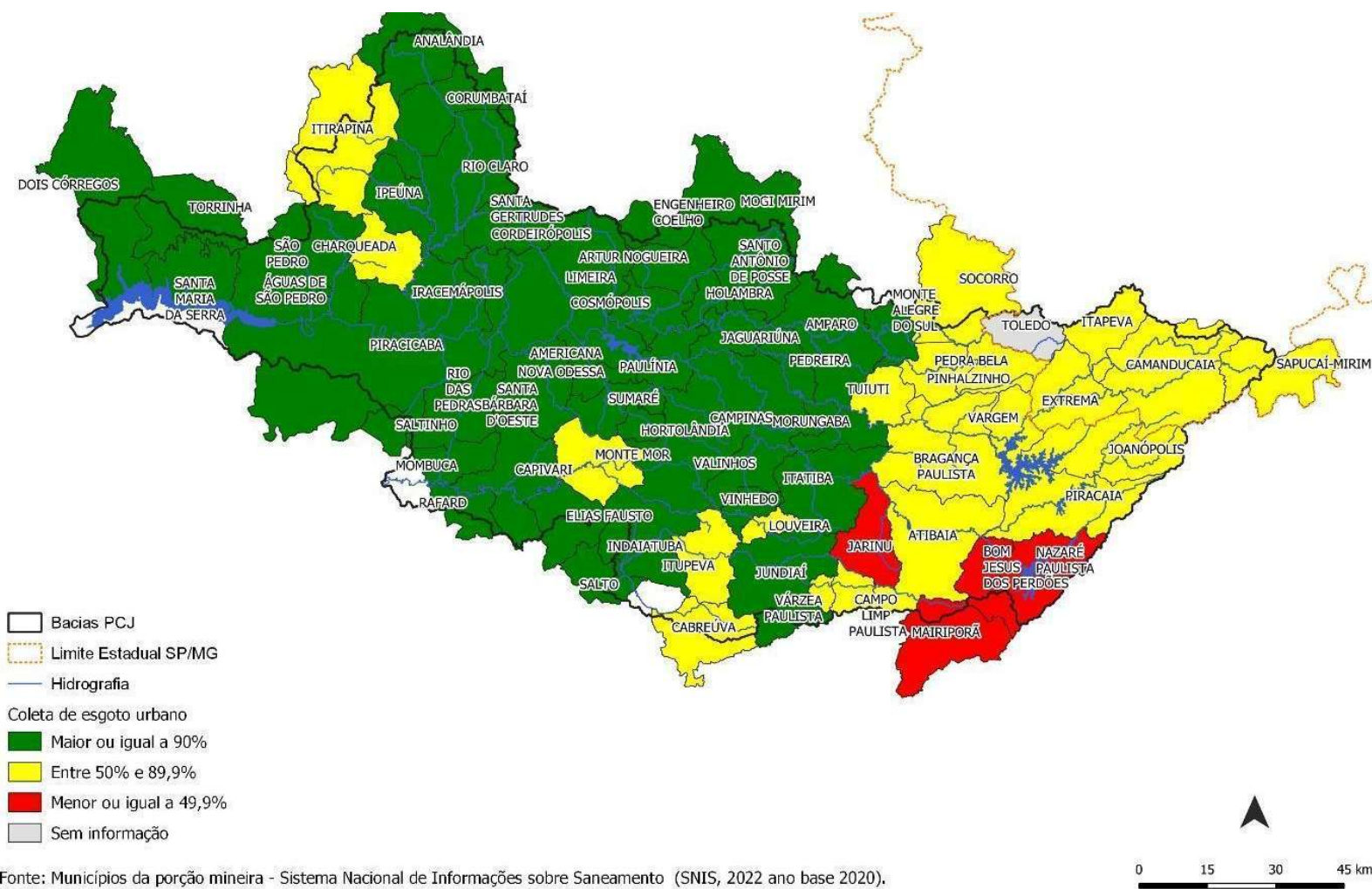
Figura 9 - Valor médio de quantidade economias ativas de esgoto 2021 nos municípios das Bacias PCJ, no período de 2006 a 2021



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, Brasil (2023).

Além disso, a Figura 10 e a Figura 11 apresentam, respectivamente, a espacialização da coleta e tratamento de esgoto doméstico nos municípios das Bacias PCJ. Para os municípios paulistas foi utilizada a base de dados da CETESB no ano de 2021. Já para os municípios mineiros os dados mais atuais foram do SNIS, referente ao ano de 2020. Desta maneira, os municípios foram agrupados de acordo com seu percentual de esgoto doméstico coletado ou tratado, sendo: municípios com cobertura superior ou igual a 90% (alta), entre 50% e 89,9% (média) e inferior ou igual a 49,9% (baixa) (AGÊNCIA PCJ, 2022).

Figura 10. Índice de Coleta de esgotos nas Bacias PCJ no ano de 2022



Diante disso, os municípios localizados nas porções baixa e média das Bacias PCJ apresentam percentual superior ou igual a 90% de esgoto coletado, com algumas exceções. Em contraposição com os municípios localizados nas cabeceiras da Bacia do Rio Piracicaba estão, majoritariamente, em categorias de pior desempenho, com destaque as sub-bacias do rio Atibaia e do rio Jundiaí, como se pode observar na Figura 10.

Já o cenário de tratamento de esgotos é menos favorável em comparação à coleta, apresentando comparativamente uma quantidade mais elevada de municípios com percentuais de tratamento menor que 49,9%, como se pode observar na Figura 11. Também é possível observar que a região central das Bacias PCJ, mais populosa e economicamente ativa, possui maior prevalência nas categorias de menor desempenho. Por fim, a cabeceira do Rio Piracicaba também apresenta índices baixos de tratamento de esgotos, bem como as sub-bacias do rio Atibaia e do rio Jundiaí.

Assim, a predominância de índices mais baixos de coleta e tratamento de esgotos nas regiões de cabeceiras é preocupante, já que esses lançamentos comprometem a qualidade dos corpos d'água a jusante. Em contraponto, é importante salientar que existem investimentos previstos no Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2020 a 2035), totalizando R\$ 7,6 bilhões até 2035, com maior concentração no eixo temático “enquadramento dos corpos d'água superficiais”, principalmente para universalização da coleta e do tratamento de esgotos e implantação de tratamento terciário (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020).

Em resumo, houve uma melhora nos indicadores de saneamento analisados quando consideramos todo o período avaliado, após a implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no território das Bacias PCJ em 2006 até o final da série de dados em 2021. Apesar de não ser possível atribuir o avanço exclusivamente a implantação da cobrança pelo uso da água, infere-se que a mesma influenciou nos investimentos em saneamento nas Bacias PCJ, mesmo com muitos desafios ainda a serem enfrentados para a universalização do acesso ao saneamento. O nível de investimento no período de 1994 a 2021 ultrapassam R\$ 800 milhões, sendo 73% com recursos dos Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - Comitês PCJ e 27% de contrapartida dos tomadores (AGÊNCIA PCJ, 2022).

3.3 SISTEMA DE COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NAS BACIAS PCJ

Primeiramente, é importante destacar que os Comitês PCJ foram pioneiros na implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em rios de domínio da União, em janeiro de 2006, sendo o segundo no país, após o estado do Ceará. Além disso, no âmbito estadual também foi pioneiro na implantação do cobrança, junto com a CBH da Paraíba do Sul (AMORIM; SOALHEIRO; PEREIRA, 2022), tornando-se a primeira bacia hidrográfica do país a implantar a cobrança em todos os seus domínios (ANA, 2014).

Portanto, são cobrados usuários sujeitos a outorga de direito de uso de recursos hídricos com captação de água superior a 5 m³/dia, segundo Deliberação dos Comitês PCJ nº 78/2007 aprovada pela Resolução CNRH nº 78/2007 (ANA, 2018). Assim, a Cobrança Estadual Paulista é efetuada pela Agência das Bacias PCJ, enquanto a Cobrança Estadual Mineira é de responsabilidade do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM e a Cobrança Federal é operacionalizada pela ANA (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020). O Quadro 9 a seguir resume as principais informações sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas Bacias PCJ.

Quadro 9 - Resumo sobre o sistema de cobrança nas Bacias PCJ

Domínio	Início	Proposta CBH	Aprovação do Conselho	Decreto ¹	Arrecadação	Aplicação
União	Jan/06	Comitês PCJ nº 298/18	CNRH nº 204/18 e 224/21	-	ANA	Agência PCJ
Paulista	Jan/07	Comitês PCJ nº 160/12 e 211/14	CRH/SP nº 164/14 e 169/15	SP nº 61.430/15	DAEE/SP	FEHIDRO/SP
Mineira	Mar/10	Comitês PCJ nº 21/08	CERH/MG nº 213/09	-	IGAM/MG	-

Fonte: adaptado de ANA (2018).

Nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, são considerados os seguintes usos da água: captação, consumo, lançamento, transposição de bacias e aproveitamento de potencial hidrelétrico (ANA, 2005). O Quadro 10 traz um resumo dos usos sujeitos à cobrança pelo uso de recursos hídricos

nas Bacias PCJ, sua fórmula e base de cálculo. É importante recordar que os componentes da fórmula da cobrança são: base de cálculo, coeficientes multiplicadores e critérios específicos.

Quadro 10 - Usos da água sujeitos à Cobrança e metodologia de cálculo nas Bacias PCJ (rios de domínio da União)

Uso da Água	Definição	Base de Cálculo (rios da União)	Fórmula
Captação	Retirada de água do corpo hídrico	Qcap - volume anual de água captado no corpo hídrico	$\text{Valorcap} = (\text{Kout} \times \text{Qcap out} + \text{Kmed} \times \text{Qcap med}) \times \text{PUBcap} \times \text{Kcap classe}$
Transposição	Volumes de água que forem captados e transpostos das Bacias PCJ para outras bacias	Qtransp - volume anual de água captada e transposta para outras bacias	$\text{Valortransp} = (\text{Kout} \times \text{Qtransp out} + \text{Kmed} \times \text{Qtransp med}) \times \text{PUBtransp} \times \text{Kcap classe}$
Consumo	Parcela do uso que não é devolvida ao corpo hídrico	Qcons - volume anual de água consumida (diferença entre o volume captado e o lançado) do corpo hídrico	$\text{Valorcons} = (\text{QcapT} - \text{QlançT}) \times \text{PUBcons} \times (\text{Qcap} / \text{QcapT})$
		Qlanç - volume anual lançado no corpo hídrico	
Lançamento	Também denominada diluição, quantidade definida de água para diluir uma carga poluente lançada no corpo hídrico	CO _{DBO} - carga orgânica lançada no corpo hídrico	$\text{ValorDBO} = \text{CODBO} \times \text{PUBDBO} \times \text{Klanç classe} \times \text{KPR}$ $\text{CODBO} = \text{CDBO} \times \text{Qlanç Fed}$
Aproveitamento de Potencial Hidrelétrico	Uso da água para geração de energia elétrica	calculado de acordo com o que dispuser a legislação federal e atos normativos das autoridades competentes	

Fonte: adaptado de ANA (2005); Comitês PCJ (2005; 2007).

Ademais, com relação à participação dos usuários no volume pago, uma pequena parcela dos usuários (17%) é responsável por cerca de 9% do valor total cobrado, sendo que o setor mais representativo é o de Saneamento (86% do valor total). Nesse setor, está incluso o pagamento da transposição do Sistema Cantareira para abastecer a Região Metropolitana de São Paulo, representando 57% do valor arrecadado da Cobrança PCJ Federal¹⁴ e constitui o maior uso de recursos hídricos (ANA, 2005; 2014).

¹⁴ No presente trabalho, quando se trata de Cobrança PCJ Federal, os autores se referem ao rios de domínio da União. Os Comitês PCJ conjugam atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios

3.3.1 COBRANÇA POR LANÇAMENTO DE POLUENTES NAS BACIAS PCJ

Nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí foi implantada a cobrança por lançamento em seus três domínios: do Estado de São Paulo, do Estado de Minas Gerais e da União (ANA, 2014). A cobrança por lançamento nas Bacias PCJ representou em 2018 somente 5,64% da arrecadação em comparação com os outros tipos de uso, sendo o mais representativo a transposição (ANA, 2018a). Apesar das fórmulas apresentarem diferenças nos três domínios, quanto ao lançamento de poluentes, elas são semelhantes entre si, em considerar a concentração de carga orgânica lançada e o percentual de remoção.

Segundo ANA (2014), a proposta elaborada nas Bacias PCJ alterou a metodologia adotada na bacia do Rio Paraíba do Sul, considerando a cobrança pela carga orgânica lançada ao invés da eficiência do tratamento de efluentes (prevista originalmente no modelo da Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - CEIVAP em 2003) e criando um mecanismo diferenciado de pagamento da cobrança pelo uso referente ao lançamento de efluentes.

Em vista disso, essa alteração foi considerada um avanço, já que na Bacia do Rio Paraíba do Sul, a base de cálculo para o uso de diluição é a vazão efluente, sem considerar a carga de $DBO_{5,20}$. Assim, a fórmula considerava a carga de $DBO_{5,20}$ apenas no cálculo de coeficientes que reduzem a cobrança em função do tratamento de efluentes, fato que representava um estímulo à redução de cargas poluentes (ANA, 2005).

Ainda mais, durante a fase de definição de mecanismos e parâmetros para a cobrança nas Bacias PCJ, foram considerados os parâmetros R.S.T. (Resíduos Sedimentáveis Totais), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), Carga inorgânica e Toxicidade, além do regime e a classe do curso d'água. Porém, decidiu-se por fim a manutenção do parâmetro DBO, deixando os outros para serem considerados posteriormente (ANA, 2007).

De fato, conforme ANA (2005), outra opção para caracterizar o uso de lançamento poderia ter sido a carga de $DBO_{5,20}$ produzida, “definida pelo balanço entre

Piracicaba, Capivari e Jundiaí (conforme tutela do Estado de São Paulo) - CBH-PCJ, do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (conforme tutela da União) - PCJ FEDERAL e do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba e Jaguari (conforme tutela do Estado de Minas Gerais) - CBH PJ.

as cargas de $DBO_{5,20}$ presentes nos volumes de água captados no corpo hídrico e àquelas lançadas pelo usuário de volta ao rio”. Porém, sua aplicação seria um desafio à época, já que os órgãos ambientais e usuários de água não dispunham de medição de $DBO_{5,20}$ nos pontos de captação e não era possível efetuar o balanço de cargas.

Segundo a ANA (2007), a utilização da carga de $DBO_{5,20}$ como base de cálculo para a cobrança pelo lançamento de efluentes é adequada, já que indica de forma indireta a quantidade de água necessária para diluição dos efluentes lançados, considerando uma dada classe de enquadramento. Pode-se pensar em um aperfeiçoamento da equação após o reenquadramento. Também foi prevista uma progressividade da cobrança nas Bacias PCJ, a partir de janeiro de 2006, sendo 60% cobrados no primeiro ano, 75% em 2007 e 100% em 2008 (ANA, 2007).

Em seguida, foram aprovados em 2012, no âmbito dos Comitês PCJ, o aumento dos valores dos Preços Unitários Básicos - PUBs praticados em todos os seus domínios, por meio da Deliberação dos Comitês PCJ nº 160/12, de 14/12/2012 (COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - COMITÊS PCJ, 2012). Além disso, para que os novos preços fossem praticados foi necessária a aprovação dos respectivos conselhos de recursos hídricos conforme cada domínio, ou seja, dos Estados de São Paulo e Minas Gerais e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, conforme detalhado nos itens abaixo (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020). A Tabela 2 detalhe o aumento dos preços propostos pelos Comitês PCJ em 2012 e os preços efetivamente aprovados pelos conselhos de recursos hídricos são expostos na Tabela 3.

Tabela 2 - Aumento dos PUBs propostos pelos Comitês PCJ desde 2012

Período	Preços Básicos Unitários (PUBs) - R\$/kg $DBO_{5,20}$
início cobrança ¹ - dez/2012	0,1000
jan/2013 - dez/2013	0,1000
jan/2014 - dez/2014	0,1084
jan/2015 - dez/2015	0,1175
a partir de jan/2016	0,1274

Fonte: elaborado pelos autores com base em Comitês PCJ (2006) e Consórcio Profill Rhama (2020).

¹ Em domínio da União a cobrança foi iniciada em janeiro/2006, já em domínio do Estado de São Paulo em janeiro/2007 e por fim, no Estado de Minas Gerais em janeiro/2010.

Tabela 3 - Aumento dos Preços Básicos Unitários (PUBs) aprovados pelo CERH ou CNRH

Período	PUB (União) R\$/Kg DBO _{5,20}	% variação	Período	PUB (SP) R\$/Kg DBO _{5,20}	% variação	Período	PUB (MG) R\$/Kg DBO _{5,20}	% variação			
jan/2006 - dez/2012	0,1000	-	jan/2007 – jul/2015	0,1000	-	a partir de jan/2010	0,1000	-			
jan/2013 - mai/2014	0,1000	00,00									
jun/2014 ¹ - dez/2014	0,1084	8,40									
jan/2015 - dez/2015	0,1175	8,39	ago/2015 ² - dez/2015	0,1175	17,50						
jan/2016 – dez/2017	0,1274	8,43	a partir de jan/2016	0,1274	8,43				jan/2020 – dez/2020	0,1045	4,50
jan/2018 – dez/2018 ³	0,1308	2,67							jan/2020 – dez/2020	Não houve cobrança	-
jan/2019 – dez/2019	0,1368	4,59							jan/2022 – dez/2022 ⁴	0,1150	10,05
jan/2020 – dez/2020	0,1403	2,56									
jan/2021 – dez/2021	0,1458	3,92									
jan/2022 – dez/2022	0,1613	10,63									

Fonte: elaborado pelos autores com base em Brasil (2014), Brasil (2017), Comitês PCJ (2006; 2018), Consórcio Profill Rhama (2020), Minas Gerais (2021;2022) e São Paulo (2015).

¹ Data de aprovação pelo CNRH dos novos PUBs (Resolução nº 155 de 09/06/2014),

² Data da aprovação pelo governador de São Paulo dos novos PUBs (Decreto Nº 61.430 de 17/08/2015).

³ Considerando a atualização dos PUBs pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA conforme Resolução CNRH nº 192/17.

⁴ Considerando a atualização dos PUBs pelo IPCA conforme Resolução CERH-MG nº 68/2021.

3.3.1.1 DOMÍNIO DA UNIÃO (COBRANÇA PCJ FEDERAL)

A cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio da União foi a primeira a ser implantada no território das Bacias PCJ. Foram estabelecidos os mecanismos e sugeridos os valores para a cobrança, conforme Deliberação dos

Comitês PCJ nº 25/2005, que determinou que se iniciaria em 1º de janeiro de 2006 (COMITÊS PCJ, 2005) aprovada pela Resolução CNRH nº 52/2005 (BRASIL, 2005).

Assim, os mecanismos da cobrança pelo uso da água foram alterados pela Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 078/07, de 05/10/2007, posteriormente aprovado pela Resolução CNRH nº 78, de 10/12/2007. A principal alteração na fórmula ocorreu em relação a adição de mais um coeficiente que considera a porcentagem de remoção (PR) de carga orgânica (COMITÊS PCJ, 2007; BRASIL, 2007).

Inclusive, a Resolução CNRH nº 78, de 10/12/2007 também estipulou que nos casos em que o usuário comprovar por medições, atestadas pela ANA, em articulação com o órgão ambiental competente, que a carga orgânica presente no lançamento de seus efluentes é menor ou igual à carga orgânica presente na água captada, em um mesmo corpo de água, após manifestação dos Comitês PCJ, o cálculo dos valores referentes ao pagamento pelo lançamento de carga orgânica poderá ser revisto, buscando-se uma compensação ao usuário (COMITÊS PCJ, 2007; BRASIL, 2007). Por exemplo, existe o mecanismo diferenciado de pagamento “abatimento do valor DBO” em relação a investimentos realizados pelas operadoras de saneamento (COMITÊS PCJ, 2006b).

Adicionalmente, as exigências legais e condições para a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos, à época, incluíam a aprovação do Plano das Bacias PCJ 2004/2007, por parte dos Comitês PCJ e a instituição da Agência de Águas das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Agência das Bacias PCJ) com respectiva aprovação do CNRH (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020). Assim, após a implantação da Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, os valores arrecadados pela ANA nas Bacias PCJ são atualmente repassados para a referida entidade delegatária escolhida pelos Comitês PCJ e aprovada pelo CNRH (ANA, 2018).

Em 2014, a atualização dos PUBs foi aprovada pela Resolução CNRH nº 155/2014 (BRASIL, 2014), que estabeleceu os novos valores para os PUBs para os exercícios 2014, 2015 e 2016, com atualização de preços na ordem de 27% em relação aos praticados no início do processo de cobrança.

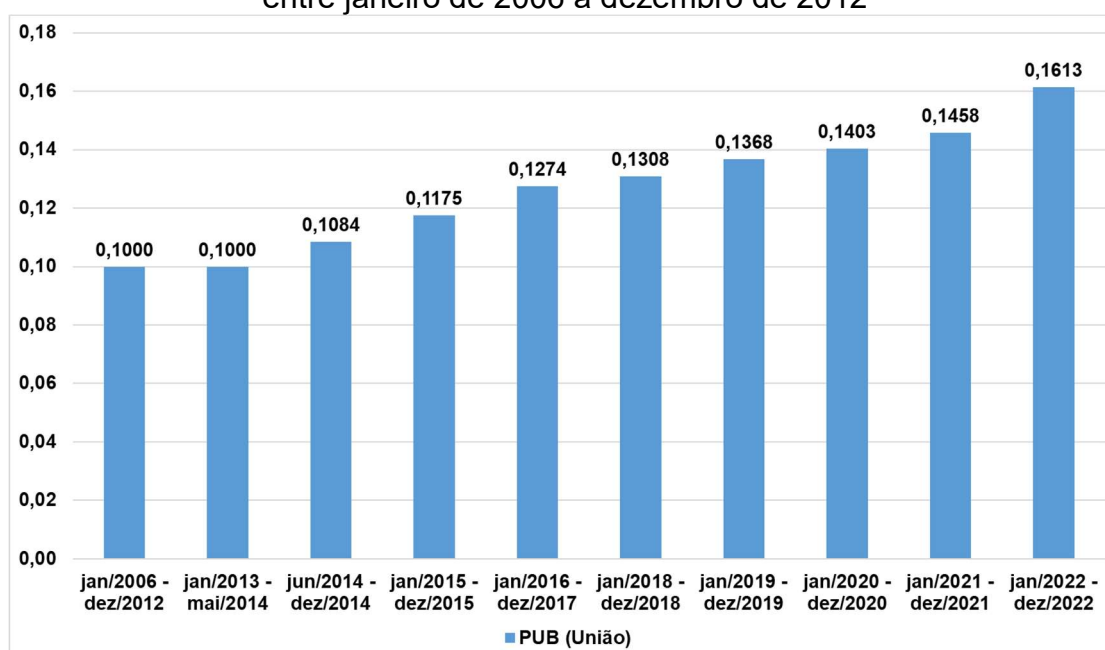
Posteriormente, a Resolução CNRH nº 192/2017 dispôs sobre o procedimento para atualização dos preços públicos unitários básicos cobrados pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio da União. Essa definiu que os preços públicos unitários

serão atualizados com base na variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE ou de índice que vier a sucedê-lo (BRASIL, 2017).

Enfim, a Deliberação dos Comitês PCJ nº 298/18 aprovou proposta de atualização dos valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos em rios de domínio da União nas Bacias PCJ com base da variação do IPCA (COMITÊS PCJ, 2018) sendo posteriormente aprovada pela Resolução CNRH nº 204/18 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2018). O preço unitário básico (PUB)) para o lançamento de efluente passou de R\$ 0,10/Kg em 2006 (ANA,2007) para R\$ 0,1613/Kg em 2022 (AGÊNCIA PCJ, 2022).

Em resumo, a evolução dos PUBs praticados em rios de domínio na União das Bacias PCJ podem ser observados na Figura 12.

Figura 12 - Evolução dos PUBs em rios de domínio da União das Bacias PCJ entre janeiro de 2006 a dezembro de 2022



Fonte: elaborado pelos autores com base em Comitês PCJ (2006), Brasil (2014), São Paulo (2015), Brasil (2017), Comitês PCJ (2018) e Consórcio Profill Rhama (2020).

A cobrança pelo lançamento em rios de domínio da União nas Bacias PCJ é feita pela Equação 4 .

Equação 4 - Fórmula da cobrança por lançamento em rios de domínio da União nas Bacias PCJ

$$\text{Valorco} = \text{CO}_{\text{DBO}} \times \text{PUB}_{\text{DBO}} \times K_{\text{lanç classe}} \times K_{\text{PR}}$$

$$\text{CO}_{\text{DBO}} = \text{C}_{\text{DBO}} \times Q_{\text{lanç federal}}$$

Nos quais:

Valor_{co} = pagamento anual pelo lançamento de carga de DBO_{5,20};

CO_{DBO} = carga anual de DBO_{5,20} efetivamente lançada, em kg;

PUB_{DBO} = Preço Unitário Básico da carga de DBO_{5,20} lançada;

K_{lanç classe} = coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água receptor.

K_{PR} = coeficiente que leva em consideração a percentagem de remoção (PR) de carga orgânica (DBO_{5,20}), na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos – ETEL (industriais e domésticos), a ser apurada por meio de amostragem representativa dos efluentes bruto e tratado (final) efetuada pelo usuário.

C_{DBO} = Concentração média anual de DBO_{5,20} lançada, em kg/m³, a saber: 1º – resultado da média aritmética das medidas feitas pelo órgão ambiental competente, ou pelo usuário por meio de metodologias acreditadas pelos órgãos ambientais; ou, na ausência das medidas: 2º – valor máximo constante no processo de licenciamento ambiental do lançamento; ou, na ausência da Licença: 3º – valor verificado pela ANA no processo de regularização;

Q_{lanç federal} = Volume anual de água lançado, em m³, em corpos d'água de domínio da União, segundo dados de medição ou, na ausência desta, segundo dados outorgados, ou, por verificação da ANA no processo de regularização.

Fonte: COMITÊS PCJ (2005a); COMITÊS PCJ (2005b).

Acrescente-se que o valor da concentração da DBO_{5,20} (C_{DBO}) para o cálculo da carga orgânica lançada no corpo hídrico (CO_{DBO}) é fornecida pelos órgãos ambientais do Estado de São Paulo (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB) e do Estado de Minas Gerais (Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM), conforme a localização do lançamento efetuado (COMITÊS PCJ, 2007) .

Também poderá ser fornecida pelo usuário, desde que obtida por meio de equipamentos e metodologias acreditados pelos órgãos ambientais. Igualmente poderá ser o valor que constar nas licenças emitidas pelos órgãos ambientais das Bacias PCJ ou informações declaradas pelos usuários no processo de regularização dos usos nas Bacias PCJ (COMITÊS PCJ, 2007)

Quanto aos coeficientes, é importante salientar que o valor do coeficiente K_{lanç classe} é igual a 1 (um), podendo ser revisto conforme Plano das Bacias PCJ e proposta de reenquadramento dos corpos d'água das Bacias PCJ. Por fim, o valor de K_{PR} quando não for declarado, ou ainda não for comprovado pelo usuário valor de PR

superior a 80%, também será adotado $K_{PR} = 1$. Esse é calculado conforme segue (COMITÊS PCJ, 2007):

- I. Para $PR = 80\%$: $K_{PR} = 1$;
- II. Para $80\% < PR < 95\%$: $K_{PR} = (31 - 0,2 \times PR)/15$;
- III. Para $PR \geq 95\%$: $K_{PR} = 16 - 0,16 \times PR$.

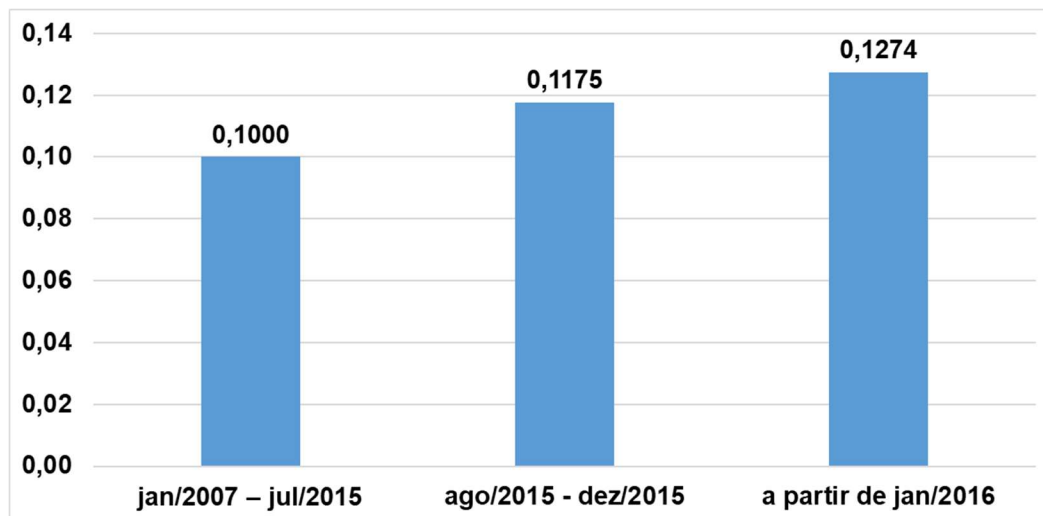
Para aplicação do coeficiente K_{PR} o efluente no ponto de lançamento deve atender aos padrões legalmente definidos de emissão e qualidade do corpo d'água receptor (COMITÊS PCJ, 2007). Assim, para corpos d'água receptores em conformidade com o enquadramento para o parâmetro $DBO_{5,20}$, a comprovação é feita por meio de amostragens representativas, realizadas pelo usuário, a montante e a jusante do lançamento ou por meio de modelos matemáticos. Já para corpos desconformes com o enquadramento, deve ser comprovado que a concentração de $DBO_{5,20}$ não supera a do corpos d'água receptor a montante do seu lançamento (COMITÊS PCJ, 2007).

3.3.1.2 DOMÍNIO DO ESTADO DE SÃO PAULO (COBRANÇA PCJ PAULISTA)

No domínio do Estado de São Paulo os valores cobrados foram estabelecidos pela Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 048/2006 (COMITÊS PCJ, 2006a) e aprovados pelo Decreto Estadual nº 50.667/2006 (SÃO PAULO, 2006). A referida Deliberação definiu o preço unitário de lançamento de carga orgânica ($DBO_{5,20}$) para rios do domínio do Estado de São Paulo nas Bacias PCJ como sendo R\$ 0,10/kg (COMITÊS PCJ, 2006a), sendo que após atualizações aumentou para R\$ 0,1274/kg (SÃO PAULO, 2015).

No estado de São Paulo, os valores dos PUBs da cobrança propostos pela Deliberação dos Comitês PCJ nº 160/12 foram referendados pela Deliberação CRH nº 169/15 (SÃO PAULO, 2015a), e posteriormente foram aprovados pelo governador via Decreto nº 61.430, de 17/08/2015 (SÃO PAULO, 2015b). A evolução dos PUBs praticados em rios de domínio do estado de São Paulo nas das Bacias PCJ podem ser observados na Figura 13.

Figura 13 - Evolução dos PUBs em rios de domínio do estado de São Paulo nas Bacias PCJ entre janeiro de 2007 até janeiro de 2016



Fonte: elaborado pelos autores com base em Comitês PCJ (2006; 2012), Consórcio Profill Rhama (2020) e São Paulo (2015).

Desta forma, os PUBs são multiplicados por coeficientes ponderadores, conforme Decreto 50.667/06 e pesos atribuídos pelos Comitês PCJ de acordo com as características específicas de cada uso da água (SÃO PAULO, 2006). Em resumo, o valor cobrado para lançamento de carga de $DBO_{5,20}$ é calculado pelo produto do **Preço Unitário Final para lançamento (PUF lanç)** pela quantidade de esgoto lançado, conforme Equação 5 e Quadro 11. Por fim, o valor do PUF lanç compõe o valor total cobrado, juntamente com os componentes de captação e consumo (COMITÊS PCJ, 2006a).

Equação 5 - Fórmula da cobrança por lançamento em rios de domínio do Estado de São Paulo nas Bacias PCJ

Valor cobrado lanç = PUF lanç x Quantidade de Esgoto Lançado (kgDBO)

PUF lanç = PUB Lanç x (Y1 x Y3 x Y4)

Fonte: Comitês PCJ (2006).

Quadro 11 - Coeficientes Ponderadores cobrados para lançamento da Cobrança Estadual Paulista

Característica considerada	CP	Classificação	Valor
a) classe de uso preponderante do corpo d'água receptor	Y1	classe 2	1,0
		classe 3	1,0
		classe 4	1,0
b) carga lançada e seu regime de variação; Padrão de Emissão (§ 2º artigo 12 do decreto 50.667/06). Obs. Remoção de carga orgânica.	Y3	>95 % de remoção	Conforme artigo 8º da Deliberação Conjunta CBH PCJ nº 048/2006 (descrito abaixo)
		>90 a ≤95 % de remoção	
		>85 a ≤90% de remoção	
		>80 a ≤85% de remoção	
		= 80% de remoção	
c) natureza da atividade.	Y4	Sistema Público	1,0
		Solução Alternativa	1,0
		Indústria	1,0

Fonte: Comitês PCJ (2006).

Ainda segundo Comitês PCJ (2006), o Coeficiente Ponderador Y3 será calculado em função da porcentagem de remoção (PR) de carga orgânica ($DBO_{5,20}$), na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos - ETEL (industriais e domésticos), a ser apurada por meio de amostragem representativa dos efluentes bruto e tratado (final), em cada ponto de lançamento, conforme segue:

- a) Para $PR = 80\%$: $Y3 = 1$;
- b) Para $80\% < PR < 95\%$: $Y3 = (31 - 0,2 \times PR)/15$;
- c) Para $PR \geq 95\%$: $Y3 = 16 - 0,16 \times PR$.

3.3.1.3 DOMÍNIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (COBRANÇA PCJ MINEIRA)

Em rios de domínio do Estado de Minas Gerais no território das Bacias PCJ, os mecanismos e valores foram propostos pela Deliberação dos Comitês PCJ nº 021/08, de 12/12/2008 e aprovados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos pela Deliberação CERH nº 213, de 27/03/2009 (COMITÊS PCJ, 2008; MINAS GERAIS, 2009). Em 2021, a Deliberação CERH-MG nº 68/2021, de 22 de março de 2021, em

seu artigo 7º define que o preços unitários deverão ser atualizar anualmente pelo IPCA (MINAS GERAIS, 2021). A Portaria IGAM nº 29/2021 e a Portaria IGAM nº 12/2022 estabeleceram os Preços Públicos Unitários - PPU's para 2021/2022 e 2022, respectivamente (MINAS GERAIS, 2021; 2022).

Assim, a cobrança pelo lançamento é feita pela Equação 6.

Equação 6 - Fórmula da cobrança por lançamento em rios de domínio do Estado de Minas Gerais nas Bacias PCJ

$$\text{Valor}_{\text{DBO}} = \text{CO}_{\text{DBO}} \times \text{PUB}_{\text{DBO}} \times \text{K}_{\text{lanç classe}} \times \text{K}_{\text{PR}}$$

$$\text{CO}_{\text{DBO}} = \text{C}_{\text{DBO}} \times \text{Q}_{\text{lanç}}$$

Nos quais:

Valor_{DBO} = pagamento anual pelo lançamento de carga de DBO_{5,20};

CO_{DBO} = carga anual de DBO_{5,20} efetivamente lançada, em kg;

PUB_{DBO} = Preço Unitário Básico da carga de DBO_{5,20} lançada;

K_{lanç classe} = coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água receptor.

K_{PR} = coeficiente que leva em consideração a percentagem de remoção (PR) de carga orgânica (DBO_{5,20}), na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos - ETEL (industriais e domésticos), a ser apurada por meio de amostragem representativa dos efluentes bruto e tratado (final) efetuada pelo usuário.

C_{DBO} = Concentração média anual de DBO_{5,20} lançada, em kg/m³, a saber: 1º – resultado da média aritmética das medidas feitas pela FEAM, ou pelo usuário por meio de metodologias acreditadas pelos órgãos ambientais; ou, na ausência das medidas: 2º – valor máximo constante no processo de licenciamento ambiental do lançamento; ou, na ausência da Licença: 3º – valor estimado pelo IGAM;

Q_{lanç federal} = Volume anual de água lançado, em m³, segundo dados de medição ou, na ausência desta, segundo dados outorgados, ou, na sua ausência, por verificação do IGAM.

Fonte: Comitês PCJ (2008).

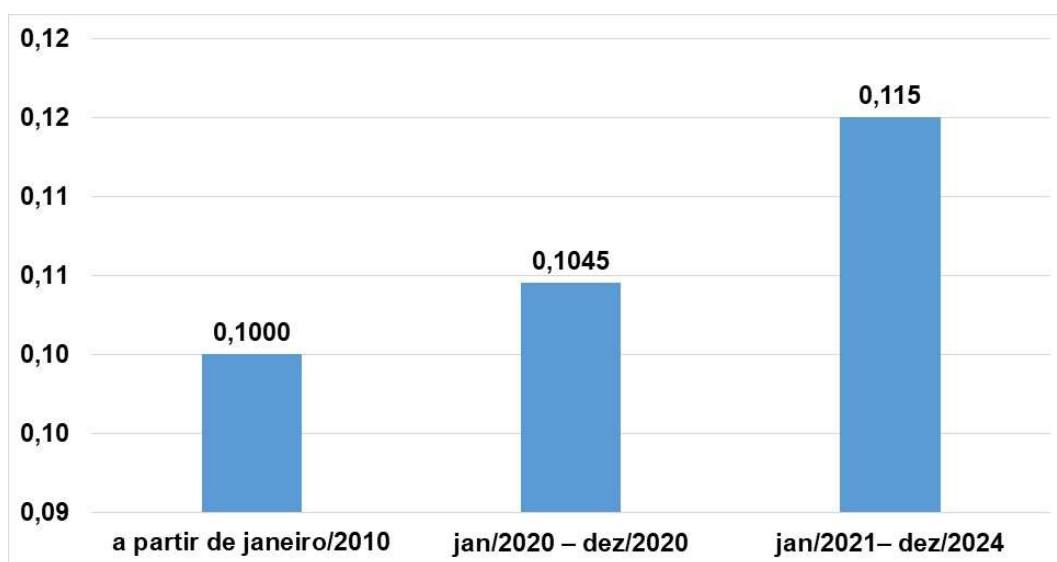
Segundo Comitês PCJ (2008), o valor de K_{lanç classe} da fórmula da cobrança pelo lançamento é igual a 1, podendo ser revisto conforme proposta de reenquadramento do Plano das Bacias PCJ. Ainda, o valor de "K_{PR}" é calculado conforme fórmula a seguir, sendo que quando não comprovado pelo usuário percentual de remoção superior a 80%, será adotado o valor de 1 (um).

Assim, quando o corpo d'água estiver conforme o enquadramento será feita amostragem pelos usuários a montante e a jusante do lançamento dos efluentes no corpo receptor. Já para corpos d'água desconformes, deverá ser comprovado que a concentração carga orgânica no efluente final não supera o corpo d'água receptor a montante do seu lançamento (COMITÊS PCJ, 2008).

- a) Para $PR = 80\%$: $K_{PR} = 1$;
- b) Para $80\% < PR < 95\%$: $K_{PR} = (31 - 0,2 \times PR)/15$;
- c) Para $PR \geq 95\%$: $K_{PR} = 16 - 0,16 \times PR$.

Por fim, o valor do Preço Unitário Básicos (PUB) foi de R\$ 0,10 Kg a partir de 2010 (AGÊNCIA PCJ, 2022), sendo que após atualizações conforme IPCA, em 2021, o preço cobrado foi atualizado para R\$ 0,115 (MINAS GERAIS, 2021; 2022). A evolução dos PUBs praticados em rios de domínio e Minas Gerais nas das Bacias PCJ podem ser observados na Figura 14.

Figura 14 - Evolução dos PUBs em rios de domínio do estado de Minas Gerais nas Bacias PCJ entre janeiro de 2010 até dezembro de 2024.



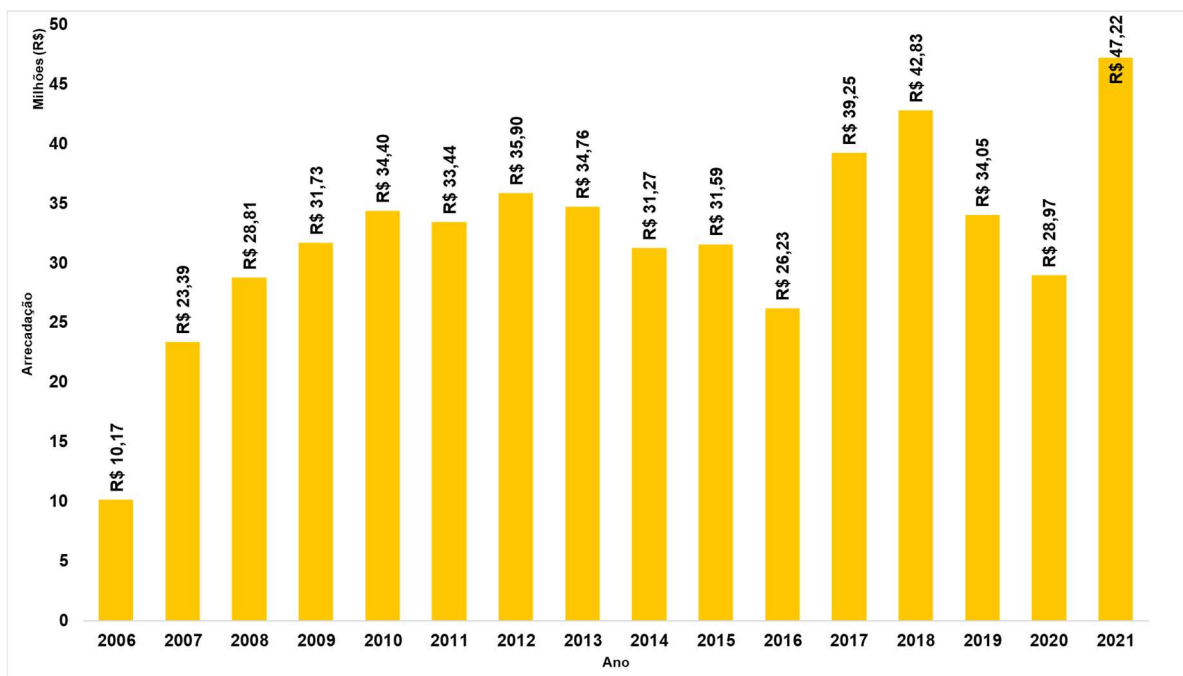
Fonte: elaborado pelos autores com base em Comitês PCJ (2008), Consórcio Profill Rhama (2020), Minas Gerais (2021;2022).

3.4 ANÁLISE DOS VALORES ARRECADADOS NAS BACIAS PCJ

Foi efetuada uma análise dos valores arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas Bacias PCJ, desde a sua implantação em 2006, com detalhamento por tipo de domínio (da União, do estado de São Paulo e de Minas Gerais). Além disso, para avaliar o papel da cobrança como instrumento econômico também foi feita uma comparação dos valores arrecadados com a carga orgânica lançada.

Em primeiro lugar, o montante de R\$ 514 milhões foi arrecadado no território das Bacias PCJ desde o início da cobrança pelo uso da água em 2006 até o ano de 2021, pela quitação por parte dos usuários de recursos hídricos das parcelas da cobrança pelo uso da água em rios de domínio do estado de São Paulo, de Minas Gerais e da União. Assim, os dados consolidados por ano são apresentados na Figura 15 (AGÊNCIA PCJ, 2021).

Figura 15 - Valor arrecadado (R\$) referente às Cobranças PCJ (Paulista, Mineira e Federal) no período de 2006 a 2021 nas Bacias PCJ



Fonte: Elaborados pelos autores (2023) a partir de dados de Agência PCJ (2022).

Sendo assim, nos três primeiros anos de implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos no território das Bacias PCJ houve progressividade dos valores

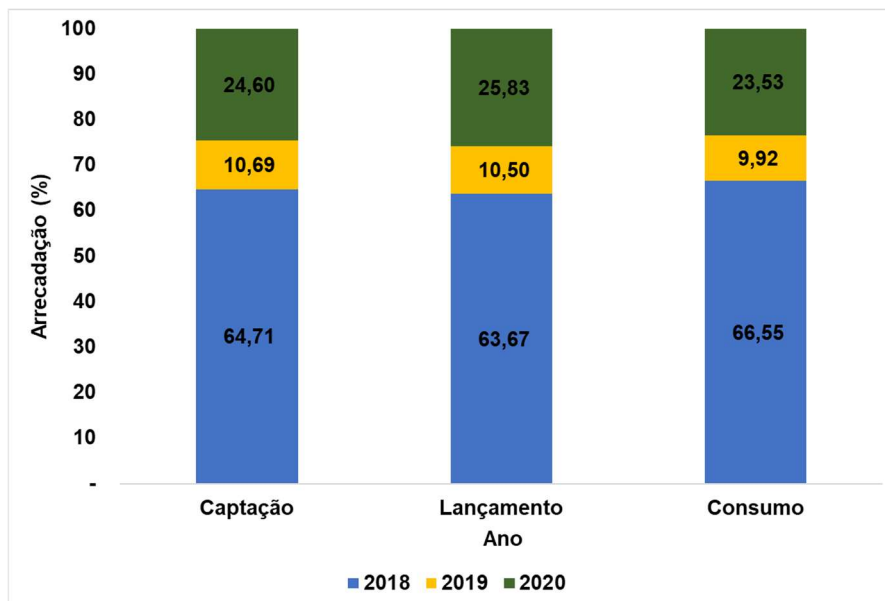
cobrados de 60%, 75% e finalmente 100%, em ambos os seus domínios, fato que explica o comportamento ascendente dos valores arrecadados nos sus primeiros anos de implantação (ANA, 2007).

Também foi possível observar o grande impacto da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP nos níveis de arrecadação, devido aos valores pagos relativos à Transposição do Sistema Cantareira, tanto nos picos quanto nos anos de baixa arrecadação. Outro marco importante foi o início da inserção dos usuários inadimplentes no Cadin Estadual desde 2017 e no Sistema de Dívida Ativa do Estado de São Paulo a partir de 2018 para a cobrança estadual Paulista, além de trabalhos de regularização e parcelamento de débitos. A inserção dos usuários no CADIN não influenciou os níveis de inadimplência, que chegou a 3% em 2018, salvo em alguns períodos críticos ligados a crise hídrica e o não pagamento de grandes usuários como a SABESP (AGÊNCIA PCJ, 2017; 2018; 2022).

Desta forma, metade do montante arrecadado é oriundo de usuários de rios de domínio da União, já o restante é composto pela arrecadação da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio do estado de São Paulo, uma vez que valor arrecadado a Cobrança PCJ Mineira é pequeno e representa somente 0,3% do total. Apesar da Cobrança PCJ Federal possuir menor número de usuários, o valor arrecadado desde sua implantação é semelhante a Cobrança PCJ Paulista.

Além disso, dentre as tipologias da cobrança, o montante arrecadado proveniente da cobrança por lançamento é a menos representativa comparada com captação e consumo. Como se pode observar na Figura 16, no período de 2018 a 2020 a componente lançamento da cobrança representou em média 10% do montante, enquanto a cobrança por captação é a mais representativa (65%), seguido do consumo (25%).

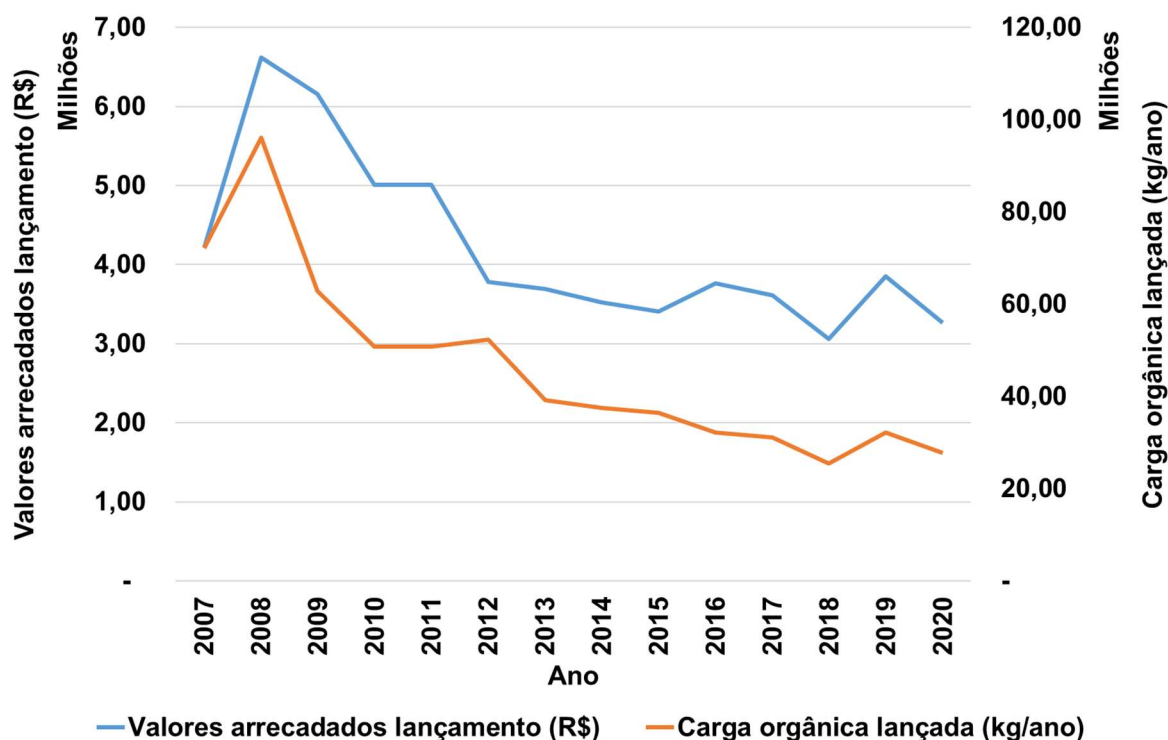
Figura 16 - Proporção da participação na arrecadação das tipologias de cobrança no período de 2018 a 2020



Fonte: Agência PCJ (2020).

Um exemplo da influência no comportamento dos usuários devido a implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos por lançamento de efluentes pode ser observado no território das Bacias PCJ, no período de 2007 a 2020, conforme demonstrado na Figura 17. Desta maneira, essa demonstra a evolução dos valores arrecadados e da carga orgânica lançada em (kg/ano) em rios de domínio do estado de São Paulo desde a sua implementação.

Figura 17 - Valores arrecadados pela Cobrança Estadual Paulista no território das Bacias PCJ, no período de 2007 a 2020



Fonte: elaborado pelos autores (2023) , a partir do banco de dados fornecido por Agência PCJ (2022).

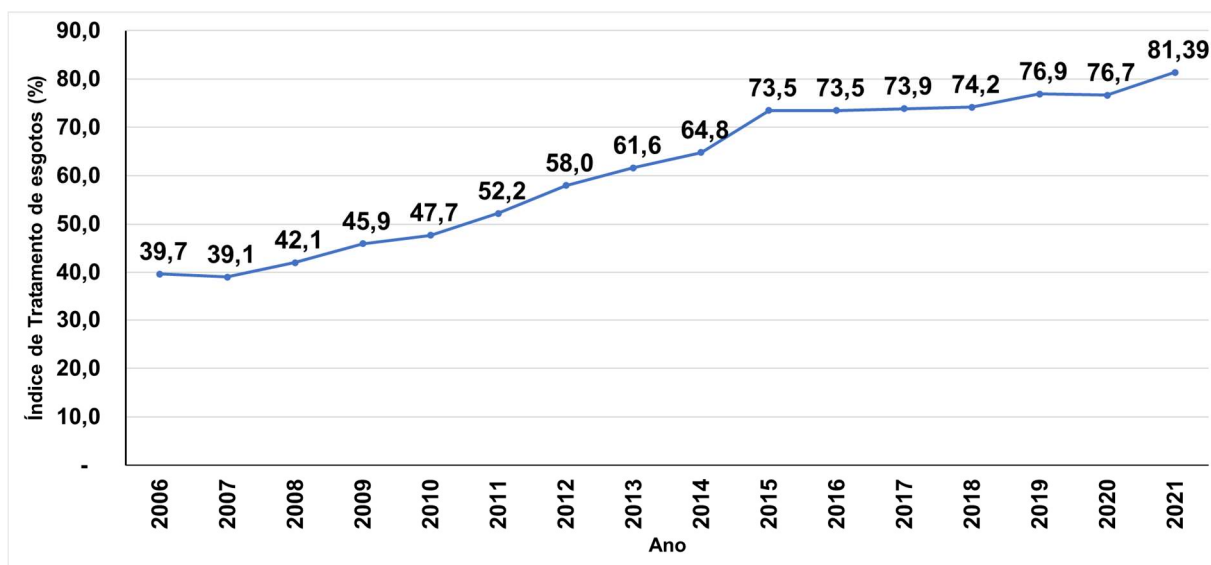
Assim, é possível observar uma queda tanto nos valores arrecadados quanto na carga orgânica lançada no período de 2007 a 2020. Desta forma, existe uma correlação positiva¹⁵ de 0,84 entre as matrizes “valores arrecadados (R\$)” e “carga orgânica lançada (kg)”. Tal fenômeno é natural, considerando que a base de cálculo da cobrança pelo uso da água é a carga anual de DBO_{5,20} efetivamente lançada, em kg. Portanto, a redução de 60% no lançamento de poluentes resultou em uma arrecadação 22% menor.

Desta maneira, segundo Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - Agência das Bacias PCJ (2014), a redução da arrecadação nesse período advém das menores cargas de DBO_{5,20} lançadas no território das Bacias PCJ, tendo em vista a tendência de melhoria no tratamento dos

¹⁵ Os autores utilizaram a função “CORREL” do software excel, retorna o coeficiente de correlação de dois intervalos de células. Por mais que o coeficiente de correlação seja mais próximo de +1 ou -1, ele indica correlação positiva (+1) ou negativa (-1) entre as matrizes. Correlação positiva significa que, se os valores em uma matriz estão aumentando, os valores na outra matriz também aumentam. Um coeficiente de correlação que está mais próximo de 0, indica nenhuma correlação ou que esta é fraca (MICROSOFT OFFICE, 2023).

efluentes, de maneira que estes tiveram sua eficiência aumentada, conforme informações fornecidas pela CETESB. De fato, é possível observar que o índice de tratamento de esgotos evoluiu de 39,7% em 2006 para 76,7% em 2020, considerando a média ponderada do índice de tratamento de esgotos (IN016) do SNIS para todos os municípios das Bacias PCJ, como se pode observar na Figura 18.

Figura 18 - Índice de tratamento de esgotos nos municípios das Bacias PCJ no período de 2006 a 2020



Fonte: elaborado pelos autores (2023) a partir de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, Brasil (2022).

Nota-se que, no período analisado, ocorreu uma diminuição de 62% no valor de carga orgânica lançada, tanto quando houve uma redução de 23% no valor arrecadado. Ou seja, de 72 milhões kg/ano em 2007 a carga orgânica lançada nos corpos d'água diminuíram para 28 milhões kg/ano. Já em relação aos valores arrecadados, estes variaram de 4,2 milhões em 2007 para 3,3 milhões em 2020. Os valores detalhados por ano podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 - Evolução dos valores arrecadados cobrados por lançamento e da carga orgânica lança de 2007 a 2020

(continua)

Ano	Valores arrecadados (R\$)	Valores arrecadados lançamento (R\$)	% ¹	Carga orgânica lançada (kg/ano)	% ¹
2007	9.793.755,32	4.216.971,49	-	72.200.860,65	-
2008	11.770.279,18	6.619.249,08	56,97	96.061.853,74	33,05

Tabela 4 - Evolução dos valores arrecadados cobrados por lançamento e da carga orgânica lançada de 2007 a 2020

(conclusão)

Ano	Valores arrecadados (R\$)	Valores arrecadados lançamento (R\$)	% ¹	Carga orgânica lançada (kg/ano)	% ¹
2009	14.777.523,80	6.160.419,07	- 6,93	62.798.265,13	- 34,63
2010	16.738.835,73	5.010.498,09	-18,67	50.850.756,44	- 19,03
2011	16.838.970,50	5.006.141,39	- 0,09	50.843.547,74	- 0,01
2012	17.677.619,98	3.779.804,19	- 24,50	52.271.717,89	2,81
2013	16.839.304,74	3.691.791,38	- 2,33	39.207.300,82	- 24,99
2014	14.041.788,31	3.518.707,91	- 4,69	37.591.036,22	- 4,12
2015	14.392.773,80	3.406.274,25	- 3,20	36.381.855,76	- 3,22
2016	15.706.541,69	3.759.966,85	10,38	32.107.386,68	- 11,75
2017	19.722.247,30	3.614.564,83	- 3,87	31.166.290,80	- 2,93
2018	22.312.690,64	3.061.291,91	- 15,31	25.476.217,46	- 18,26
2019	22.371.377,38	3.849.709,81	25,75	32.244.338,72	26,57
2020	19.444.928,32	3.260.875,02	- 15,30	27.733.038,03	- 13,99
Total	232.428.636,69	28.163.181,96		261.907.464,49	-

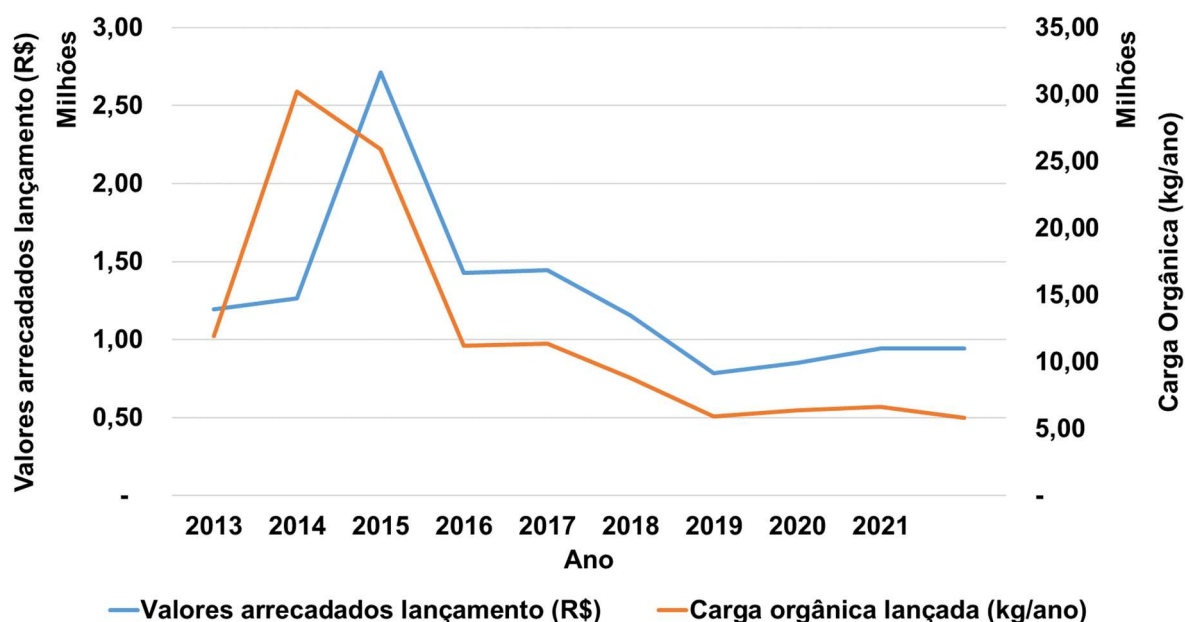
Fonte: elaborado pelos autores (2023) a partir de dados de Agência PCJ (2020). ¹percentual incremental

Desta maneira, os reajustes nos preços unitários praticados nos anos de 2015 e 2016, em rios de domínio do estado de São Paulo, foram essenciais para que a arrecadação da cobrança pelo uso de recursos hídricos não fosse tão impactada pelo aumento na cobertura do índice de tratamento de esgotos domésticos. De fato, o aumento na cobertura de tratamento consequentemente causa a redução da carga orgânica lançada, que é base de cálculo na fórmula da cobrança pelo uso da água.

Enfim, a Figura 19 se refere a cobrança por lançamento em rios de domínio da União, no período de 2013 a 2021, com uma comparação da evolução dos valores arrecadados e da carga orgânica lançada. Foi possível observar uma semelhança com a Cobrança Estadual Paulista, já que também apresentou uma correlação positiva, porém menor, de 0,66, entre as matrizes “valores arrecadados (R\$)” e “carga orgânica lançada (kg)”.

Assim, no período de 8 (oito) anos houve um decréscimo de 45% na carga orgânica lançada em rios de domínio da União, que acarretou a arrecadação 13% menor. Por fim, como afirma Kelman (2000), tal fato ocorre naturalmente, já que o sistema de cobrança somente terá sucesso quando resulta na diminuição da arrecadação, visto que deverá incentivar a racionalização do uso da água pelo usuário e melhoria na tecnologia de tratamento dos efluentes, resultando na redução ou eliminação do lançamento de poluentes e, conseqüentemente, da cobrança.

Figura 19 - Valores arrecadados pela Cobrança Federal no território das Bacias PCJ, no período de 2013 a 2021

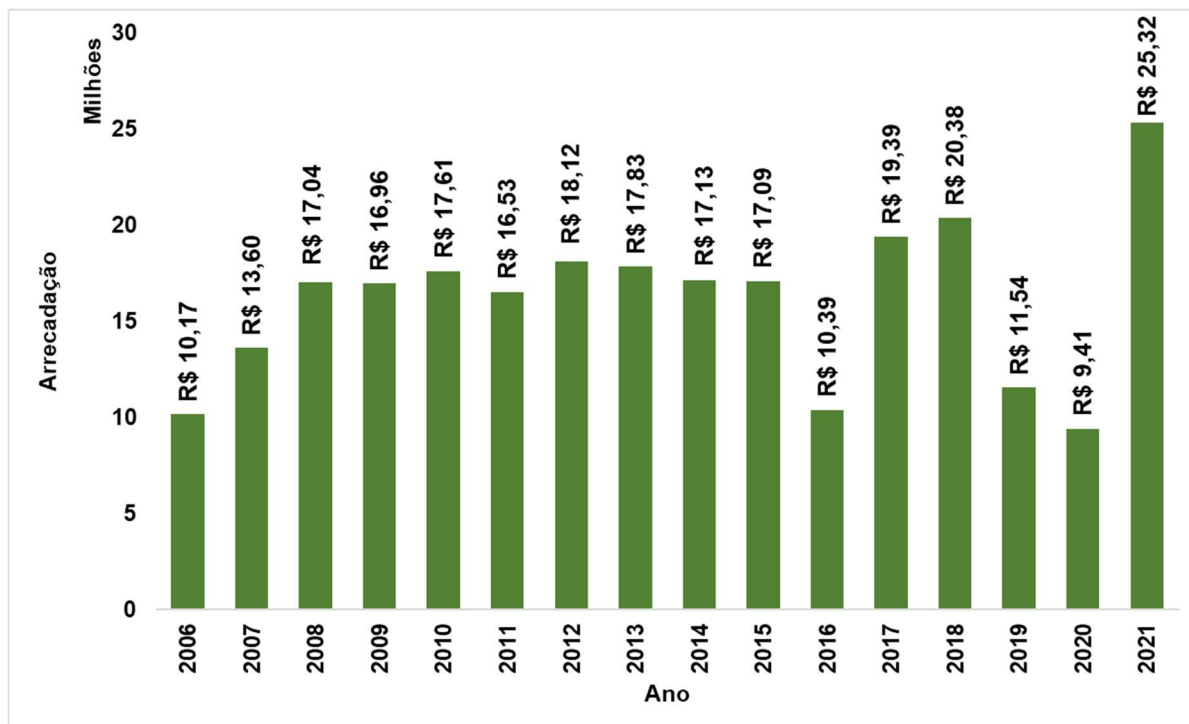


Fonte: AGÊNCIA PCJ (2020), elaborado pelos autores.

3.4.1 VALORES ARRECADADOS EM RIOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO

Em primeiro lugar, o montante de R\$ 258.494.668,47 foi arrecadado desde a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio da União no território das Bacias PCJ, conforme Figura 20 (AGÊNCIA PCJ, 2021). Assim, devido a progressividade dos valores cobrados nos três primeiros anos de implantação da Cobrança PCJ Federal (ANA, 2007), os valores arrecadados somente se estabilizaram a partir de 2008, ano em que se passou a cobrar 100% do preço unitário básico. Dessa maneira, o valor arrecadado passou a variar em aproximadamente R\$ 17 milhões por ano até meados de 2015.

Figura 20 - Valor arrecadado (R\$) referente à Cobrança PCJ Federal no período de 2006 a 2021 nas Bacias PCJ



Fonte: Elaborados pelos autores (2023) a partir de dados de Agência PCJ (2022).

Com efeito, os preços unitários básicos foram reajustados para os exercícios 2014 a 2016, conforme aprovado pela Resolução nº 155, de 09/06/2014, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2014). Caso o reajuste dos valores cobrados não houvesse ocorrido, o montante arrecadado apresentaria a tendência de queda nos anos subsequentes, fato esperado conforme os objetivos da cobrança pelo uso da água fossem atingidos, como a despoluição dos corpos d'água e a racionalização do consumo, causando diminuição na receita.

Porém, nos anos 2014 e 2015 observou-se a manutenção do nível de arrecadação, seguido de uma queda acentuada em 2016, em grande parte devido a contestação de valores e pelo não pagamento da cobrança pelo uso da água pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) quanto à transposição do Sistema Cantareira (AGÊNCIA PCJ, 2018). Com isso, a SABESP questionou, em 2016, os valores cobrados pela ANA, tendo em vista a restrição nos volumes captados determinados em 2014 e 2015, devido à crise hídrica (AGÊNCIA PCJ, 2017).

Em vista disso, os valores arrecadados em 2016 seriam de R\$19.439.997,00 caso os pagamentos tivessem ocorrido normalmente, fato que demonstra a relevância

da transposição do Sistema Cantareira na cobrança em rios de domínio da União (AGÊNCIA PCJ, 2017). Sendo assim, somente em 2017 foi possível observar o reflexo do aumento do PUB proposto pelos Comitês PCJ em 2012 e aprovado pelo CNRH em 2014, ano no qual foram arrecadados cerca de R\$ 20 milhões.

Em seguida, a Resolução CNRH nº 204/18 aprovou a proposta de atualização dos valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos em rios de domínio da União nas Bacias PCJ com base da variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IPCA/IBGE) (BRASIL, 2018). Assim, desde 2018, os preços básicos são atualizados automaticamente com base no IPCA (AGÊNCIA PCJ, 2020; 2021).

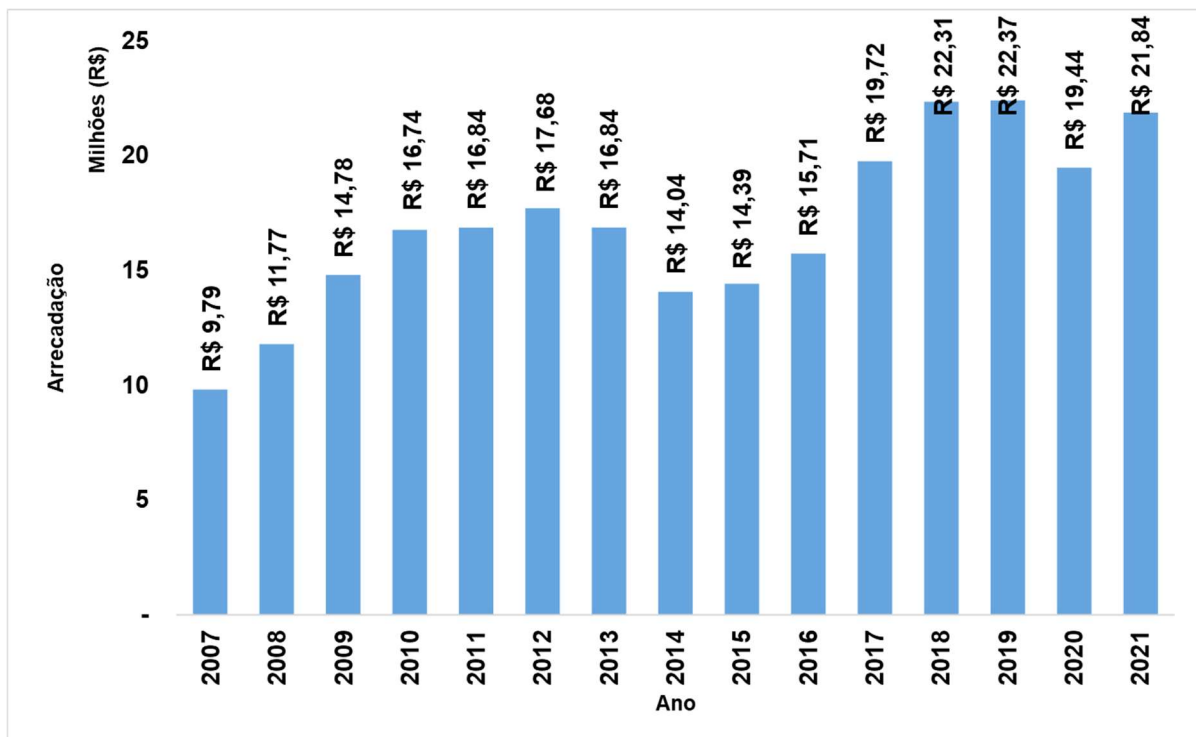
Contudo, a SABESP questionou a metodologia de cálculo realizada pela ANA nos exercícios de 2019 e de 2020 acerca dos valores cobrados, ingressou com ação judicial e efetivou o pagamento em juízo no montante de aproximadamente R\$ 10,7 milhões em 2019 e 11,4 milhões em 2020 (AGÊNCIA PCJ, 2020; 2021). Consequentemente, os recursos financeiros não foram repassados para a ANA impactando drasticamente a arrecadação em 2019 e 2020.

Por fim, em 2021 houve a maior arrecadação da cobrança em rios de domínio da União desde a sua implantação, principalmente devido a Transposição do Sistema Cantareira (AGÊNCIA PCJ, 2022). Assim sendo, o aumento dos preços cobrados não necessariamente causa maior arrecadação, já que existem diversos outros fatores que influenciam nessa variável, quadros de escassez hídrica, inadimplência dos usuários, diminuição do consumo, dentre outros.

3.4.2 VALORES ARRECADADOS EM RIOS DE DOMÍNIO DO ESTADO DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS

A princípio, desde a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos no domínio do estado de São Paulo em 2007 até o ano de 2021, arrecadou-se R\$254.270.151,49, como se pode observar na Figura 21 (AGÊNCIA PCJ, 2021). Devido a progressividade dos valores cobrados nos três primeiros anos após a implantação da Cobrança PCJ Paulista, somente a partir de 2009 se passou a cobrar 100% do preço unitário básico, sendo que em 2007 e 2008, foram cobrados 60% e 75%, respectivamente (COMITÊS PCJ, 2006a).

Figura 21 - Valor arrecadado (R\$) referente à Cobrança PCJ Paulista no período de 2007 a 2021 nas Bacias PCJ



Fonte: Elaborados pelos autores (2023) a partir de dados de Agência PCJ (2022).

Acresce que os valores arrecadados vêm aumentando desde o ano de 2014, devido à trabalhos de regularização e parcelamento de débitos, que recuperaram valores referentes a exercícios anteriores. Além disso, a Fundação Agência das Bacias PCJ iniciou a inclusão dos usuários inadimplentes no Cadin Estadual desde 2017, ferramenta que auxiliou no processo de recuperação e negociação dos débitos. Ainda mais, os usuários inadimplentes passaram a ser incluídos no Sistema de Dívida Ativa do Estado de São Paulo a partir de 2018 (AGÊNCIA PCJ, 2018; 2022).

Também há reflexo dos novos PUBs praticados a partir de 2015, conforme Decreto nº 61.430, de 17/08/2015, assinado pelo governador do estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2015). Desta maneira, devido ao referido reajuste realizado em 2015 foi possível observar um aumento nos valores arrecadados, já que a tendência é a sua diminuição conforme a evolução do tratamento de esgoto e redução do consumo por meio de ações de combate às perdas.

Outro fato relevante ocorreu em 2019, com uma redução de 1579 usuários que se tornaram isentos da cobrança em razão da definição de novos limites para usos insignificantes estabelecidos pelo DAEE, com base no Parecer PJU/DAEE nº

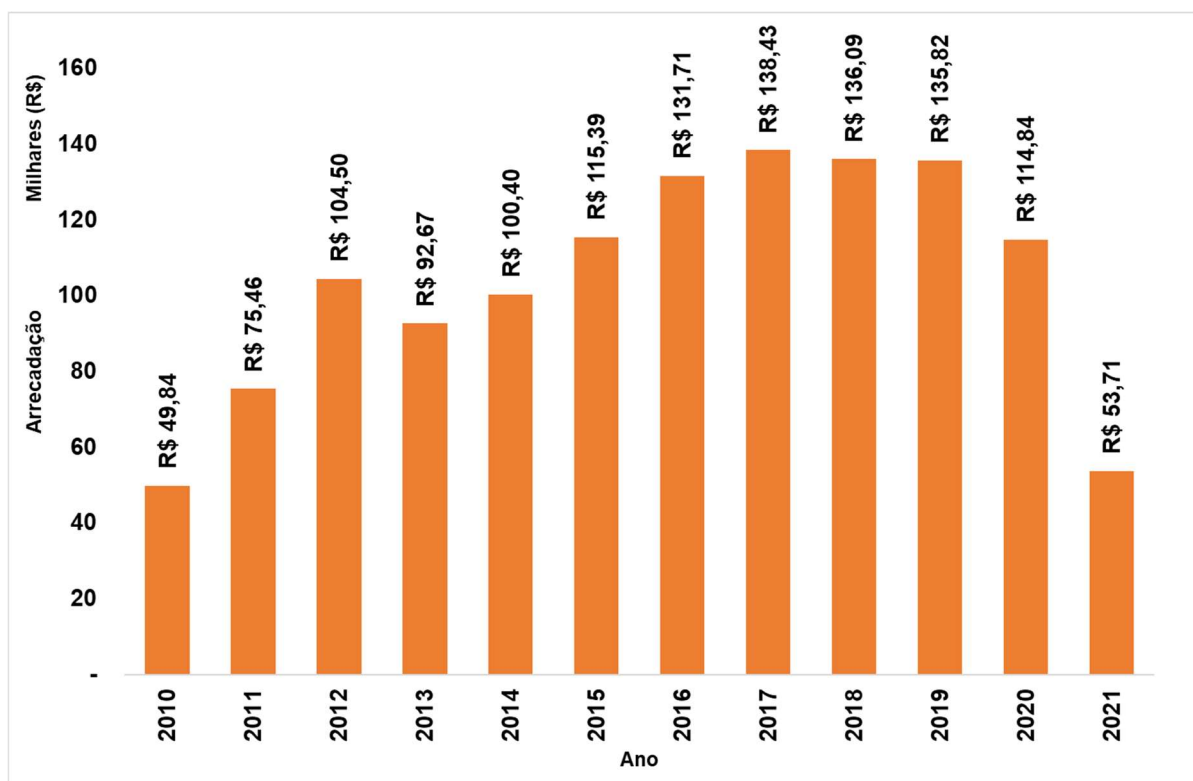
263/2018, de 10/12/2018 e Parecer CJ/SIMA nº 04/2019, de 09/01/2019 (AGÊNCIA PCJ, 2020). Desta maneira, a arrecadação se manteve estável em relação a 2019 com uma pequena queda de 13% em 2020.

Apesar do valor total arrecadado em 2021 ser superior à 2020, devido aos efeitos da pandemia da COVID 19, porém, o montante ainda foi inferior aos exercícios de 2018 e 2019, que precederam a pandemia. Além disso, em 2020 e 2021 não houve inclusão dos inadimplentes no Sistema de Dívida Ativa do Estado de São Paulo também devido a pandemia, reforçando a importância das iniciativas de recuperação de débitos (AGÊNCIA PCJ, 2022).

Por fim, de 2010 até 2021 foram arrecadados R\$ 1.248.867,09 na porção mineira das Bacias PCJ, ou seja, nos municípios de Camanducaia, Extrema, Itapeva, Sapucaí-Mirim e Toledo. Como se pode observar na Figura 22, nota-se uma tendência de aumento dos valores arrecadados no período. A partir de 2020 os preços praticados passaram a sofrer atualização pelo IPCA, conforme determinado pela Resolução CERH-MG nº 68/2021 (MINAS GERAIS, 2021).

Porém, não é possível notar aumento no valor arrecadado em 2021, já que se refere a valores cobrados em exercícios anteriores, porém, pagos em 2021. Isso decorre da mudança nos procedimentos para a realização da cobrança, que passou a adotar como referência o ano seguinte ao uso, considerando as outorga válidas até o último dia do ano anterior, bem como os dados declarados pelo usuário até 31 de janeiro do ano seguinte ao uso. Desta forma, os usuários serão cobrados pelo referido exercício somente em 2022 (AGÊNCIA PCJ, 2022).

Figura 22 - Valor arrecadado (R\$) referente à Cobrança PCJ Mineira no período de 2010 a 2021 nas Bacias PCJ



Fonte: Elaborados pelos autores (2023) a partir de dados de Agência PCJ (2022).

4 METODOLOGIA

O fenômeno estudado foi o uso princípio do poluidor-pagador na cobrança pelo uso de recursos hídricos, analisando principalmente o impacto financeiro do regime de bandeiras de preços e das melhorias propostas no sistema de cobrança das Bacias PCJ. Desta forma, a abordagem da presente pesquisa foi tanto qualitativa e quanto quantitativa.

Assim, a pesquisa qualitativa se preocupa nas ciências sociais com o universo dos significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, das ações e relações humanas (FERREIRA, 1994). Neste sentido, foi realizada uma análise qualitativa quanto aos impactos sociais, ambientais e econômicos nos usuários de recursos hídricos com a implementação do regime preços diferenciado e outras melhorias propostas no sistema de cobrança por lançamento na área de estudo.

Já o método quantitativo preocupa-se com representatividade numérica, ou seja, com a medição objetiva e a quantificação dos resultados. Esse também objetiva generalizar os dados de uma população por meio de amostragem representativa (ZANELLA, 2013). As simulações se baseiam no método quantitativo, com a avaliação do impacto financeiro aos usuários de recursos hídricos e no montante arrecadado com o regime de bandeiras de preços proposta.

É importante destacar que os dados quantitativos e qualitativos não se opõem, ao contrário, se complementam (FERREIRA, 1994). Desta maneira, ambos os métodos se complementam para atingir o objetivo final do presente estudo, que está voltado em fornecer uma ferramenta que possibilite a aplicação do princípio do poluidor pagador na cobrança por lançamento de poluição nos corpos d'água.

Com relação à natureza das fontes utilizadas para coleta dos dados e informações, a pesquisa foi bibliográfica e documental, uma vez que foi desenvolvida com base em material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos, além de documentos que ainda não sofreram um tratamento analítico (GIL, 2002). Assim, a fonte de dados foi tanto primária, com análise de banco de dados brutos, quanto secundária, com o aproveitamento de informações geradas de publicações científicas e artigos acadêmicos.

A pesquisa bibliográfica se realiza a partir do registro disponível de outros pesquisadores, decorrente de pesquisas anteriores, como livros, artigos, teses etc. (SEVERINO, 2013). A pesquisa bibliográfica é um compêndio sobre os principais

trabalhos relevantes já realizados, por serem capazes de fornecer dados atuais e importantes relacionados com o tema estudado (MARCONI; LAKATOS, 2003). Foram utilizadas publicações de órgãos e entidades da área ambiental, como a OCDE e a ANA, além de artigos acadêmicos com pesquisas semelhantes a presente para embasamento teórico e obtenção dos resultados.

Já no caso da pesquisa documental, tem-se como fonte documentos no sentido amplo, tais como dados históricos, estatísticos, arquivos oficiais, jornais, fotos, filmes, gravações, documentos legais, cujo conteúdo dos textos ainda não tiveram nenhum tratamento analítico, são ainda matéria-prima, a partir da qual o pesquisador vai desenvolver sua investigação e análise (MARCONI; LAKATOS, 2003; SEVERINO, 2013). Pode-se citar como exemplo de documentos utilizados na presente pesquisa a Deliberações de Comitês de Bacia Hidrográfica, base de dados da cobrança pelo uso de recursos hídricos e legislações aplicável a recursos hídricos.

4.1 *ESTUDO DE CASO*

O estudo de caso é a modalidade de pesquisa que consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2002). Lima, Harres e Paula (2018, p. 78) enquadram o estudo de caso como um tipo de pesquisa qualitativa que “prioriza a observação participante como principal método de coleta de dados, visando um tratamento histórico do ambiente”. Também é definido como uma investigação empírica que busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Assim, a pesquisa é direcionada ao que o caso possui de singular, envolve a interpretação de um contexto específico, retrata a realidade de forma completa e profunda, mostrando os vários aspectos presentes em um problema. Também usa diversas fontes visando cruzar informações e permite generalizações, para que o leitor possa aplicar em situações semelhantes (LIMA, HARRES E PAULA, 2018). Porém, Prodanov e Freitas (2013) alertam que é necessário parcimônia quanto a generalização dos dados, devido a possíveis incidências de fenômenos encontrados apenas no universo pesquisado.

Severino (2013) expõe que essa modalidade de pesquisa se concentra no estudo de um caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos

similares, de modo a ser apto a fundamentar uma generalização para situações análogas, autorizando inferências.

Desta forma, o estudo de caso é limitado em termos de tempo, eventos ou processos; o caso precisa ser identificado para conferir foco e direção à investigação; esse também deve ser único, específico, diferente e complexo. O investigador recorre a fontes múltiplas de dados e a métodos de coleta diversificados, como observações diretas e indiretas, documentos etc. (PRODANOV; FREITAS, 2013).

As fases de um estudo de caso são constituídas por um primeiro momento exploratório, na qual são especificados pontos e questões críticas; em segundo lugar, a delimitação do estudo, quando são coletadas as informações e definidos os instrumentos e técnicas para isto, a partir das características do objeto de estudo; em terceiro a análise sistemática dos dados e elaboração de relatório das observações. Por fim, é feita a definição se o estudo é típico ou atípico e se os resultados podem ser generalizados (LIMA; HARRES; PAULA, 2018).

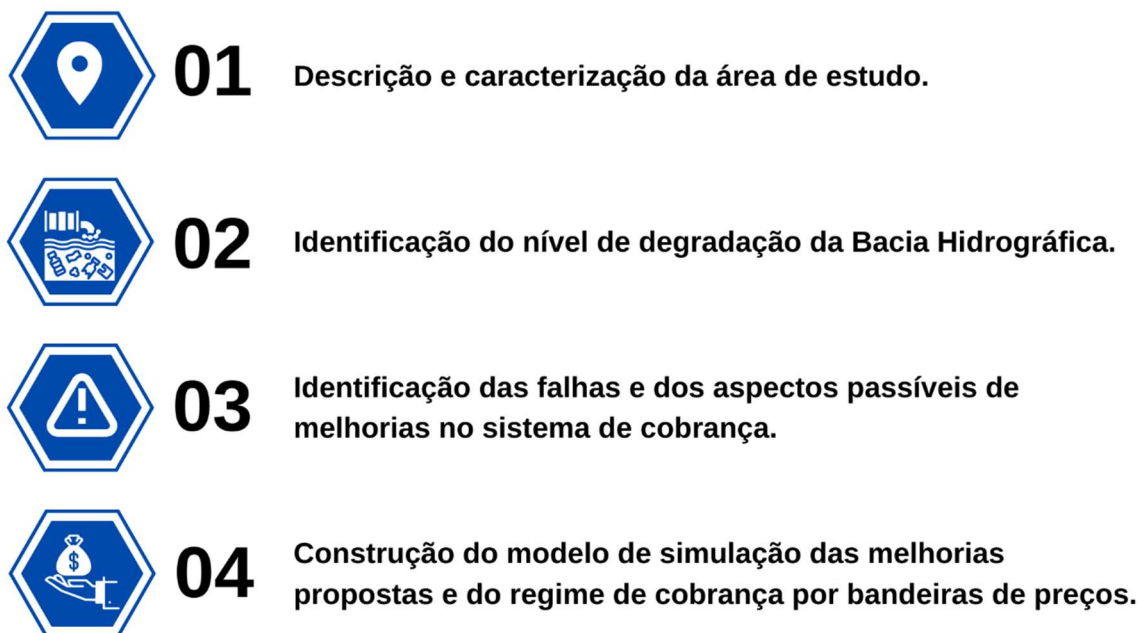
O presente trabalho utiliza como base o estudo de caso do sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, com enfoque da cobrança por lançamento de poluentes. A base de dados da cobrança pelo uso de recurso hídricos da área de estudo serviu como apoio para a simulação do esquema de bandeiras de preço proposto.

A área de estudo foi escolhida por diversos motivos, discutidos ao longo do presente trabalho, sendo os principais: o seu pioneirismo na implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil; sua intensa atividade econômica com concentração de usuários industriais e do setor de saneamento e; baixa disponibilidade hídrica com frequentes conflitos pelo uso da água.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A Figura 23 sintetiza o fluxo metodológico utilizado e nos itens subsequentes são descritos com mais detalhe.

Figura 23 - Procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

01. Descrição e caracterização geral da área de estudo: foram coletadas informações relevantes para condução deste estudo, incluindo dados sobre a situação física, social e econômica da bacia hidrográfica, tais como localização, população, uso e ocupação do solo, principal atividade econômica, principais usos da água, índices de saneamento, classe de enquadramento do corpo hídrico e principais fontes de poluição. Além disso, foi avaliado o sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos das Bacias Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, com ênfase no lançamento de efluentes, incluindo uma análise detalhada dos valores arrecadados por domínio (São Paulo, Minas Gerais e da União).

02. Identificação do nível de degradação da bacia hidrográfica

Foram realizados os seguintes levantamentos para o estudo:

- Levantamento da legislação aplicável aos padrões de lançamento de efluentes em corpos d'água.
- Identificação do nível de degradação da área de estudo em termos de qualidade e quantidade, com destaque para as principais fontes poluidoras,

conforme o plano de recursos hídricos vigente e o Índice de Qualidade das Águas - IQA da CETESB.

- c. Levantamento da carga anual de $\text{DBO}_{5,20}$ lançada na área de estudo, obtida a partir do cadastro de usuários do banco de dados da cobrança pelo uso de recursos hídricos. A análise foi realizada por setor de usuário de recursos hídricos e por domínio do corpo d'água.

03. Identificação das falhas e dos aspectos passíveis de melhorias

Foi realizada uma análise completa do mecanismo de cobrança, incluindo a fórmula e os coeficientes ponderadores. Essa análise foi efetuada com base na metodologia proposta por Assis, Ribeiro e Moraes (2018), para a proposição de melhorias para o sistema de cobrança por lançamento na área de estudo.

A primeira fase do projeto consiste na identificação das falhas e aspectos passíveis de melhorias do sistema de cobrança por lançamento de efluentes. Isso será feito por meio de uma análise minuciosa do mecanismo e dos componentes da fórmula da cobrança, com o objetivo de identificar as principais falhas e lacunas do sistema, bem como as oportunidades de melhoria. A análise foi feita com enfoque na identificação de problemas de equidade.

Serão avaliados diferentes aspectos do sistema de cobrança das bacias PCJ para identificar lacunas e possíveis melhorias. Alguns critérios a serem considerados são:

- a) **Base de cálculo:** Será avaliado se a base de cálculo utilizada para determinar o valor da cobrança é a mais adequada. Serão exploradas outras opções e casos de sucesso que tenham utilizado bases diferentes. Será verificado se existem recomendações dos órgãos gestores sobre o assunto. Por fim, será avaliada se a unidade de medida utilizada é a mais adequada.
- b) **Coeficientes ponderadores:** Será analisada a efetividade e adequação dos coeficientes ponderadores utilizados no cálculo da cobrança. Será considerada a possibilidade de aplicar outros coeficientes que sejam mais eficientes para alcançar os objetivos propostos.
- c) **Preços cobrados:** Será avaliado se os preços cobrados são suficientes para suprir as necessidades de investimentos na gestão dos recursos hídricos. Será considerada a compatibilidade dos preços cobrados com o

cenário nacional e internacional, levando em conta boas práticas e referências em outros contextos.

Ao final dessa fase, espera-se ter um diagnóstico completo do sistema de cobrança por lançamento de efluentes, com uma lista clara das principais falhas e lacunas, bem como uma visão geral das oportunidades de melhoria e aperfeiçoamentos que poderão ser aprofundadas em próximos estudos, considerando os objetivos legalmente previstos.

04. Construção do modelo de simulação das melhorias propostas e do regime de cobrança por bandeiras de preços

Na segunda fase do estudo, foi construído um modelo de simulação das melhorias propostas e do regime de cobrança por bandeiras de preços, que permitiu avaliar como as alterações propostas afetariam a arrecadação da cobrança pelo uso de recursos hídricos nas Bacias PCJ. Para construção do modelo foram levantados dados por uso e por domínio do corpo d'água, como valores arrecadados, carga orgânica, percentual de remoção etc. Foram utilizadas planilhas eletrônicas do software Microsoft Excel para testar diferentes cenários de cobrança, considerando as mudanças propostas.

As planilhas eletrônicas permitem variar os componentes das equações conforme alterações propostas no presente estudo, sendo: base de cálculo, preços praticados e coeficientes ponderadores. Um dos cenários a ser testado será a adoção de um regime de cobrança por bandeiras de preços. Nesse regime, os usuários de recursos hídricos pagariam diferentes preços pelo lançamento de efluentes, de acordo com a concentração de $\text{DBO}_{5,20}$. A adoção de uma regime diferenciado de preços já é utilizado em outros Comitês de Bacias Hidrográficas e pode ser adaptado às condições das Bacias PCJ.

Ao simular diferentes cenários de cobrança, foi possível avaliar o impacto das mudanças propostas na arrecadação da cobrança pelo uso de recursos hídricos, bem como na distribuição dos custos entre os usuários de recursos hídricos. Com base nesses resultados, foram feitas sugestões para aperfeiçoar o sistema de cobrança das Bacias PCJ.

Também foram avaliados outros sistemas de cobrança em rios de domínio da União, visando comparação os preços praticados nas Bacias PCJ e eventuais

sugestões de melhoria. Um exemplo é a cobrança realizada na Bacias do rio São Francisco, que utiliza a vazão indisponível como base de cálculo para a cobrança por efluentes.

4.3 OBTENÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA DO MODELO DE SIMULAÇÃO

Para alimentar o referido modelo foi utilizado o banco de dados da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio do estado de São Paulo no período de 2018 a 2020, conforme solicitação via Sistema de Informação ao Cidadão - SIC à Fundação Agência das Bacias PCJ realizado em 04/01/2022, o qual foi atendido em 25/01/2022, em relação aos dados de 2020.

Para o ano de 2021 os dados da Cobrança PCJ Paulista ainda não haviam sido disponibilizados pelo órgão gestor, até o momento da solicitação efetuada via SIC, tendo em vista limitações técnicas no sistema utilizado para extração dos dados.

O banco de dados da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio da União também foi obtido via SIC à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico feita em 30/06/2022, com resposta em 13/07/2022, relativo ao período de 2018 a 2021.

Foram obtidas informações do banco de dados da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio do estado de Minas Gerais via SIC ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, feita em 07/08/2022 com resposta em 05/09/2022, relativo ao período de 2018 a 2020. Os dados de 2021 ainda não estavam disponíveis no momento da realização deste SIC, pois a partir de 2021 houve mudança do ano base de cobrança para o anterior ao lançamento ao invés do ano corrente. Desta maneira, os valores relativos as outorgas vigentes em 2021 ainda estavam sendo cobradas em 2022.

Também foram obtidos dados do indicador 1A6 – Cadastro de Usuários do Contrato de Gestão nº 003/ANA/2011 referente ao período de 2018 a 2020, relativos à cobrança em rios de domínio da União, do estado de São Paulo e de Minas Gerais, disponibilizado no site da Fundação Agência das Bacias PCJ (AGÊNCIA PCJ, 2020).

Por fim, também se utilizou o banco de dados de outorgas em rios de domínio da União, disponibilizado do site da Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA) do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), através do

Mapa Interativo de Outorgas de Direito de Uso de Recursos Hídricos de Domínio da União Emitidas pela ANA (ANA, 2019c).

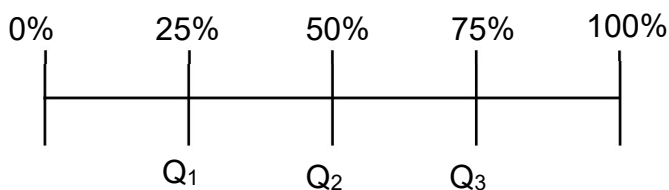
4.4 DETERMINAÇÃO DAS FAIXAS DE VALORES E CORES DAS BANDEIRAS DE PREÇOS

Para facilitar a compreensão dos usuários, adotou-se no estudo a utilização das cores verde, amarela e vermelha, seguindo uma abordagem semelhante à das bandeiras tarifárias no setor elétrico. Essas cores foram escolhidas para funcionar como um semáforo, indicando aos usuários o significado de cada faixa. No setor elétrico, as cores sinalizam o custo mensal da energia elétrica, permitindo os usuários a opção de reduzir o consumo em períodos de tarifas mais altas.

Já no estudo de caso das Bacias PCJ, as faixas estão associadas à concentração de poluentes lançados pelos usuários. Assim, quanto menor a concentração de poluentes, menor será o preço cobrado, e vice-versa. Na simulação realizada, utilizou-se o parâmetro $DBO_{5,20}$, uma vez que a carga orgânica é atualmente o poluente considerado para a cobrança pelo lançamento aos usuários nas Bacias PCJ, com base nos dados disponíveis.

Segundo Castanheira (2018), as medidas de dispersão (ou de afastamento) são medidas estatísticas usadas para verificar quanto os valores em uma pesquisa estão dispersos ou afastados em relação à média ou a mediana. O grau de variabilidade (ou dispersão, ou afastamento) dos valores de um conjunto de números pode ser avaliado usando medidas de dispersão absoluta, dentre elas, consta a amplitude ou intervalo semi-interquartilica, ou desvio quartil. Os quartis são uma medida de posição que permitem dividir a amostra em quatro partes iguais, com o mesmo número de elementos, conforme Figura 24 (CASTANHEIRA, 2018).

Figura 24 - Exemplo de divisão de um conjunto de dados em quartis



Fonte: Adaptado de Castanheira (2018).

Segundo Castanheira (2018), se dividem a seguintes forma:

Q_1 = primeiro quartil, é a mediana de todos os valores inferiores a mediana do conjunto de dados;

Q_2 = segundo quartil (coincide com a mediana);

Q_3 = terceiro quartil, é a mediana de todos os valores superiores a mediana do conjunto de dados.

As fórmulas para o cálculo são descritas na Equação 7:

Equação 7 - Fórmulas para cálculo dos quartis de um conjunto de valores

$$Q_1 = L_i + \frac{\left(\frac{n}{4} - \sum f_{ant}\right) \cdot A}{f_{Q_1}}$$

$$Q_2 = L_i + \frac{\left(\frac{n}{2} - \sum f_{ant}\right) \cdot A}{f_{Q_2}}$$

$$Q_3 = L_i + \frac{\left(\frac{3n}{4} - \sum f_{ant}\right) \cdot A}{f_{Q_3}}$$

Fonte: Castanheira (2018).

Para estabelecer os limites de cada bandeira de preço, utilizou-se o valor da concentração de $DBO_{5,20}$ lançada por todos os usuários de recursos hídricos outorgados, com base nos dados da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio da União no período de 2018 a 2021, e nos dados do estado de São Paulo e Minas Gerais no período de 2018 a 2020. Essas faixas de valores foram elaboradas como referência para definir os valores cobrados em cada categoria.

Os quartis foram calculados utilizando a função QUARTIL do software *Excel*. Essa função recebe como argumentos uma matriz de dados e o quarto desejado, retornando os valores correspondentes, como descrito no Quadro 12. No caso deste estudo, os quartis foram calculados considerando a população de usuários de recursos hídricos que lançaram carga orgânica nos corpos d'água das Bacias PCJ nos anos de 2018 a 2021. Os dados foram obtidos a partir do banco de dados da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Os valores obtidos dos quartis são descritos na Tabela 5.

É importante ressaltar que os valores limites das faixas de preço foram calculados anualmente e para cada domínio do corpo hídrico. Portanto, os limites das bandeiras variam anualmente conforme a concentração de $\text{DBO}_{5,20}$ (mg/l) lançada pelos usuários de recursos hídricos em cada ano, sendo obtidos diretamente do cadastro da cobrança pelo uso de recursos hídricos, considerando a amplitude da população.

Quadro 12 - Funcionamento da função QUARTIL no software excel

Se o quarto for igual a	QUARTIL retornará
0	Valor mínimo
1	Primeiro quartil (25%)
2	Valor médio (50%)
3	Terceiro quartil (75%)
4	Valor Máximo

Fonte: Microsoft Office (2022).

Tabela 5 - Limites das faixas das bandeiras de preço baseado na concentração de $\text{DBO}_{5,20}$ (mg/l) lançado pelos usuários

Domínio da União				Domínio Estadual Paulista e Mineiro			
Quartil	Q ₁ (25%)	Q ₂ (50%)	Q ₃ (75%)	Quartil	Q ₁ (25%)	Q ₂ (50%)	Q ₃ (75%)
2018	7	23	49	2018	14	60	150
2019	15	32	89	2019	16	60	185
2020	15	33	78	2020	14	60	156
2021	14	30	67				

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Para definir os limites entre as bandeiras de preço, utilizou-se o valor do primeiro quartil, Q_1 , como limiar entre a bandeira verde e a amarela. Esse valor representa os 25% dos usuários que lançam menos carga orgânica, considerando cada ano e domínio do curso d'água. Portanto, todos os usuários com concentração de $\text{DBO}_{5,20}$ inferior ou igual ao valor de Q_1 foram enquadrados como bandeira verde para fins de simulação.

Por outro lado, o limiar para a bandeira vermelha foi definido como o terceiro quartil, Q_3 , representando os 25% dos usuários que lançam a maior concentração de poluentes. Por fim, o intervalo entre Q_1 (25% que menos poluem) e Q_3 (25% que mais poluem) foi categorizado como bandeira amarela. Dessa forma, as faixas de preço foram estabelecidas com base nesses critérios para cada ano e domínio do curso d'água considerado. O objetivo é incentivar todos os usuários a alcançarem a bandeira verde, proporcionando um caráter educativo a essa proposta de precificação.

Portanto, os limites das faixas das bandeiras de preços são dinâmicos e variam anualmente conforme os lançamentos de poluentes. É importante ressaltar que uma possibilidade, não abordada no presente estudo, seria agrupar os setores usuários e estabelecer limites variáveis. Nesse cenário, as particularidades dos setores que lançam maiores níveis de poluentes seriam consideradas, tanto quanto a natureza da atividade, como exemplo do setor saneamento. Por exemplo, um operador de saneamento dificilmente mudaria de bandeira como os usuários de pequeno porte, devido ao grande volume de esgotos lançados.

Assim, a ferramenta de bandeira de preços pode ser facilmente adaptada às necessidades específicas da bacia hidrográfica, utilizando diferentes critérios, como o enquadramento dos corpos d'água, a espacialização geográfica e o setor do usuário. No entanto, por questões metodológicas, o presente estudo optou por vincular as faixas de preços à concentração do poluente lançado.

O limite de Q_1 da bandeira verde também foi estabelecida visando respeitar padrão de lançamento para o parâmetro $DBO_{5,20}$ conforme alínea V artigo 18 do Decreto Estadual nº 8.468/1976 – São Paulo, de 60 mg/L, descrita a seguir. Desta maneira, visa-se onerar os usuários que lançam acima do limite estabelecido pela legislação pertinente.

Art. 18 - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água, desde que obedeçam às seguintes condições: [...]

V - $DBO_{5,20}$ no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro) (SÃO PAULO, 1976).

Também é importante salientar algumas conversões de unidades que foram feitas para obter os valores de concentração de $DBO_{5,20}$ realizadas no presente estudo em mg/L. Na base de dados obtida foi possível obter os valores de Carga anual de $DBO_{5,20}$ efetivamente lançada (kg/ano) – CO_{DBO} , que foram convertidos para mg/ano.

O volume de lançamento outorgado e medido também foi convertido de m³/ano para L/ano.

Por fim, a concentração foi obtida por meio da divisão da carga pelo volume lançado, em mg/L. Optou-se por essa unidade por amplamente utilizada e permitir a comparação com a legislação vigente, que apresenta padrões de lançamento em mg/L, conforme descrito no item 5.1. Von Sperling (1995) expôs que a carga é expressa em termos de massa por unidade de tempo, sendo a Equação 8 demonstra a fórmula para cálculo da carga e concentração de um poluente:

Equação 8 - Equação para cálculo da carga e concentração de um poluente

$$Concentração = \frac{carga}{volume}$$

$$Carga = concentração \cdot vazão$$

Fonte: Von Sperling (1995).

Desta maneira, foi utilizada a Equação 8 para cálculo da concentração do poluente anualmente em cada domínio do corpo hídrico. Com base nos valores de concentração obtidos, foi possível determinar a cor da bandeira correspondente ao uso e realizar os cálculos que simulam o valor a ser pago no regime de bandeiras proposto neste estudo.

A variação dos preços de acordo com o regime de bandeiras foi simulada em dois cenários distintos. No Cenário 1, foi simulada a manutenção do preço atual na bandeira amarela, um aumento para a bandeira vermelha e um desconto para a bandeira verde. Por outro lado, no Cenário 2, o preço atual foi mantido para a bandeira verde, enquanto ocorreram aumentos percentuais para os PUBs (Pontos de Uso de Benefício) nas bandeiras amarela e vermelha.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram organizados de maneira a apresentar, em um primeiro momento, um levantamento da legislação pertinente na temática de lançamento de efluentes em corpos d'água, com enfoque para o estado de São Paulo.

Logo após foi efetuada uma análise do nível de poluição da área de estudo em relação ao lançamento de carga orgânica, parâmetro atualmente utilizado para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos para fins de diluição na área de estudo.

Por fim, foram efetuadas as simulações do regime de bandeiras de preços para o lançamento de efluentes no sistema de cobrança por poluição nas Bacias PCJ. Também foram expostas e discutidas as melhorias propostas nos componentes da fórmula da cobrança por lançamento de poluentes.

Em primeiro lugar, é importante prezar pela transparência das equações da cobrança pelo uso de recursos hídricos por lançamento de poluentes. Por isso, foram propostas uma série de melhorias nos componentes da fórmula da cobrança por lançamento, com destaque a padronização da nomenclatura, da fórmula e dos coeficientes adotados nos três domínios das Bacias PCJ. O objetivo é facilitar o entendimento e a aceitação da cobrança pelos usuários.

5.1 DIRETRIZES LEGAIS E NÍVEL DE POLUIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Inicialmente, os padrões de lançamento de efluentes determinados na legislação vigente foram levados em consideração para proposição do esquema de bandeiras de preços. Assim, foi conduzida uma pesquisa ampla da legislação e atos normativos aplicáveis aos parâmetros de interesse deste estudo, sendo: DBO_{5,20}, nitrogênio, fósforo e coliformes termotolerantes.

Assim, no âmbito federal, a Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005). Posteriormente, a Resolução CONAMA nº 357/2005 foi alterada e complementada pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2011).

Além disso, no âmbito do estado de São Paulo, o Decreto nº 8.468 de 08/09/1976 regulamenta a Lei Estadual nº 997, de 31/05/1976, que dispõe sobre a

prevenção e o controle da poluição do meio ambiente e proíbe o lançamento ou a liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo. Também traz importantes definições, como: poluente, fontes de poluição, classificação das águas e padrões de qualidade (SÃO PAULO, 1986).

Bem como, o Decreto nº 10.755/1977 dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores no território do estado de São Paulo, enquadrando todos os corpos d'água em seu território entre as classes de 1 a 4, conforme previsto no Decreto nº 8.468/1976 (SÃO PAULO, 1977). No território das Bacias PCJ, nos corpos d'água são enquadrados entre as classes 1 a 4, sendo que a maioria dos corpos d'água são de classe 2 (CONSÓRCIO PROFILL RHAMA, 2020).

Desta maneira, os padrões de qualidade dos parâmetros de interesse do presente estudo conforme classes de enquadramento corpos d'água para águas doces foram identificados na Resolução CONAMA nº 357/2005 e no Decreto nº 8.468/1976. Destaca-se que os limites dos parâmetros de interesse variam conforme a classe de enquadramento dos corpos d'água.

A Tabela 6 expõe os limites estabelecidos da Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de classe 3, considerando os parâmetros de interesse do presente estudo. Também é importante salientar que os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência (BRASIL, 2005).

Tabela 6 - Padrões de qualidade de águas doces estabelecidos da Resolução CONAMA nº 357/2005 para os parâmetros de interesse

Parâmetros de interesse	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Unidade
DBO _{5,20}	3	5	10	N.A. ¹	mg/L O ₂
Nitrato	10	10	10	N.A.	mg/L N
Nitrito	1	1	1	N.A.	mg/L N
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1	0,15	0,15	N.A.	mg/L P
Coliformes termotolerantes (sem contar uso para recreação de contato secundário, dessedentação de animais)	200	1000	4000	N.A.	coliformes termotolerantes por 100 mililitros

Fonte: BRASIL (2005). ¹ Não se aplica.

Outrossim, efluentes são despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos, que só podem ser lançados nos corpos de água, direta ou indiretamente, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução CONAMA nº 357/2005 e 430/2011 e em outras legislações pertinentes. O órgão ambiental competente poderá exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica (BRASIL, 2005, 2011).

Inclusive, o Decreto nº 8.468 de 08/09/1976 estabelece em seu artigo 18 as condições nas quais os efluentes de qualquer fonte poluidora poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nas coleções de água. Já no artigo 19-A são estabelecidas as condições que efluentes de qualquer fonte poluidora sejam lançados em sistemas de esgotos, providos de tratamento e com capacidade e tipos adequados (SÃO PAULO, 1976).

Desta maneira, a Tabela 7 expõe os padrões de lançamentos para os parâmetros Nitrogênio Amoniacal Total e DBO_{5,20} conforme Resolução CONAMA nº 430/2011 e Decreto nº 8.468/1976 – São Paulo. Para os demais parâmetros de interesse não foi localizado padrão de lançamento específico (fósforo e coliformes termotolerantes). Portanto, para o esquema de bandeira de preços atualmente proposto foi considerado o padrão de 60 mg/L para o parâmetro DBO_{5,20} previsto na alínea V, do Art. 18 do Decreto Paulista nº 8.468/76, já que considera efluentes de qualquer fonte poluidora e é aplicável a maior parcela do território da área de estudo.

Tabela 7 - Padrões de lançamento de efluentes para os parâmetros de interesse do presente estudo

Parâmetros de interesse	Padrões de lançamento	Unidade	Referência
Nitrogênio amoniacal total	20	mg/L	Alínea V do Art. 16 da Resolução CONAMA nº 430/2011. Para efluentes de qualquer fonte poluidora.
DBO _{5,20}	60	mg/L	Alínea V do Art. 18 do Decreto nº 8.468/76 - São Paulo Para efluentes de qualquer fonte poluidora.
	120	mg/L	Alínea d do Art. 21 da Resolução CONAMA nº 430/2011. Somente para efluentes oriundos de sistemas de tratamentos de efluentes sanitários.
	Remoção mínima de 60%	%	Alínea g do Art. 16 da Resolução CONAMA nº 430/2011. Para efluentes de qualquer fonte poluidora.

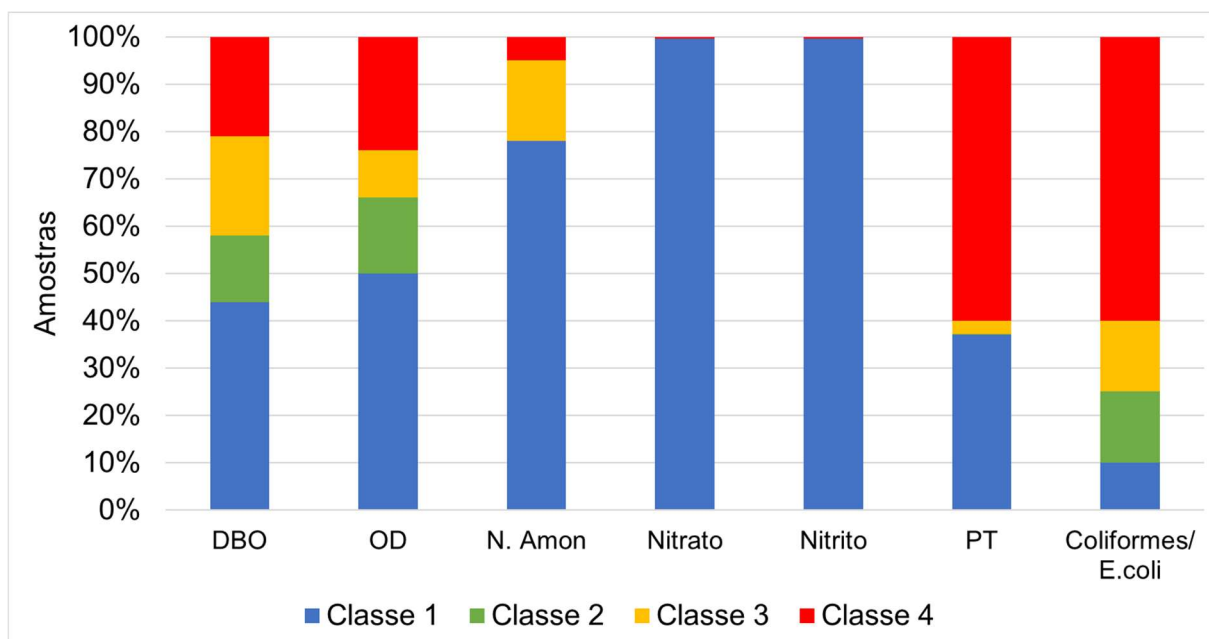
Fonte: BRASIL (2005) e SÃO PAULO (1976).

Ainda, o Plano das Bacias PCJ realizou uma avaliação de amostras de qualidade das águas das Bacias PCJ, entre 2009 e 2015, em comparação com as classes da Resolução CONAMA nº 357/2005, com os resultados expostos na Figura 25. Esse estudo indicou que em torno de 60% das amostras para os parâmetros Coliformes Termotolerantes/E. coli e Fósforo Total estão com padrões equivalente a Classe 4.

Já os parâmetros DBO, Oxigênio Dissolvido e Nitrogênio Amoniacal são equivalentes a Classe 1 e 2, com uma quantidade preocupante em Classe 3 e 4. Por fim, para os parâmetros Nitrato e Nitrito praticamente todas as amostras equivalem a Classe 1, (CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA, 2020). Desta maneira, para o presente estudo foram selecionados como parâmetros de interesse DBO_{5,20}, nitrogênio, fósforo,

coliformes termotolerantes, já que apresentam maior número de amostras em Classe 3 e 4, com usos mais restritos em relação as demais.

Figura 25 - Classes de qualidade da Resolução CONAMA nº 357/2005 das amostras de água das Bacias PCJ segundo parâmetros de interesse



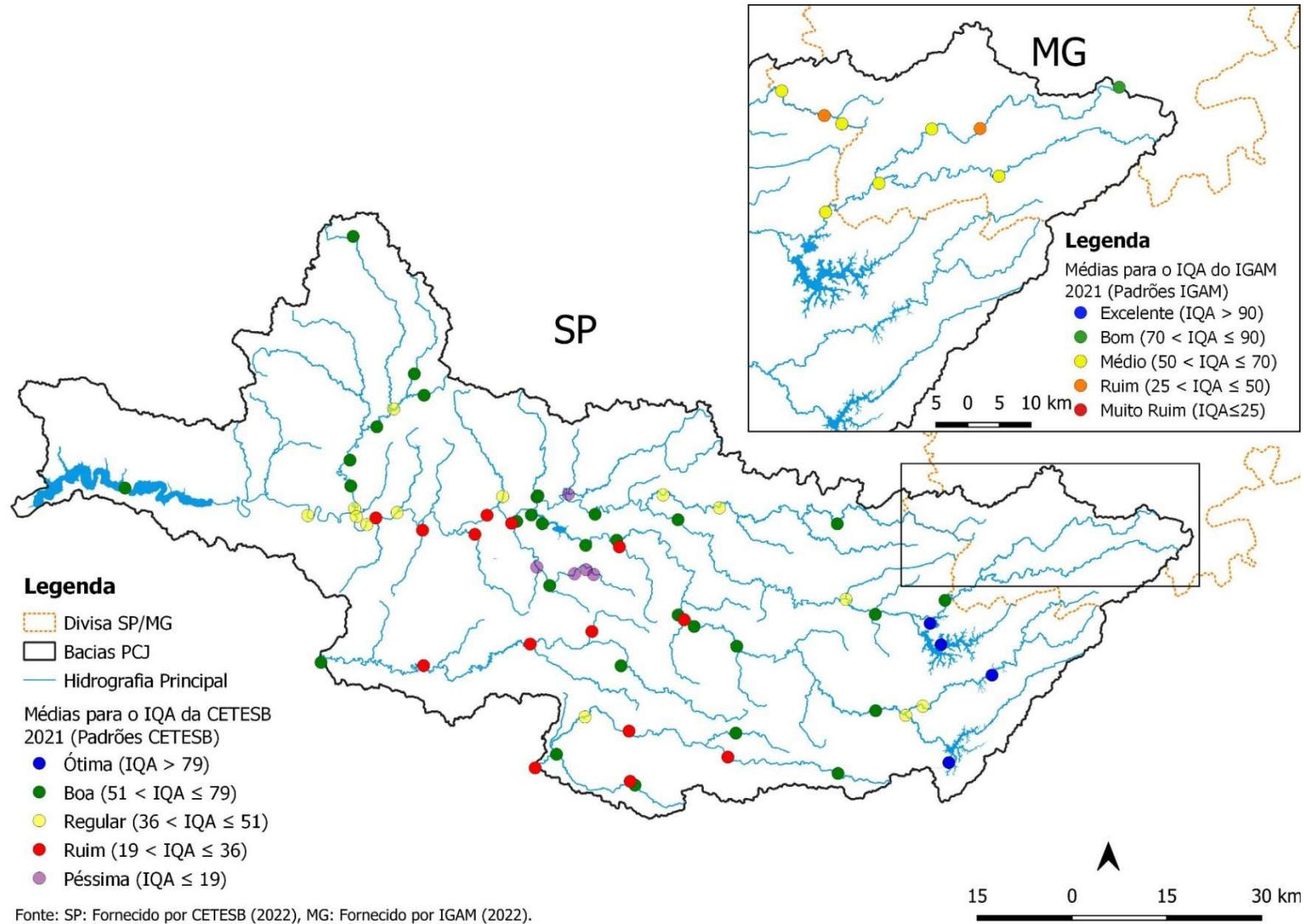
Fonte: Consórcio Profill-Rhama (2020, p.59).

Além disso, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) é utilizado para avaliar a qualidade da água bruta, indica lançamento de efluente sanitários e permite determinar se ela pode ser utilizada para o abastecimento público. Esse índice considera nove parâmetros de qualidade, sendo: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, *Escherichia Coli*/ coliforme termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez (CETESB, 2021).

Em 2021, foi avaliado o resultado do IQA em alguns pontos de monitoramento das Bacias PCJ. O trecho do rio Jundiá foi classificado como qualidade “Ruim” entre os municípios de Jundiá e Itupeva. No rio Capivari, há vários pontos classificados como “Ruim”, exceto mais a montante e a jusante. O rio Atibaia apresentou uma classificação geral de “Boa” no IQA, mas houve uma piora na qualidade em dois pontos, um em Valinhos e outro entre Campinas e Paulínia, que foram classificados como “Ruim”. Já o rio Piracicaba obteve uma classificação “Boa” somente a jusante do reservatório de Salto Grande e no reservatório de Barra Bonita, mas nos demais pontos predominam as classificações “Ruim” e “Regular” (AGÊNCIA PCJ, 2022).

As Bacias PCJ apresentam variações na qualidade da água, com pontos classificados como “Ruim” e “Péssima” nas áreas urbanas das sub-bacias dos rios Piracicaba, Jaguari e Jundiaí. O lançamento de esgotos sanitários tem um grande impacto na qualidade da água, principalmente na região metropolitana de Campinas, que é o maior aglomerado urbano da área de estudo. As classes adotadas pelo IGAM no estado de Minas Gerais são distintas das utilizadas pela CETESB em São Paulo, mas é preocupante notar que as regiões das cabeceiras do rio Piracicaba têm predominância de classes de qualidade “Média” e “Ruim” (AGÊNCIA PCJ, 2022). A Figura 26 apresenta a espacialização do IQA nas Bacias PCJ.

Figura 26 - Espacialização dos Posto do IQA em 2021 nas Bacias PCJ



Fonte: Agência PCJ (2022).

5.2 NÍVEIS DE LANÇAMENTO DE CARGA ORGÂNICA

Segundo Agência PCJ (2021), foram lançados 33,85 milhões de kg/ano de carga orgânica em corpos hídricos no território das Bacias PCJ em 2020. A Tabela 8 apresenta um resumo da quantidade de usuários e da carga orgânica lançada (kg/ano) nos três diferentes domínios das Bacias PCJ. A cobrança pelo uso da água em rios de domínio do estado de São Paulo (Cobrança PCJ Paulista) possui maior número de usuários, representando 94,76% do total e é responsável por 81,93% dos lançamentos.

Tabela 8 - Número de usuários e lançamento de carga orgânica nas Bacias PCJ em 2020

Domínio	Número de usuários	% usuários	Lançamento CO (Kg/ano)	% CO kg
União	113	4,59	5.922.144,97	17,50
Estado de São Paulo	2.331	94,76	27.733.038,03	81,93
Estado de Minas Gerais	16	0,65	194.292,72	0,57
Total	2.460	100,00	33.849.475,72	100,00

Fonte: elaborado pelos autores (2023) a partir de Agência PCJ (2021).

Já a Tabela 9 expõe o número de usuários de recursos hídricos por setor, bem como a quantidade de carga orgânica lançada por eles. Salienta-se ainda que foi necessário fazer pequenas adaptações nas diferentes nomenclaturas nas diferentes bases de dados dos órgãos outorgantes. O setor de “saneamento” foi padronizado, englobando esgotamento sanitário, abastecimento público e consumo humano. Acrescenta-se que a padronização da nomenclatura utilizada pelos diferentes níveis de governo seria de grande importância para a coerência dos sistemas de informações a nível nacional.

Tabela 9 - Número de usuários e lançamento de carga orgânica por setor de usuário nas Bacias PCJ em 2020

Setor	Número de usuários	% usuários	Lançamento CO (Kg/ano)	% CO kg
Saneamento	122,00	4,96	27.750.648,48	81,98
Industrial	1.022,00	41,54	3.280.517,57	9,69
Urbano Privado ¹⁶	1.240,00	50,41	1.476.321,99	4,36
Rural	56,00	2,28	2.010,53	0,01
Outros	20,00	0,81	1.339.977,15	3,96
Total	2.460,00	100,00	33.849.475,72	100,00

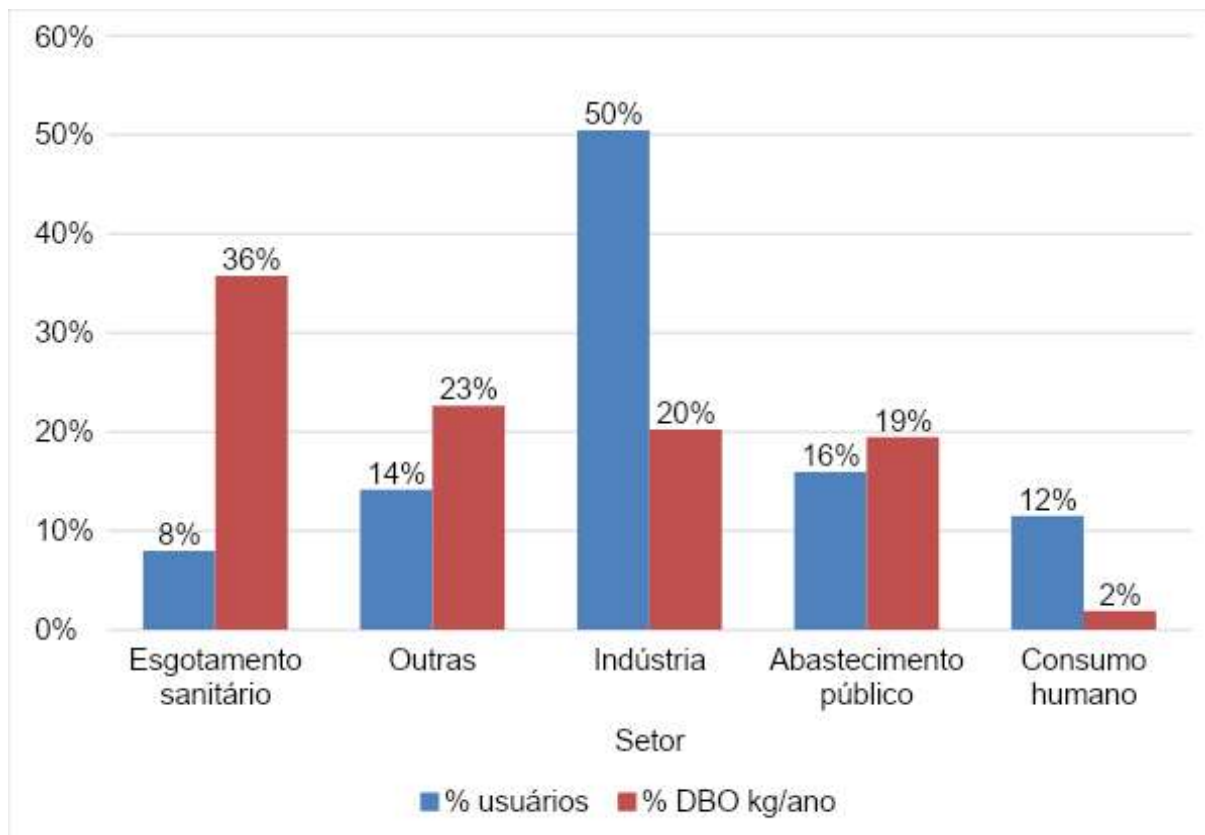
Fonte: Agência PCJ (2021).

Assim, o setor de saneamento se destaca por lançar a maior quantidade carga orgânica em comparação aos demais, representando 27,7 milhões de kg/ano de DBO_{5,20}, ou seja, 81,98 % do total. É possível notar uma diferença significativa da carga anual lançada pelo setor industrial, o segundo mais significativo, que representa 9,69% do total. Enfim, o setor urbano privado é o mais representativo quanto ao número de usuários (50,41%), influenciado principalmente pela Cobrança PCJ Paulista, seguido do industrial (41,54%).

Além disso, a Figura 27 demonstra a variação do número de usuários recursos hídricos e a respectiva carga orgânica lançada, por setor, em rios de domínio da União. Desta forma, o total de carga orgânica lançada pelos usuários de recursos hídricos, em 2020, foi de 5,92 milhões de kg de DBO_{5,20}. Destes, o setor de esgotamento sanitário é o principal responsável pelo lançamento de carga orgânica, com 36% do total lançado. Também são representativos outros usos (23%) e o setor industrial (20%).

¹⁶ Classificação exclusiva para a Cobrança PCJ Paulista.

Figura 27 - Número de usuários e carga orgânica lançada por setor da Cobrança PCJ Federal, em 2020



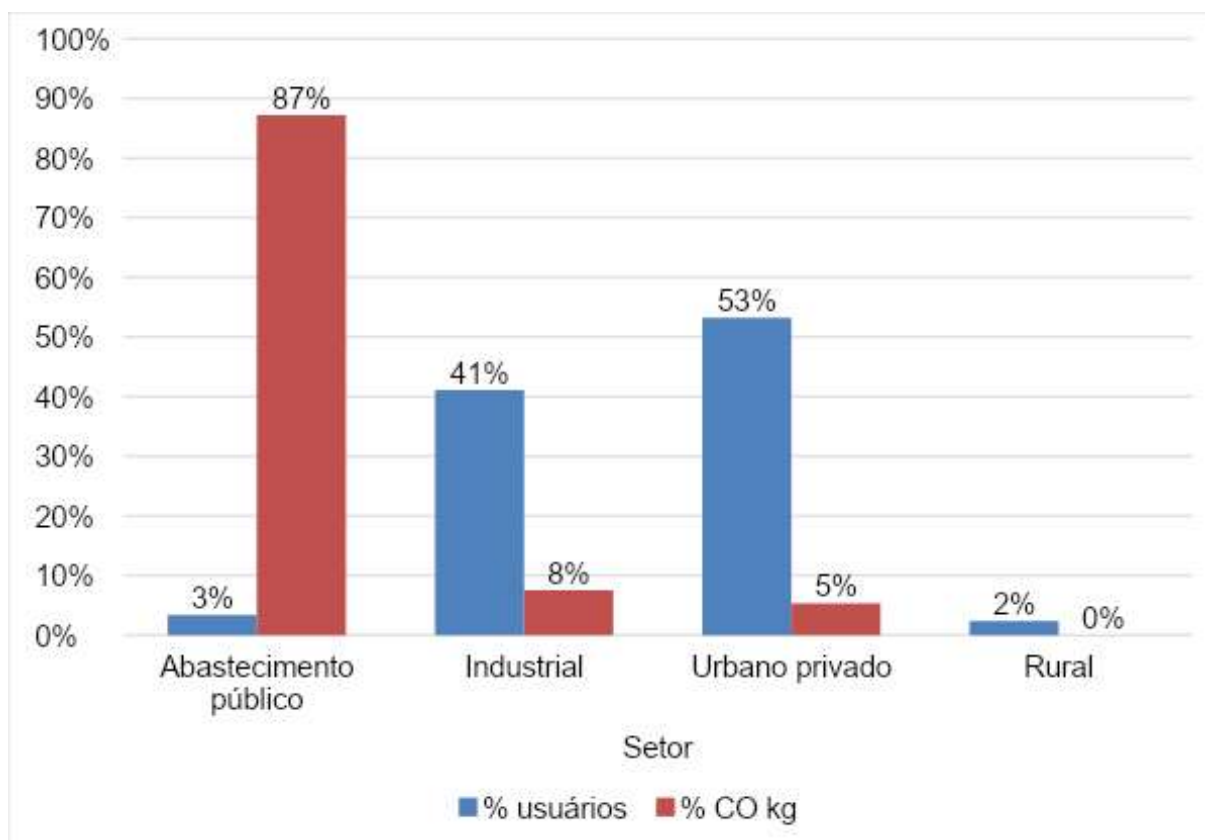
Fonte: Agência das Bacias PCJ (2021).

Já quanto ao número de usuários, a categoria mais representativa são as indústrias, representando 50% do total de 113 usuários, lançando cerca de 20% de toda a carga orgânica. Ao contrário, o setor de esgotamento sanitário, que possui maior emissão de carga orgânica, 36% do total, é o que possui menor quantidade de usuários (cerca de 8% dos usuários).

Ainda mais, a Figura 28 exprime a variação no número de usuários de recursos hídricos e a carga orgânica lançada, por setor de usuário, em rios de domínio do estado de São Paulo. O total de carga orgânica lançada, em 2020, foi de 27,73 milhões de kg de DBO_{5,20}. Destes, o setor de abastecimento público¹⁷ é o principal responsável pelo lançamento de carga orgânica, com 87% do total lançado. O segundo setor que mais lança efluentes em rios de domínio paulista é o industrial, representando 8% do total, com uma diferença significativa da categoria mais representativa.

¹⁷ Dentro do setor "Abastecimento Público" está contabilizada a proporção de domínio Estadual Paulista referente à transposição do Sistema Cantareira que, a partir de 2017, segue as repartições de volumes estabelecida na Nota Técnica Conjunta nº 1/2018/CSCOB/SAS/DAEE (AGÊNCIA PCJ, 2021).

Figura 28 - Número de usuários e carga orgânica lançada por setor da Cobrança PCJ Paulista, em 2020



Fonte: Agência das Bacias PCJ (2021).

O setor de usuário mais representativo da cobrança estadual paulista é o urbano privado, representando 53,20% do total de usuários, seguido pelo industrial (41,06%). Juntos, esses dois setores concentram quase a totalidade dos usuários da Cobrança PCJ Paulista, ou seja, 94,25%, porém representam somente 13% do total de carga orgânica lançada.

Em contraste, apesar de representar somente 3% do total de usuários, o setor de abastecimento público concentra 87% dos lançamentos de carga orgânica. Nota-se uma grande diferença da distribuição de carga orgânica lançada, por setor, em rios de domínio da União em relação estadual Paulista, esse possui maior concentração de lançamento em um único setor.

Quanto aos usuários da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio de Minas Gerais, somente o setor de saneamento lança carga orgânica nos corpos hídricos, no total de 4 usuários e 194.292,72 kg/ano (AGÊNCIA PCJ, 2021). Tendo em vista que a parte mineira das Bacias PCJ abrange somente 5 municípios,

é natural um número mais reduzido de usuários em comparação com os demais domínios.

5.3 RECOMENDAÇÕES DE MELHORIAS NA COBRANÇA POR POLUIÇÃO

A fórmula adotada pelos Comitês PCJ para a cobrança pelo lançamento de efluentes em seus três domínios sofreu poucas modificações ao longo do tempo, desde a sua implantação. A seguir são analisados os seguintes componentes da fórmula: base de cálculo, coeficientes ponderadores e preços unitários básicos. Desta forma, foram efetuadas algumas sugestões de melhorias e simulados o seu impacto arrecadatário.

5.3.1 SIMULAÇÕES NA BASE DE CÁLCULO: VAZÃO INDISPONÍVEL

Atualmente, a base de cálculo utilizada no território das Bacias PCJ é a carga orgânica lançada, em kg/ano, por meio do parâmetro $DBO_{5,20}$ (COMITÊS PCJ, 2005a; 2005b), a qual também é amplamente utilizada em outros sistemas de cobrança no Brasil (OCDE, 2017). Já a vazão indisponível (Q_{indisp}) é um aperfeiçoamento mais recente, que vem sendo utilizada faz alguns anos em Comitês de Bacia Hidrográficas do Rio São Francisco e é uma recomendação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico para as Bacias PCJ (ANA, 2005; Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - CBHSF, 2017).

Com efeito, a Q_{indisp} é definida como a soma da vazão de diluição com a vazão do efluente lançado, ou seja, que é efetivamente comprometida (SILVA, 2007), conforme mais bem detalhado no item 2.5.1. No âmbito das Bacias PCJ, a mudança na base de cálculo já foi prevista pela Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA)¹⁸ e se trata de uma melhoria pertinente, visto que considera o enquadramento dos corpos d'água, além da sua capacidade de autodepuração. Desta maneira, será possível aliar o enquadramento com a cobrança pelo uso de recursos hídricos, de maneira a atingir as metas previstas nos planos de recursos hídricos.

Assim, a Tabela 10 expõe os resultados das simulações dos valores arrecadados, utilizando a vazão da indisponível como base de cálculo, ao invés da

¹⁸ Por meio da Nota Técnica nº 476/2005/SOC/ANA, de 16/11/2005 (ANA, 2005).

carga orgânica de $\text{DBO}_{5,20}$ lançada em rios de domínio da união das Bacias PCJ, no período de 2019 a 2021, considerando duas hipóteses de preços unitários básicos a serem cobrados.

Tabela 10 - Resultado das simulações dos valores arrecadados utilizando a vazão de diluição como base de cálculo no período de 2019 a 2021 - Cobrança PCJ Federal

PUB R\$ 0,0171			
Ano	2019	2020	2021
Valor arrecadado (A)	809.153,21	895.881,76	935.146,01
Valor simulado – Q indisponível (B)	24.797.890,00	26.768.493,65	26.881.557,17
Diferença (B-A)	23.988.736,79	25.872.611,89	25.946.411,16
PUB R\$ 0,0012			
Ano	2019	2020	2021
Valor arrecadado (A)	809.153,21	895.881,76	935.146,01
Valor simulado – Q indisponível (B)	1.740.202,81	1.878.490,78	1.886.425,06
Diferença (B-A)	931.049,60	982.609,03	951.279,05

Fonte: elaborado pelos autores (2023) a partir de banco de dados fornecido pela ANA (2022).

Nesse sentido, foram utilizados para fins de simulação dois Preços Unitários Básicos (PUBs), sendo o primeiro igual ao preço cobrado por captação de água bruta nas Bacias PCJ em 2023, equivalente a R\$ 0,0171 (ANA, 2022). A utilização do PUB para captação de água bruta no lugar de lançamento de carga orgânica nas Bacias PCJ visou compatibilizar a nova unidade de medida requerida pelo uso da vazão indisponível como base de cálculo, que será alterada de carga (kg/ano) para volume (m^3/ano).

Caso fosse adotado o preço de R\$ 0,1718 por kg/ano, o PPU atual para o tipo de uso lançamento (ANA, 2022), o valor cobrado seria muito elevado, inviabilizando a cobrança pela vazão indisponível. Além disso, a utilização do PUB para captação é coerente, tendo em vista que o usuário, ao lançar uma determinada vazão de efluente está fazendo uso de uma certa quantidade de água para diluição e depuração, criando uma indisponibilidade para outros usos.

Já o segundo PUB simulado foi igual ao valor praticado no Comitês de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF) para lançamento de efluentes, tendo em vista que é cobrado por m^3 indisponibilizado, equivalente a R\$ 0,0012, no ano base

de 2017 (CBHSF, 2017). Como os valores são atualizados anualmente conforme IPCA, atualmente já está sendo cobrado R\$ 0,0015 por m³/ano, considerando os efeitos da Resolução CNRH nº 192/17 (ANA, 2023; BRASIL, 2018).

Assim sendo, mesmo que o PUB para captação tenha sido decidido no âmbito dos Comitês PCJ, ainda assim, nota-se que quanto aplicado para lançamentos, o valor cobrado por usuário e o montante arrecadado aumentam drasticamente, sendo um opção financeiramente inviável. Desta maneira, mesmo com a adoção do mesmo PUB para lançamento utilizado no CBHSF em seu primeiro ano de implantação, o valor arrecadado dobrou na simulação realizada. Assim, mesmo que a segunda opção seja comparativamente mais viável, ainda impactará significativamente os valores cobrados por poluição nas Bacias PCJ.

Em seguida, a Tabela 11 demonstra o resultado obtido com a simulação do uso da vazão indisponível como base de cálculo, para o conjunto de usuários amostrados, para o exercício de 2021, conforme descrito no item 5.6.3, que considera a concentração de lançamento de carga orgânica e os tipos de uso da água. Desta maneira, é possível observar a diferença do valor arrecadado em 2021 pelo lançamento de efluentes em comparação com um cenário no qual o PUB equivale a R\$ 0,0012/m³ (como no CBHSF em 2017) e outro no qual o PUB equivale a R\$ 0,0171/kg (como o PUB de captação nas Bacias PCJ em 2023).

Tabela 11 - Simulação dos valores cobrados com o vazão de diluição para usuários amostrado - ano 2021

(continua)

ID	C _{DBO} (mg/l)	Q _{ind.} (m ³ /ano)	Valor cobrado (R\$)	Valor cob. Q _{ind.} (PUB 0,0012)	Valor cob. Q _{ind.} (PUB 0,0171)	Diferença (Q _{ind.} PUB 0,0012)	Diferença (Q _{ind.} PUB 0,0171)
San4	64,40	83.047.596,60	49.197,29	99.657,12	1.420.113,90	50.459,82	1.370.916,61
San6	31,00	75.769.642,50	45.661,82	90.923,57	1.295.660,89	45.261,75	1.249.999,07
San5	50,00	70.760.655,00	42.109,81	84.912,79	1.210.007,20	42.802,98	1.167.897,39
Out2	75,00	46.673.280,00	27.587,69	56.007,94	798.113,09	28.420,24	770.525,40
San1	300,00	39.694.582,20	23.227,30	47.633,50	678.777,36	24.406,19	655.550,05
Out1	350,00	37.527.621,00	21.948,82	45.033,15	641.722,32	23.084,33	619.773,50
Con2	36,00	15.204.210,00	9.120,44	18.245,05	259.991,99	9.124,61	250.871,55

Tabela 11 - Simulação dos valores cobrados com o vazão de diluição para usuários amostrado - ano 2021

(conclusão)

ID	C _{DBO} (mg/l)	Q _{ind.} (m³/ano)	Valor cobrado (R\$)	Valor cob. Q _{ind.} (PUB 0,0012)	Valor cob. Q _{ind.} (PUB 0,0171)	Diferença (Q _{ind.} PUB 0,0012)	Diferença (Q _{ind.} PUB 0,0171)
San3	99,00	3.383.842,00	1.993,59	4.060,61	57.863,70	2.067,02	55.870,10
Con1	60,00	2.422.687,50	1.436,86	2.907,23	41.427,96	1.470,37	39.991,10
Ind1	450,00	2.323.911,75	1.358,32	2.788,69	39.738,89	1.430,37	38.380,57
Ind6	4,50	1.912.438,88	1.434,00	2.294,93	32.702,70	860,93	31.268,70
San2	300,00	1.404.567,45	821,88	1.685,48	24.018,10	863,60	23.196,22
Ind5	10,50	640.010,25	412,54	768,01	10.944,18	355,47	10.531,63
Ind2	56,00	232.320,00	137,95	278,78	3.972,67	140,83	3.834,72
Ind3	28,50	130.356,88	78,79	156,43	2.229,10	77,64	2.150,31
Ind4	19,20	48.088,95	29,59	57,71	822,32	28,12	792,74
Total		381.175.810,96	226.556,71	457.410,97	6.518.106,37	230.854,26	6.291.549,66

Fonte: elaborado pelos autores (2023) a partir de banco de dados fornecido pela ANA (2022).

Além do mais, a capacidade de pagamento dos usuários deve ser considerada quando da alteração da base de cálculo, já que terá impacto significativo nos valores cobrados. Mesmo no cenário com o PUB reduzido (R\$ 0,0012), o valor cobrado praticamente dobra para a maior parte dos usuários simulados. Como esperado, o setor de saneamento é o mais impactado com essa alteração metodológica, já que os esgotos domésticos lançados possuem alta concentração de carga orgânica. Isso pode agravar o cenário de carência de recursos para o financiamento de serviços de água e esgoto municipais.

Outra forma de mitigar o impacto na capacidade de pagamento dos usuários seria implementar um aumento gradual do PUB, nos primeiros anos de cobrança após a mudança na base de cálculo. Assim, os usuários contarão com um período de adaptação, de maneira similar ao que ocorreu no início da implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas Bacias PCJ.

Por fim, é importante salientar que existem outros poluentes de interesse para a área de estudo, como nutrientes (nitrogênio e fósforo) (CONSÓRCIO PROFILL

RHAMA, 2020). Sugere-se que estudos posteriores possam avaliar outros poluentes que poderiam compor os mecanismos da cobrança pelo uso de recursos hídricos, de importância para a área de estudo, além de matéria orgânica ($DBO_{5,20}$), como exemplo de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) e coliformes termotolerantes.

No estudo realizado por Riediger (2019), foram comparadas diferentes estratégias de investimento em saneamento visando alcançar o enquadramento dos recursos hídricos. O foco do estudo foi na remoção de nitrogênio amoniacal e nos custos de tratamento associados na Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí. O trabalho evidenciou as externalidades negativas geradas pelo lançamento de nutrientes no rio e os impactos nos custos de tratamento de água. Dessa forma, o nitrogênio amoniacal foi identificado como um poluente relevante para ser incluído como base de cálculo na cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas Bacias PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiaí). Isso reforça a importância de considerar esse poluente na definição do regime de cobrança e na busca pela internalização dos custos ambientais associados ao seu lançamento.

Porém, é importante salientar que o parâmetro $DBO_{5,20}$ é de fácil mensuração, baixo custo e amplamente difundido no Brasil, considerando as diferentes realidades encontradas ao longo do território quanto a disponibilidade de recursos humanos e financeiros para realização de análises laboratoriais. Assim, é recomendável adotar um parâmetro mesmo que simplificado, mas que seja efetivo e de fácil padronização em todo o país. Além disso, indica poluição por carga orgânica, muito significativa a nível municipal, tendo em vista os esgotos domésticos lançados nos corpos d'água.

5.3.2 COEFICIENTES PONDERADORES

Primeiramente, o coeficiente ponderador é um componente da fórmula da cobrança que visa a adaptar os mecanismos a objetivos ou casos específicos existentes na bacia hidrográfica onde é feita a cobrança. Desta maneira, a fórmula da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio do estado de São Paulo leva em consideração três coeficientes ponderadores, sendo:

- Y1, considera a classe de uso preponderante do corpo d'água receptor, sendo equivalente a 1 e não alterando o valor cobrado;
- Y3, considera a remoção de carga orgânica, sendo que quanto maior a remoção maior o desconto no preço unitário básico;

- Y4, considera a natureza da atividade, sendo equivalente a 1 e não alterando o valor cobrado.

Esses coeficientes são multiplicados pelo Preço Unitário Básico (PUB), gerando o Preço Unitário Final para lançamento (PUF lanç), que é multiplicado pela quantidade de esgoto lançado (kgDBO) para se obter o valor cobrado. Desta forma, atualmente somente o coeficiente Y3 tem impacto efetivo no valor final cobrado ao usuário.

Já as fórmulas da cobrança para lançamento de efluentes em rios de domínio de Minas Gerais e da União são idênticas, cujos coeficientes são: $K_{\text{lanç classe}}$, que é equivalente ao Y1 e K_{PR} , este corresponde ao Y3. Os coeficientes, multiplicados pela carga anual lançada (CO_{DBO}) e preço unitário (PUB_{DBO}) geram o valor final cobrado. Em resumo, no Quadro 13 são detalhados todos os coeficientes que compõe a fórmula das cobranças por lançamento de carga orgânica no território das Bacias PCJ.

Quadro 13 - Detalhamento dos coeficientes adotados na cobrança por lançamento nas Bacias PCJ

Coeficiente	Definição	Domínio	% remoção $DBO_{5,20}$	Valor
K_{PR} (União e MG) Y3 (SP)	coeficiente que leva em consideração a percentagem de remoção (PR) de carga orgânica ($DBO_{5,20}$)	União São Paulo Minas Gerais	>95 % de remoção	Para $PR \geq 95\%$: $Y3 = 16 - 0,16 \cdot PR$
			>90 a ≤ 95 % de remoção	Para $80\% < PR < 95\%$: $Y3 = (31 - 0,2 \cdot PR)/15$
			>85 a $\leq 90\%$ de remoção	
			>80 a $\leq 85\%$ de remoção	
			= 80% de remoção	Para $PR = 80\%$: $Y3 = 1$
$K_{\text{lanç classe}}$ (União e MG) Y1(SP)	coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água receptor	União São Paulo Minas Gerais	Classe	1,0
			classe 2	
			classe 3	1,0
			classe 4	1,0
Y4	coeficiente que leva em conta a natureza da atividade	São Paulo	Atividade	1,0
			Sistema Público	
			Solução Alternativa	1,0
			Indústria	1,0

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir de COMITÊS PCJ (2005a), COMITÊS PCJ (2005b), COMITÊS PCJ (2006) e COMITÊS PCJ (2008).

Sobretudo, o aperfeiçoamento dos coeficientes atualmente praticados nas Bacias PCJ é necessário, considerando que não foi possível observar diferenças significativas no contexto e peculiaridades dos usuários da cobrança pelo lançamento de carga orgânica em rios de domínio da União e do estado de São Paulo para justificar as diferenças entre suas fórmulas. Na prática ambas possuem cálculo muito semelhante, já que o único coeficiente ponderador adicional na Cobrança PCJ Paulista é o Y4, cujo valor é equivalente a 1 e não impacta atualmente no valor cobrado.

Neste sentido, também é fundamental a fixação de valores aos coeficientes ponderadores que atualmente são iguais a 1 e não influenciam o preço unitário básico, da maneira como foram planejados. Desta forma, devido a sua relevância para atingir os objetivos definidos pelos Comitês PCJ, é de extrema importância que sejam estabelecidos seus valores, já que a cobrança pelo uso da água nas Bacias PCJ é aplicada desde 2006.

Em vista disso, devido às grandes semelhanças nos coeficientes adotados em ambas as fórmulas, a padronização da nomenclatura dos coeficiente ponderadores facilitaria o seu entendimento e aceitação pelos usuários. Em uma eventual padronização das fórmulas, o coeficiente ponderador Y4 também poderia ser replicado para as cobranças em rios de domínio da União e de Minas Gerais. Também é importante a atribuição de valores ao coeficiente, dando incentivos a atividades de interesse social, como exemplo do sistema público.

Como salienta OCDE (2017), “a chave é simplificar”, não sendo justificável a utilização de coeficientes ponderadores distintos para usuários que dividem o mesmo território e as mesmas condições locais. Desta maneira, a padronização da fórmula de cobrança por lançamento em todos os domínios das Bacias PCJ é um passo importante para facilitar a gestão e a transparência. Em vista disso, destaca-se que a fórmula da cobrança em rios de domínio do estado de São Paulo esclarece ao usuário o impacto dos coeficientes ponderadores no preço unitário básico (PUB), gerando o Preço Unitário Final para lançamento (PUF lanç).

De maneira similar, o coeficiente K_{PR} (domínios da União e Minas Gerais) e o Y2 (domínio de São Paulo) possuem nomenclaturas diferentes e metodologia de cálculo idênticas. Assim, a padronização da nomenclatura facilitaria o entendimento do usuário da sua importância, já que esse coeficiente considera o custo do tratamento

do efluente, por meio de um desconto no valor cobrado, quanto maior for o percentual de remoção de carga orgânica.

Além disso, os coeficientes $K_{\text{lanç classe}}$ (domínios da União e Minas Gerais) e $Y1$ (domínio de São Paulo) foram projetados para fornecer um desconto para classes de enquadramento mais restritivas. Isso se deve ao fato que um usuário que capta um recurso hídrico mais poluído terá maiores custos para o seu tratamento, de maneira condizente com alínea “b”, inc. I, art. 7º da Resolução CNRH nº 48/2005¹⁹ (ANA, 2005). A classe de enquadramento mais restritiva indica que o recurso hídrico é mais escasso, já que existem mais usos concorrentes para o mesmo recurso. Ao relacionar o valor da água com sua escassez, a lógica de cobrar mais em rios com classes mais restritivas também está alinhada ao princípio do poluidor pagador, buscando angariar recursos para a despoluição dos corpos hídricos por meio da internalização dos custos da poluição.

Porém, o usuário não receberá o incentivo econômico e sinalização que o valor cobrado pode variar em função da qualidade da água no ponto de lançamento, já que atualmente não possuem valores atribuídos. Do mesmo modo, existe um caso correlato da aplicação efetiva de um coeficiente muito similar na cobrança por captação ($K_{\text{cap classe}}$) nas Bacias PCJ, que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, já sendo aceito e praticado desde 2006.

Por fim, as propostas de melhorias nos coeficientes que visam alterar a cobrança em função da qualidade da água no ponto de lançamento ($K_{\text{lanç classe}}$ e $Y1$) são apresentadas nos itens 4 e 5.3.2.2, atribuindo os valores já estipulados para o $K_{\text{cap classe}}$.

O resultado das simulações mostrou que esses coeficientes não têm impacto real na fórmula da cobrança nas Bacias PCJ, o que gera um problema de equidade. Por exemplo, o coeficiente que considera a qualidade da água no ponto de lançamento ($K_{\text{lanç classe}}$) não afeta o valor pago pelo usuário. Isso significa que usuários que precisam investir em tratamento devido à qualidade insuficiente do corpo hídrico serão cobrados da mesma maneira que aqueles que utilizam um curso d'água preservado.

Neste sentido, o problema da falta de adaptação dos coeficientes ponderadores nas Bacias PCJ pode ser mitigado com a realização de estudos específicos levando em conta a realidade local. Esses estudos poderiam reavaliar a pertinência dos

¹⁹ A Resolução CNRH nº 48, de 2005 que estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso da água (BRASIL, 2005).

critérios atualmente utilizados e identificar outros pontos relevantes a serem considerados, como a disponibilidade hídrica na região. Um exemplo da relevância desse aspecto é o período de escassez hídrica severa que ocorreu no estado de São Paulo em 2014, que inclusive afetou o Sistema Cantareira e o abastecimento da cidade de São Paulo (OTTO, 2015).

5.3.2.1 ALTERAÇÃO DO $K_{lan\grave{c} \text{ classe}}$

Segundo ANA (2005), os Comitês PCJ propuseram dois coeficientes que visam alterar a cobrança em função da qualidade da água no ponto de captação ou lançamento, o $K_{lan\grave{c} \text{ classe}}$ e o $K_{cap \text{ classe}}$. Desse modo, a qualidade da água é definida pela classe de enquadramento do corpo hídrico no ponto de interferência. Todavia, somente existem valores estabelecidos para a cobrança por captação, conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Coeficiente ponderador $K_{cap \text{ classe}}$ da cobrança por captação

Classe de Uso do corpo d'água	$K_{cap \text{ classe}}$
1	1
2	0,9
3	0,9
4	0,7

Fonte: Comitês PCJ (2007).

De fato, a redução do valor do coeficiente em função da qualidade da água diminui também o valor cobrado, já que um usuário que capta água mais poluída tem maiores custos para o seu tratamento. Inclusive, esse coeficiente tem respaldo com o estabelecido na alínea “b”, inciso I e artigo 7º da Resolução CNRH nº 48, de 2005, que estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso de recursos hídricos (ANA, 2005).

Além disso, conforme a Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 078/07, de 05/10/2007, Art. 6º, § 2º:

O valor de $K_{lan\grave{c} \text{ classe}}$ da fórmula da cobrança pelo lançamento será igual a 1 (um), podendo ser revisto seu valor assim que concluído o Plano das Bacias PCJ 2008/2020, no qual constará proposta de reequadramento dos corpos d'água das Bacias PCJ. (COMITÊS PCJ, 2002, p.7).

Porém, mesmo após a conclusão do Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ 2008/2020, o coeficiente $K_{lan\grave{c} \text{ classe}}$ continua equivalente a 1 (um), não interferindo no valor final cobrado. Portanto, apesar do coeficiente existir e ter um valor educativo, sinalizando que o valor da água varia conforme a qualidade da água no ponto de lançamento, não tem efeito prático no abatimento dos valores cobrados. Apesar do caráter educativo da cobrança ser importante, este não deve ser o único fator a ser considerado, também os custos de transação e redução dos níveis de poluição.

Desta maneira, foram simulados o impacto por uso e no valor total arrecadado caso os valores do coeficiente de captação ($K_{cap \text{ classe}}$) fossem adotados, descritos na Tabela 12, para o exercício de 2021. Isso foi feito considerando que os coeficientes $K_{cap \text{ classe}}$ e $K_{lan\grave{c} \text{ classe}}$ possuem o mesmo objetivo de alterar a cobrança em função da qualidade da água no ponto de captação ou lançamento. Portanto, assumiu-se que os valores atribuídos ao $K_{cap \text{ classe}}$ poderiam ser extrapolados para o $K_{lan\grave{c} \text{ classe}}$.

Os usos em rios de domínio da União nas Bacias PCJ são todos localizados em rios de Classe 2, cujo valor de $K_{lan\grave{c} \text{ classe}}$ é equivalente a 0,9, concedendo um desconto de 10% ao montante arrecadado relativo ao lançamento de carga orgânica. Os resultados obtidos são descritos a seguir:

a) Valor arrecadado 2021:	R\$ 935.146,01
b) Valor cobrado aplicando $K_{lan\grave{c} \text{ classe}}$:	R\$ 841.631,41
c) Diferença:	R\$ 93.514,60

Inclusive, o Decreto Estadual Paulista nº 10.755/1977 define que todos os corpos d'água são de classe 2, exceto os classificados, de maneira que a maior parte dos rios das Bacias PCJ recebem essa categorização (SÃO PAULO, 1977). Sendo assim, como os rios de domínio da União no território das Bacias PCJ pertencerem a mesma classe de enquadramento, na prática, é concedido um desconto igual a todos os usuários. Como resultado, não é enviado um sinal palpável e significativo ao

usuário do impacto da qualidade de água do ponto de lançamento nos custos de tratamento do efluente, já que se aplica um desconto padrão para todos os usos.

Ademais, não ficou claro na Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 078/07, que estabelece os mecanismos da cobrança pelo uso de recursos hídricos, qual foi o critério utilizado para definir o desconto concedido de 10% para as classes 3 e 2, além de 30% para a classe 4. Bem como, não é explicitado qual a relação da classe de enquadramento no ponto de interferência no corpo hídrico com o aumento no custo de tratamento. Tampouco é exposto o motivo do desconto para as classes 3 e 2 ser igual. Isso expõe como a falta de objetivos claros traçados para a cobrança pelo uso de recursos hídricos impacta negativamente na determinação dos componentes da sua fórmula.

Apesar de ser um mecanismo conceitualmente interessante e da classe de enquadramento do corpo de água receptor no ponto de lançamento ser um critério para fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos, previsto na Resolução CNRH nº 48, de 2005, nota-se que os valores adotados e o critério (classe de enquadramento) não estão adaptados as realidades locais. Desta maneira, sugere-se que esse mecanismo seja aprimorado quando do processo de revisão dos mecanismos de cobrança das Bacias PCJ.

Por fim, existem vários estudos que podem servir de base para uma avaliação mais aprofundada da relação entre enquadramento e cobrança pelo uso de recursos hídricos, como a realizada por Silva e Ribeiro (2006), que calcula o custo marginal a longo prazo (CMLP) conforme diversos cenários de aumento de remoção da carga orgânica, para um estudo de caso.

5.3.2.2 ALTERAÇÃO DO Y1

Primeiramente, foi feita a simulação do impacto no valor total arrecadado caso fossem adotados os valores iguais ao coeficiente X_2 e $K_{\text{cap classe}}$, descritos na Tabela 13, para o exercício de 2020 da cobrança pelo lançamento em rios do estado de São Paulo e Minas Gerais, semelhante como foi feita a simulação em rios de domínio da União.

De maneira distinta aos rios de domínio da União nas Bacias PCJ, os rios localizados em rios de domínio do estado de São Paulo são enquadrados em nas classes de 1 a 4, com predominância em rios de classe 2. Como para a Cobrança PCJ

Mineira, considerando o enquadramento exposto no Plano das Bacias PCJ 2020-2035, todo o território possui rios de classe 2. Em resumo, para rios de classe 2 e 3 o desconto concedido é de 10%, para rios de classe 4 de 30% e para rios de classe 1 o valor cobrado não é alterado, conforme destacado na Tabela 13.

Tabela 13 - Valores de desconto atribuídos ao Y1 com base no $K_{\text{cap classe}}$

Classe de Uso do corpo d'água	$K_{\text{cap classe}}$	Desconto
1	1	0%
2	0,9	10%
3	0,9	10%
4	0,7	30%

Fonte: elaborado pelos autores com base em Comitês PCJ (2007).

Os resultados obtidos com a simulação são descritos a seguir:

a) Valor cobrado 2020:	R\$ 3.287.635,57
b) Valor cobrado considerando X ₂ :	R\$ 2.804.910,83
c) Diferença:	R\$ 482.724,74

Em comparação com o desempenho do emprego do coeficiente em rios de domínio da União, no qual foi obtido um desconto de 10% em relação ao montante arrecadado sem a aplicação do coeficiente, nota-se um impacto percentual maior, de 14,6% de desconto, já que existem rios também na classe 4, na qual o desconto é maior. Além disso, como o número de usos é mais elevado que na Cobrança PCJ Federal, nota-se que o valor absoluto também é mais significativo.

De maneira semelhante à análise que foi feita no item 4, no contexto em que o valor cobrado já é insuficiente, oferecer descontos com base em critérios que não possuem um embasamento técnico, considerando os custos de tratamento conforme classes de enquadramento, pode trazer efeitos negativos ao sistema de cobrança. Sendo assim, com os resultados obtidos não é aconselhável que seja utilizado o mesmo parâmetro do coeficiente X₂ (classe de enquadramento no ponto de captação) para o coeficiente Y₁ (classe de enquadramento no ponto de lançamento).

5.3.3 PREÇO UNITÁRIO BÁSICO

Pela ótica do financiamento dos investimentos necessários no território da bacia hidrográfica, os preços atualmente praticados são considerados baixos, tendo em vista o potencial arrecadatório das cobranças nas Bacias PCJ, em média de 40 milhões por ano, face ao montante previsto para investimento nas ações previstas no Plano das Bacias PCJ de R\$ 7,6 bilhões até 2035²⁰. Tal fato é mais evidente quando comparamos o montante arrecadado desde a implantação da cobrança pelo uso da água nas Bacias PCJ, no período de 2006 até 2021, de R\$ 514 milhões²¹, face a necessidade de investimentos a longo prazo, o que é insuficiente para os custos de despoluição dos corpos d'água a longo prazo.

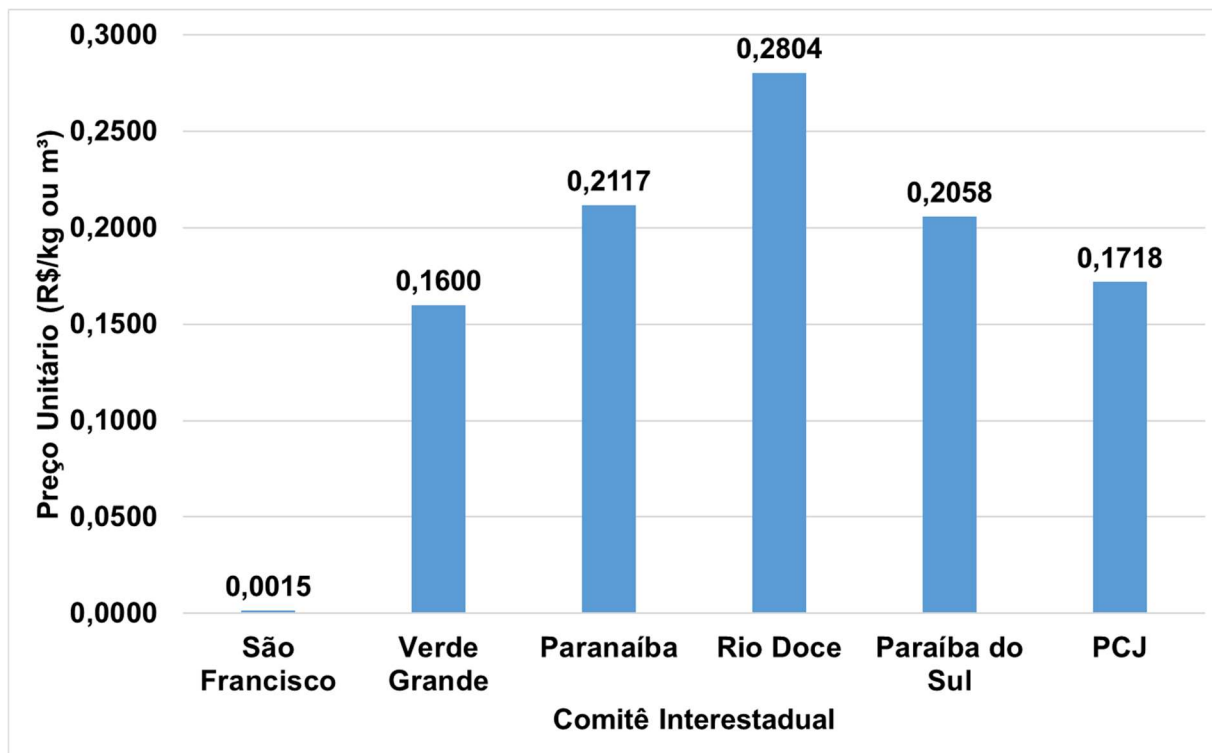
É importante destacar que a cobrança pelo uso da água não é destinada a custear todas as ações do Plano de Recursos Hídricos, uma vez que existem outras fontes de financiamento disponíveis, como as tarifas cobradas pelas operadoras de saneamento e linhas de financiamento estaduais e federais. No entanto, a cobrança pelo uso de recursos hídricos pode ser utilizada para direcionar investimentos prioritários que impulsionem a eficiência e eficácia dos demais investimentos, especialmente nas áreas de gestão dos recursos hídricos. Assim, a cobrança se torna uma ferramenta estratégica para alavancar novos investimentos e melhorar a gestão dos recursos hídricos.

Além do mais, quando comparado com outros comitês de bacia interestaduais, o valor cobrado por lançamento de poluentes no território das Bacias PCJ é o segundo mais baixo do país, acima somente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, que teve a cobrança pelo uso de recursos hídricos iniciada somente em 2017 (ANA, 2023). Desta maneira, tendo em vista a maturidade dos processos de gestão e negociação no âmbito do comitê de bacia hidrográfica, esperava-se que os Comitês PCJ já detivessem um preço unitário próximo aos CBHs implantados há mais tempo, como o Paraíba do Sul. Os valores dos preços unitários são expostos na Figura 29.

²⁰ Dados de investimento obtidos em Consórcio Profill Rhama (2020)

²¹ Dados de arrecadação obtidos em Agência PCJ (2021).

Figura 29. Valor dos preços unitários nos comitês interestaduais para lançamento de carga orgânica em 2023



Fonte: elaborado pelos autores (2023) de ANA (2023).

É importante salientar que o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco alterou a base de cálculo da cobrança por lançamento para a vazão indisponível, medida em R\$/m³ ao invés da carga orgânica, cuja unidade é R\$/kg. Desta forma, para que o valor cobrado fosse viável, o preço unitário foi reduzido drasticamente em comparação aos demais CBHs interestaduais (CBHSF, 2017). Além disso, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce cobra por outros dois poluentes além da carga orgânica, sendo Sólidos Suspensos Totais (SST) e Fósforo Total (PT) (CBH-DOCE, 2018).

Diversos autores reforçam que os preços unitários sugeridos pelos CBHs e aprovados pelos conselhos de recursos hídricos são considerados baixos, face às necessidades de investimentos previstas nos Planos de Recursos Hídricos e o pequeno estímulo a racionalização da água (ASSIS; RIBEIRO; MORAES, 2018; CAPODEFERRO; SMIDERLE; JERSON KELMAN, 2020; DEMAJOROVIC; CARUSO; JACOBI, 2015). Entretanto, conforme levantamento realizado por ANA (2014), os preços unitários pelo mundo variam bastante, com destaque a alguns países da Europa com preços unitários mais elevados, como a República Tcheca e Holanda.

Porém, alguns avanços foram alcançados em países como a Alemanha, onde é aplicada a taxa por lançamento de efluentes²² desde 1976, com base no princípio do poluidor pagador, focado principalmente em indústrias. Desta forma, é cobrado € 35,79 por unidade de contaminante²³, legalmente outorgados. As empresas devem cobrir os custos com seu tratamento de efluentes e automonitoramento e, caso não cumpram os requisitos mínimos, essa taxa pode ser aumentada e o responsável pode ser acusado criminalmente (MÖLLER-GULLAND; MCGLADE; LAGO, 2011).

Logo, os valores para a cobrança uso de recursos hídricos devem ser definidos conforme critérios técnicos e operacionais, acordados nos Comitês de Bacia Hidrográfica e órgãos gestores, além de aprovados pelo respectivo Conselho de Recursos Hídricos (BRASIL, 2005). Por outro lado, os baixos preços unitários possuem relação com o fato de a decisão do aumento dos preços praticados ser fundamentalmente política, tendo em vista que resulta de um acordo entre os membros do CBH. Dentre eles, os setores usuários de recursos hídricos têm interesse em manter os preços baixos, já que arcam com o custo da cobrança sobre os valores cobrados que sobressaem a análise técnica podem prejudicar o atingimento dos objetivos da cobrança pelo uso da água (CAPODEFERRO; SMIDERLE; JERSON KELMAN, 2020).

Motta et al. (2004) expõe que a cobrança pela uso da água é usada como meio de financiamento para o controle da poluição, incluindo infraestrutura, como forma de aumentar a sua aceitação política e o compromisso dos usuários com a cobrança. Assim, a participação dos setores de usuários na definição da cobrança não necessariamente cria incentivos para mudar os padrões de uso da água. Além disso, a falta de avaliação contínua dos efeitos da cobrança de água tem impedido melhorias em seus mecanismos.

Desta maneira, os baixos preços unitários praticados para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas Bacias PCJ estão diretamente ligados à influência política

²² Traduzido pelos autores, sendo "Waste water tax" em inglês e "Abwasserabgabe" em alemão. Os poluentes medidos incluem fósforo, nitrogênio, halogênio orgânico, mercúrio, cádmio, cromato, níquel, chumbo, cobre, demanda química de oxigênio (DQO) e toxicidade para ovas de peixe (MÖLLER-GULLAND; MCGLADE; LAGO, 2011).

²³ É importante salientar que a unidade de contaminante é variável por tipo de poluente. Por exemplo, para DQO, a unidade de contaminante é 50 kg de oxigênio, sendo a limite de concentração 20 mg/l e vazão anual de 250 kg/ano. Desta maneira, devem ser realizadas as devidas conversões para fins de comparação com os valores cobrados no Brasil, sendo somente uma exemplificação do modelo de tarifação adotado na Alemanha. As informações completas das unidades de contaminante e limites de concentração podem ser obtidas em Möller-Gulland; Mcglade; Lago (2011).

e ao papel decisório dos Comitês de Bacia Hidrográfica, resultando em preços que não refletem o real custo de uso dos recursos hídricos.

Para incentivar mudanças de comportamento, os preços cobrados devem ser adequados e suficientes. Os Conselhos de Recursos Hídricos são órgãos colegiados com a autoridade para alterar a aprovar os mecanismos de cobrança e preços sugeridos pelos CBHs (ANA, 2019a). De tal modo, essas instâncias possuem um papel fundamental para alterar esses cenários de preços unitários baixos por meio de diretrizes nacionais coesas, que está contendo o avanço da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em nível nacional e impedindo que ela atinja os seus objetivos legais. Assim, os Conselhos de Recursos Hídricos devem desempenhar um papel ativo e independente na definição de critérios gerais e preços para a cobrança, como previsto na Lei das Águas, baseando suas decisões em critérios técnicos.

De maneira complementar, também são necessárias estratégias educativas e de convencimento aos usuários de recursos hídricos, sobre a necessidade de revisão dos preços unitários básicos, com base nas necessidades de investimento para realização das melhorias previstas no âmbito do Plano de Recursos Hídricos, além do custeio do sistema de gestão de recursos hídricos.

A atualização monetária dos preços unitários em todas os domínios das Bacias PCJ é necessária, já que os preços cobrados atualmente são insuficientes para cobrir os investimentos previstos no Plano de Bacias. A ausência de atualização dos preços da cobrança em rios de domínio do estado de São Paulo com alguns índices de correção monetários, como ocorre a nível federal com o IPCA. Assim, é recomendável a atualização dos preços cobrados na Cobrança PCJ Paulista conforme IPCA, de maneira análoga a Cobrança PCJ Federal e mais recentemente, a Cobrança PCJ Mineira. Além dos valores já serem baixos e insuficientes para atingir os objetivos da cobrança pelo uso da água, o fato do preço praticado não sofrer correção monetária agrava a situação, já que diminui ao longo do tempo aos valores reais com o aumento da inflação.

Ainda mais, a tendência observada ao longo dos anos é de diminuição da carga orgânica lançada pelos usuários e consequente redução dos valores arrecadados. Isso ocorre naturalmente conforme forem atingidos os objetivos da cobrança pelo uso da água e com a melhoria tecnológica dos processos de tratamento de efluentes. Assim, além da correção monetária, são recomendáveis reajustes periódicos nos

valores cobrados por lançamento, de maneira a incentivar a diminuição dos níveis de poluição dos corpos d'água.

Além disso, como será exposto nos itens a seguir, os 25% dos usuários que menos lançam carga orgânica possuem pouco impacto nos níveis de arrecadação da cobrança por lançamento. Apesar de se reconhecer o caráter educativo da cobrança, nesses casos, deve-se ponderar os custos de transação em relação aos benefícios ao sistema de gestão de recursos hídricos e a possível implantação de um mecanismo de isenção para usos insignificantes. Assim, é necessário minimizar os custos de transação e estabelecer regras claras para a isenção, de maneira a ponderar a gravidade das consequências geradas pelo lançamento (OCDE, 2017).

Por fim, outras variáveis que não são consideradas na fórmula da cobrança pelo uso de recursos hídricos são os riscos associados a escassez hídrica, inundações e mudanças climáticas. Alternativamente ou de maneira complementar a bandeira de preços por níveis de poluição, também é possível diferenciar os PUBs conforme os níveis de escassez hídrica, de maneira a aumentar o valor cobrado em períodos de seca, desincentivando e até inibindo o lançamento de poluentes em períodos críticos.

5.4 CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 1: INCENTIVO ECONÔMICO AOS QUE MENOS POLUEM

A proposta do cenário de simulação 1 é oferecer um estímulo econômico para os usuários que menos poluem, enquanto penaliza aqueles que lançam maiores concentrações de poluentes no corpo hídrico. Após a realização de diversas simulações, optou-se por conceder um desconto significativo de 60% para os usuários de bandeira verde, ao passo que os usuários de bandeira vermelha teriam um acréscimo de 20%. Os resultados dessas simulações podem ser observados na Tabela 14.

Tabela 14 - Variações no desconto/acréscimos no regime de bandeiras de preço para o ano de 2021

Variação Desconto/Acréscimo	Valor Cobrança com Bandeira (R\$)	Diferença entre o valor atual e o proposto (R\$)	Diferença (%)
Verde -90% e Vermelha +5%	956.721,86	27.295,74	2,31
Verde -80% e Vermelha +10%	981.475,42	46.329,41	4,95
Verde -70% e Vermelha +15%	1.006.228,99	71.082,97	7,60
(Padrão) Verde -60% e Vermelha +20%	1.030.982,55	95.836,54	10,25
Verde -50% e Vermelha +25%	1.055.736,12	120.590,10	12,90
Verde -40% e Vermelha +30%	1.080.489,68	145.343,67	15,54

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Os percentuais aplicados na sinalização econômica devem ser cuidadosamente calibrados para que sejam eficazes na mudança de comportamento dos usuários e na redução da poluição dos corpos d'água, mas sem inibir a sua atividade fim. Os percentuais não devem ser muito baixos para que não falhem em estimular uma mudança no comportamento do usuário e não alcancem o objetivo de reduzir a poluição dos corpos d'água.

No presente estudo, os percentuais foram determinados com base na mediana da diferença entre o valor arrecadado em 2021 e o valor simulado com a bandeira no Cenário 1, que corresponde a R\$ 95.836,54, conforme Tabela 14. Dessa forma, espera-se que esses percentuais sejam adequados para promover o estímulo desejado, sem comprometer a viabilidade da cobrança. A calibração correta dos percentuais é essencial para o sucesso do regime de bandeira de preços. Por outro lado, os percentuais não devem ser excessivamente altos para não prejudicar atividades essenciais, como saneamento. É possível usar estudos de capacidade de pagamento dos usuários de recursos hídricos para ajustar os percentuais de aumento no preço público cobrado.

É importante salientar que estes percentuais são somente uma sugestão e aplicados para fins de simulação, já que os mesmos somente são estipulados no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica. Desta forma, as características do esquema de bandeiras de preço proposto estão descritas no Quadro 14.

Quadro 14 - Características do esquema proposto de bandeiras de preço para a cobrança por lançamento nas Bacias PCJ

Bandeira	Condições	Faixas	Alteração na tarifa
Verde	Nível baixo de lançamento de poluente	Concentração lançada de $DBO_{5,20}$ pelo usuário menor ou igual que Q_1	Desconto de 60% sobre o PUB
Amarela	Nível médio de lançamento de poluente	Concentração lançada de $DBO_{5,20}$ pelo usuário entre Q_1 e Q_3	Manutenção do PUB atual
Vermelha	Nível alto de lançamento de poluente	Concentração lançada de $DBO_{5,20}$ pelo usuário maior ou igual que Q_3	Acréscimo de 20% sobre o PUB

Fonte: elaborado pelos autores.

A bandeira verde indica um baixo nível²⁴ de lançamento de poluente (25% dos usuários que menos poluíram em cada ano). A faixa de valores proposta é de uma concentração de $DBO_{5,20}$ menor ou igual que Q_1 , sendo concedido um desconto de 60% ao valor pago pelo usuário, considerando a metodologia de cálculo atualmente adotada nas Bacias PCJ.

O objetivo da bandeira verde é incentivar que os usuários que poluam menos possuam um incentivo econômico para manter os níveis de poluição dentro dos limites previstos legalmente. Mesmo assim, ainda será cobrado um valor, mesmo que reduzido, tendo em vista que os recursos hídricos estão sendo comprometidos para fins de diluição.

Já a bandeira amarela indica um nível médio de lançamento de poluente, sendo enquadrados os usuários que lançam uma concentração de $DBO_{5,20}$ entre Q_1 e Q_3 para cada ano avaliado, não havendo alteração no preço cobrado em relação ao atualmente praticado. Por fim, a bandeira vermelha indica um alto nível de lançamento de poluente (25% dos usuários que mais poluem), com concentração de $DBO_{5,20}$ lançada pelo usuário maior ou igual que Q_3 . O valor pago pelo usuário nessa bandeira sofre um acréscimo de 20% em relação ao atualmente praticado.

A bandeira vermelha possui um caráter educativo, de maneira que todos os usuários que estejam enquadrados nela aumentem o nível de tratamento e diminuam o uso da água para fins de diluição, visando se enquadrar nas bandeiras amarela e verde.

²⁴ Importante considerar que o nível de poluição indicado é relacionado a distribuição dos lançamentos de poluentes dos diferentes quartis, conforme opção metodológica do presente trabalho.

É necessário ressaltar que o Cenário de Simulação 1 não tem por escopo solucionar os problemas relacionados à poluição, nem tampouco arrecadar recursos suficientes para a universalização do saneamento. Assim, para que o regime de bandeira de preços seja efetivo, é essencial que ele seja aplicado em conjunto com outros instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos, como a outorga e os planos de recursos hídricos.

5.4.1 DETERMINAÇÃO DOS PERCENTUAIS DE DESCONTO/ACRÉSCIMO POR BANDEIRA

A alteração na tarifa se deu por meio da variação dos Preços Unitários Básicos (PUBs), para criar o esquema de bandeira nos preços praticados na cobrança por lançamento de carga orgânica em corpos d'água.

Os percentuais de desconto e acréscimo estabelecidos foram variados na planilha de simulação de maneira a não afetar significativamente o valor arrecadado anual, conforme descrito no Tabela 15, Tabela 16 e Tabela 17. O objetivo é que a capacidade de investimentos atual não seja comprometida, tanto quanto os usuários não sejam demasiadamente onerados financeiramente, comprometendo sua capacidade de pagamento. Desta maneira, chegou-se a um desconto de 60% na bandeira verde e acréscimo de 20% na bandeira vermelha, com manutenção do PUB atualmente praticado na bandeira amarela.

É importante salientar que no caso da Cobrança PCJ Federal, os PUBs são atualizados anualmente pelo IPCA desde 2018, conforme Resolução CNRH nº 192/17, fato que não ocorre na Cobrança PCJ Paulista.

Tabela 15 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Federal

Bandeira	Valor PUB - 2018 (R\$)	Valor PUB - 2019 (R\$)	Valor PUB - 2020 (R\$)	Valor PUB - 2021 (R\$)	Alteração da tarifa (%)
Verde	0,0510	0,0523	0,0561	0,0583	-60
Amarela	0,1274	0,1308	0,1403	0,1458	0
Vermelha	0,1529	0,1570	0,1684	0,1750	20

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Tabela 16 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Paulista

Bandeira	Valor PUB – 2018 a 2020 (R\$)	Alteração da tarifa (%)
Verde	0,0510	-60
Amarela	0,1274	0
Vermelha	0,1529	20

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Tabela 17 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Mineira

Bandeira	Valor PUB – 2018 a 2020 (R\$)	Alteração da tarifa (%)
Verde	0,0800	-60
Amarela	0,1000	0
Vermelha	0,1600	20

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A proposta é que os valores cobrados sejam distribuídos de maneira mais equitativa aos usuários conforme nível de poluição lançada nos corpos d'água, por este motivo, o percentual de aumento (bandeira vermelha) e desconto (bandeira verde) foram variados no modelo de simulação até obter valores semelhantes ao efetivamente arrecadado. Também é possível alterar os percentuais de maneira a ocasionar aumento no valor total arrecadado, porém, não é o objetivo do presente cenário. Assim, o preço cobrado é maior para os usuários com maior nível lançamento de carga orgânica e, ao contrário, os usuários com menor nível lançado de carga orgânica é beneficiado com um desconto.

5.5 CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 2: ONERANDO OS QUE MAIS POLUEM

O cenário de simulação 2 busca onerar os usuários que mais poluem de maneira progressiva. Optou-se por um aumento de 25% para os usuários de bandeira amarela e um acréscimo de 50% para os usuários de bandeira vermelha, após a realização de várias simulações, conforme pode se observar na Tabela 18.

Os percentuais adotados foram baseados na mediana da diferença entre o valor arrecadado em 2021 e o valor simulado com a bandeira no Cenário 2, que

corresponde a R\$ 355.171,04. Essa mediana foi utilizada como referência para definir os percentuais de ajuste nos preços das bandeiras, visando equilibrar a arrecadação e minimizar impactos significativos nos valores pagos pelos usuários.

Tabela 18 - Variações no desconto/acréscimos no regime de bandeiras para o ano de 2021

Variação Desconto/Acréscimo	Valor Cobrança com Bandeira (R\$)	Diferença entre o valor atual e o proposto (R\$)	Diferença (%)
Amarela +5% e Vermelha +10%	1.006.180,22	71.034,21	8%
Amarela +10% e Vermelha +20%	1.077.214,43	142.068,41	15%
Amarela +15% e Vermelha +30%	1.148.248,63	213.102,62	23%
Amarela +20% e Vermelha +40%	1.219.282,84	284.136,83	30%
(Padrão) Amarela +25% e Vermelha +50%	1.290.317,05	355.171,04	38%
Amarela +30% e Vermelha +60%	1.361.351,26	426.205,24	46%
Amarela +35% e Vermelha +70%	1.383.513,88	448.367,87	48%
Amarela +40% e Vermelha +80%	1.503.419,67	568.273,66	61%
Amarela +45% e Vermelha +90%	1.574.453,88	639.307,86	68%

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A proposta deste cenário é aumentar o valor pago pelos usuários da bandeira vermelha de maneira significativa para sinalizar a necessidade de reduzir os níveis de poluição e melhorar a eficiência do tratamento. Já para os usuários da bandeira verde, que poluem menos e estão dentro dos padrões permitidos pela legislação, os preços praticados serão mantidos.

Na bandeira amarela, há um aumento de 25% no preço praticado no ano vigente, indicando um nível médio de lançamento de poluentes. Na bandeira vermelha, o aumento no preço praticado é de 50%. Assim, o Cenário 2 se assemelha a uma multa de trânsito por excesso de velocidade, em que quanto maior a concentração de poluentes lançados, maior será o preço cobrado para diluição dos efluentes. O Quadro 15 descreve as características do esquema de bandeiras de preço proposto.

Quadro 15 - Características do esquema proposto de bandeiras para a cobrança por lançamento nas Bacias PCJ, em rios de domínio da União

Bandeira	Condições	Faixas	Alteração na tarifa
Verde	Nível baixo de lançamento de poluente	Concentração lançada de $DBO_{5,20}$ pelo usuário menor ou igual que Q_1	Manutenção do PUB atual
Amarela	Nível médio de lançamento de poluente	Concentração lançada de $DBO_{5,20}$ pelo usuário entre Q_1 e Q_3	Acréscimo de 25% sobre o PUB
Vermelha	Nível alto de lançamento de poluente	Concentração lançada de $DBO_{5,20}$ pelo usuário maior ou igual que Q_3	Acréscimo de 50% sobre o PUB

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Para definir de maneira mais precisa os preços cobrados seria necessário efetuar uma análise do custo marginal de tratamento dos efluentes, aos moldes do realizado por Silva e Ribeiro (2006), visando atender as metas de enquadramento. Desta maneira, seria possível definir os preços cobrados nas faixas de maneira que o valor cobrado supere o custo marginal do tratamento.

A definição dos percentuais de acréscimo nos preços cobrados foi estipulada somente para fins de simulação, visando criar um cenário que a faixa de bandeira vermelha seja efetivamente onerosa ao usuário. Já a faixa amarela emitiria um sinal de alerta para o usuário reduza a concentração de efluente lançados ou melhore a eficiência do seu tratamento.

Os preços cobrados conforme regime de bandeiras proposta para o Cenário 2 é resumido na Tabela 19, Tabela 20 e Tabela 21.

Tabela 19 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Federal

Bandeira	Valor PUB - 2018 (R\$)	Valor PUB - 2019 (R\$)	Valor PUB - 2020 (R\$)	Valor PUB - 2021 (R\$)	Acréscimo da tarifa (%)
Verde	0,1308	0,1368	0,1403	0,1458	0
Amarela	0,1635	0,1710	0,1754	0,1823	25
Vermelha	0,1962	0,2052	0,2105	0,2187	50

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Tabela 20 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Paulista

Bandeira	Valor PUB – 2018 a 2020 (R\$)	Alteração da tarifa (%)
Verde	0,1274	0
Amarela	0,1593	25
Vermelha	0,1911	50

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Tabela 21 - Preços Unitários Básicos (PUBs) com o regime de bandeira proposto - Cobrança PCJ Mineira

Bandeira	Valor PUB – 2018 a 2020 (R\$)	Alteração da tarifa (%)
Verde	0,1000	0
Amarela	0,1250	25
Vermelha	0,1500	50

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Ademais, o esquema de bandeiras de preços também incentiva o usuário a respeitar os padrões de lançamento de efluentes previstos na legislação vigente. Por exemplo, no Cenário de Simulação 2, o regime proposto assume uma função assemelhada à de uma multa por excesso de velocidade, na qual os usuários que ultrapassarem os padrões legais de lançamento de efluente serão onerados em relação aos demais. Com isso, enquanto o Cenário 1 prioriza sobretudo o aspecto educativo, o Cenário 2 apresenta uma natureza mais voltada à arrecadação de recursos.

5.6 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DE BANDEIRA DE PREÇOS EM RIOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO

A seguir são expostas as simulações dos Cenários 1 e 2 da proposta de bandeira de preços da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio na União e dos estados de São Paulo e Minas Gerais, para o território das Bacias PCJ.

O esquema de cores adotado em cada faixa da bandeira de preços é facilmente compreensível para os usuários, sinalizando a necessidade de reduzir os

níveis de poluição e melhorar o tratamento do efluente. Primeiro, a simulação do regime de bandeiras nos Preços Unitários Básicos (PUBs) praticados foi efetuada para todos os lançamentos realizados pelos usuários de recursos hídricos em rios de domínio da União das Bacias PCJ, considerando o período de 2018 a 2021, conforme metodologia descrita no item 5.4. Foram simulados ambos os cenários 1 (incentivo econômico aos que menos poluem) e 2 (onerando os que mais poluem).

Desta forma, o valor efetivamente arrecadado com a cobrança por lançamento, em 2021, foi de R\$ 935.146,01, considerando o preço unitário básico de R\$ 0,1458 e o volume de 157 milhões de m³ de carga orgânica lançada. É importante salientar que este valor foi obtido pelo produto dos três componentes da fórmula da cobrança, para os 89 usos cadastrados no banco de dados do Cobrança PCJ Federal (COMITÊS PCJ, 2005a; COMITÊS PCJ, 2005b), sendo estes:

- **CO_{DBO}** = carga anual de DBO_{5,20} efetivamente lançada, em kg;
- **PUB_{DBO}** = Preço Unitário Básico da carga de DBO_{5,20} lançada;
- **K_{lanç classe}** = coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água receptor;
- **K_{PR}** = coeficiente que leva em consideração a percentagem de remoção (PR) de carga orgânica (DBO_{5,20}).

Saliente-se ainda que o coeficiente K_{lanç classe} possui o valor equivalente a 1 (um) e não influencia no valor final a ser cobrado pelo lançamento de carga orgânica. Igualmente, o coeficiente K_{PR} não influencia no valor final cobrado, já que atualmente é adotado o valor igual a 1 (um) para todos os usos, considerando §5º do art. 6º da Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 78/2007, que exige que o PR seja declarado pelo usuário: “Quando não declarado, ou não comprovado pelo usuário valor de PR superior a 80% [...] será adotado K_{PR} = 1” (COMITÊS PCJ, 2007).

Assim sendo, os coeficientes sem efetividade são uma das maiores dificuldades a serem enfrentadas, considerando que eles são mecanismos relevantes para que a cobrança pelo uso de recursos hídricos consiga sinalizar ao usuário a importância da redução dos níveis de poluição. Para isso, se faz necessário que os usuários comprovem e declarem a remoção de carga orgânica, visando incentivar a melhoria dos níveis de tratamento por meio da aplicação do coeficiente K_{PR}.

Nesse sentido, campanhas de conscientização deveriam ser promovidas pelas Entidades Delegatárias de Agência de Água e pela Agência Nacional de Águas e

Saneamento, visando divulgar ao usuário a que os níveis de porcentagem de remoção de carga orgânica, caso declarados, podem diminuir o valor cobrado pelo uso da água. Além disso, a indicação da qualidade do corpo hídrico no ponto de lançamento também é um sinal importante ao usuário, que reflete os seus custos para tratamento do efluente.

A Tabela 22 demonstra a distribuição do montante arrecadado nos diferentes regimes de bandeiras de preços, em comparação aos valores efetivamente cobrados em 2021, com as simulações no Cenários 1 e 2. Nota-se que em ambos os cenários, o percentual arrecadado na bandeira vermelha aumentou em relação ao valor efetivamente cobrado em 2021, de 52% para 56%. Tal fato é alinhado com o objetivo do presente estudo, de aumento dos preços cobrados para os que mais poluem. Já para a bandeira amarela, o percentual diminuiu de 47% para 43%, sem alterações significativas na bandeira verde.

Tabela 22 - Montante arrecadado com a Cobrança PCJ Federal em 2021 por regime de bandeira e diferentes Cenários

Bandeira	Valor arrecadado simulado Cenário 1 (R\$)	(%) ¹	Valor arrecadado simulado Cenário 2 (R\$)	(%) ²	Valor arrecadado 2021 (R\$)	(%) ³
Verde	1.271,09	0,12	3.177,72	0,25	3.177,72	0,34
Amarela	443.252,44	42,99	554.065,55	43,05	443.252,44	47,40
Vermelha	586.459,02	56,88	733.073,78	56,95	488.715,85	52,26
Total Geral	1.030.982,55	100,00	1.287.139,33	100,00	935.146,01	100,00

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por ANA (2022).

¹ Percentual em relação ao total geral do valor que seria arrecado no Cenário de simulação 1.

² Percentual em relação ao total geral do valor que seria arrecado no Cenário de simulação 2.

³ Percentual em relação ao total geral do valor efetivamente arrecado em 2020, usando o PUB de 2021 (R\$ 0,1458).

Além disso, em relação ao cenário base, ou seja, com os valores efetivamente cobrados em 2021, o Cenário 1 apresentou um aumento arrecadatário de 10%, quanto o Cenário 2 ocasionou uma receita 38% maior. Logo, este resultado está alinhado com os objetivos de cada cenário, sendo o primeiro majoritariamente educativo, enquanto segundo possui um caráter mais arrecadatário. Por fim, salienta-se que os usuários de bandeira verde não possuem influência significativa nos níveis de arrecadação, tendo em vista a quantidade baixa de matéria orgânica lançada por uso.

5.6.1 CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 1: INCENTIVO ECONÔMICO AOS QUE MENOS POLUEM

Primeiramente, o cenário de simulação 1 busca fornecer um incentivo econômico para os usuários que menos poluem, por meio do desconto fornecido na bandeira verde. Também sinaliza aos usuários a necessidade de tratamento e/ou redução da concentração do lançamento de poluentes no corpo hídrico, por meio de um aumento no valor cobrado na bandeira vermelha.

A Tabela 23 demonstra os valores obtidos após simulação do regime de bandeiras de preços para o período de 2018 a 2021, caso houvesse sido aplicado, utilizando a base de dados de todos os usos outorgados pela ANA. Após a simulação dos valores que seriam cobrados por uso, caso fosse aplicado o regime de bandeiras de preços do Cenário 1. Logo, foi obtido para o ano de 2021 o valor simulado de arrecadação igual a R\$ 1.030.982,55, com uma diferença de 10% em relação ao valor efetivamente arrecadado em 2021, de R\$ 935.146,01.

Tabela 23 - Simulação da arrecadação no Cenário 1 para o período de 2018 a 2021 em rios de domínio da União

Ano	2018	2019	2020	2021
Valor arrecadado (A)	R\$ 1.085.366,32	R\$ 809.153,21	R\$ 895.881,76	R\$ 935.146,01
Valor arrecadado simulado (B)	R\$ 1.170.188,98	R\$ 860.705,31	R\$ 958.975,99	R\$ 1.030.982,55
Diferença (B-A)	R\$ 84.822,67 (8%)	R\$ 51.552,10 (6%)	R\$ 63.094,23 (7%)	R\$ 95.836,54 (10%)

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por ANA (2022).

No Cenário 1, o objetivo é redistribuir o valor pago pelos usuários de acordo com os níveis de concentração do poluente lançado, seguindo as faixas propostas no regime de bandeira de preços. Nesse sentido, com o intuito de não aumentar o montante arrecadado, o valor total arrecadado não sofreu um impacto significativo, apresentando um aumento médio de cerca de 8% em relação ao cenário base. Assim, os 25% dos usuários que mais poluem recebem um desconto em relação ao preço vigente, enquanto os 25% que menos poluem são onerados com um aumento no preço cobrado.

Logo após, a Tabela 24 demonstra o impacto na arrecadação de 2021 variando os descontos ou acréscimos no preço unitário básico, no intervalo entre 10% e 100%,

com incremento de 10% por simulação, tanto para o regime de bandeira verde quanto para a vermelha. Os incrementos/acréscimos não foram efetuados de maneira concomitante para as bandeiras vermelha e verde. Assim, enquanto foram simulados os descontos no preço para a bandeira verde, não foram alterados os preços cobrados para as outras bandeiras em relação ao efetivamente cobrado em 2021, de R\$ 0,1458. O mesmo procedimento também foi efetuado com o regime de bandeira vermelha.

Tabela 24 - Simulações variando o desconto e acréscimo nas bandeiras verde e vermelha – Cobrança PCJ Federal – Cenário 1

Desconto/Acréscimo	Valor Arrecadado – Bandeira	Dif. com o valor arrecadado	%
Vermelha +10%	984.017,60	48.871,59	5,23
Vermelha +20%	1.032.889,18	97.743,17	10,45
Vermelha +30%	1.081.760,77	146.614,76	15,68
Vermelha +40%	1.130.632,35	195.486,34	20,90
Vermelha +50%	1.179.503,94	244.357,93	26,13
Vermelha +60%	1.228.375,52	293.229,51	31,36
Vermelha +70%	1.277.247,11	342.101,10	36,58
Vermelha +80%	1.326.118,69	390.972,68	41,81
Vermelha +90%	1.374.990,28	439.844,27	47,03
Vermelha +100%	1.423.861,86	488.715,85	52,26
Verde -10%	934.828,24	-317,77	-0,03
Verde -20%	934.510,47	-635,54	-0,07
Verde -30%	934.192,70	-953,32	-0,10
Verde -40%	933.874,92	-1.271,09	-0,14
Verde -50%	933.557,15	-1.588,86	-0,17
Verde -60%	933.239,38	-1.906,63	-0,20
Verde -70%	932.921,61	-2.224,40	-0,24
Verde -80%	932.603,84	-2.542,18	-0,27
Verde -90%	932.286,06	-2.859,95	-0,31
Verde -100%	931.968,29	-3.177,72	-0,34
Verde -60%/ Ver. +20%	1.030.982,55	95.836,54	10,25

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por ANA (2022).

De fato, essa simulação objetivou avaliar o impacto de cada regime bandeira isoladamente no valor arrecadado, em relação ao efetivamente cobrado. Para atingir esse propósito, foram simulados somente os usos em rios de domínio da União em 2021. Desta forma, foi possível avaliar qual o impacto arrecadatário com diferentes percentuais de desconto ou acréscimo no preço cobrado por faixa de bandeira de preço.

Com efeito, os usos enquadrados na bandeira vermelha têm maior impacto no valor total arrecadado, logo que eles lançam uma quantidade elevada de carga orgânica no corpo hídrico e a base de cálculo da cobrança é a carga anual de $\text{DBO}_{5,20}$ efetivamente lançada (kg/ano) – CO_{DBO} . Igualmente, os descontos dados aos usos na faixa verde têm menor impacto no montante arrecadado em relação as demais faixas de bandeiras (vermelha e amarela), visto que a carga orgânica lançada é menor.

Desta maneira, é possível observar que um incremento de 100% na bandeira vermelha acarreta um aumento de arrecadação de 52%, enquanto mesmo um desconto de 100% na bandeira verde, causa um impacto no valor total arrecadado praticamente nulo, de somente 0,34%.

Por isso, o desconto dado aos usos classificados na bandeira verde desempenha um incentivo à diminuição no lançamento de carga orgânica, sem maiores impactos na arrecadação. Enquanto isso, os aumentos para os usuários de bandeira vermelha, mesmo que pouco significativos, possuem forte impacto arrecadatário, além de sinalizar ao usuário a necessidade de mudança de comportamento.

5.6.2 CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 2: ONERANDO OS QUE MAIS POLUEM

Inicialmente, é importante salientar que o cenário de simulação 2 onera os usuários que mais poluem de maneira progressiva, aumentando os preços cobrados conforme as faixas do regime de bandeiras.

Desta forma, a bandeira verde mantém os preços praticados no ano vigente para os usuários que menos poluem e que respeitam os padrões permitidos na legislação vigente. Já a bandeira amarela significa um nível médio de lançamento de poluente, na qual um aumento de 20% incide no preço praticado no ano vigente. Por fim, na bandeira vermelha o nível de lançamento de poluente é considerado alto e o preço praticado recebe um aumento de 50%.

Com efeito, após a simulação do regime de bandeira de preços do cenário 2, para o ano de 2021, foi obtido o valor de R\$ 1.268.154,43, representando um aumento de 26% em relação ao montante arrecadado. Desta maneira, a Tabela 25 demonstra o montante que seria arrecadado durante o período de 2018 a 2021, caso o regime de bandeiras de preços houvesse sido aplicado.

Tabela 25 - Montante arrecadado com a Cobrança PCJ Federal no período de 2018 a 2021 (Cenário 2)

Ano	2018	2019	2020	2021
Valor arrecadado simulado (A)	1.489.439,40	1.093.429,63	1.217.071,57	1.268.154,43
Valor arrecadado (B)	1.085.366,32	809.153,21	895.881,76	935.146,01
Diferença (B-A)	404.073,08 (27%)	284.276,42 (26%)	321.189,81 (26%)	333.008,41 (28%)

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por ANA (2022).

Em contraste com o cenário 1, a presente simulação visou aumentar o valor arrecadado, já que propõe acréscimo nos preços praticados nas faixas amarela e vermelha, ao invés de um desconto da bandeira verde e um acréscimo na bandeira vermelha. Assim, enquanto no cenário 1 a arrecadação total no ano não foi impactada significativamente, no cenário 2 houve um aumento em média de 27% no montante arrecadado.

Similarmente ao cenário 1, a Tabela 26 expõe os resultados obtidos variando os descontos ou acréscimos no preço unitário básico, no intervalo entre 10% e 100%, com incremento de 10% por simulação, em somente um regime de bandeira (amarela ou vermelha). Portanto, este cenário objetivou avaliar o impacto de cada regime bandeira isoladamente, em relação ao efetivamente arrecadado em 2021.

Tabela 26 - Simulações variando % de acréscimo nas bandeiras amarela e vermelha – Cobrança PCJ Federal – Cenário 2

Acréscimo	Valor Arrecadado – Regime bandeira	Diferença com o valor efetivamente arrecadado	%
Vermelha +10%	984.017,60	48.871,59	5,23
Vermelha +20%	1.032.889,18	97.743,17	10,45
Vermelha +30%	1.081.760,77	146.614,76	15,68
Vermelha +40%	1.130.632,35	195.486,34	20,90
Vermelha +50%	1.179.503,94	244.357,93	26,13
Vermelha +60%	1.228.375,52	293.229,51	31,36
Vermelha +70%	1.277.247,11	342.101,10	36,58
Vermelha +80%	1.326.118,69	390.972,68	41,81
Vermelha +90%	1.374.990,28	439.844,27	47,03
Vermelha +100%	1.423.861,86	488.715,85	52,26
Amarela +10%	979.471,26	44.325,24	4,74
Amarela +20%	1.023.796,50	88.650,49	9,48
Amarela +30%	1.068.121,75	132.975,73	14,22
Amarela +40%	1.112.446,99	177.300,98	18,96
Amarela +50%	1.156.772,23	221.626,22	23,70
Amarela +60%	1.201.097,48	265.951,46	28,44
Amarela +70%	1.245.422,72	310.276,71	33,18
Amarela +80%	1.289.747,97	354.601,95	37,92
Amarela +90%	1.334.073,21	398.927,20	42,66
Amarela +100%	1.378.398,45	443.252,44	47,40
(Padrão) Amarela +25% e Vermelha +50%	1.290.317,05	355.171,04	37,98

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por ANA (2022).

Como esperado, o regime de bandeira vermelha possui maior impacto em comparação com o regime de bandeira amarela, em relação ao valor efetivamente arrecadado em 2021. Porém, ambos os regimes de bandeira causam impacto

significativo na arrecadação, conforme objetivo do cenário 2 de onerar os usuários que mais poluem.

5.6.3 SIMULAÇÃO DE BANDEIRA DE PREÇOS DO REGIME DE BANDEIRA POR FINALIDADE

Para a realização das simulações das melhorias propostas no sistema de cobrança por lançamento de efluentes foram considerados os quatro finalidades de uso da água pela interferência em rios de domínio da União, sendo: esgotamento sanitário (San), consumo humano (Com), indústria (Ind) e outros (Out). Foi usada a base de dados fornecida pela Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) de 2021 para realização das amostragem.

O objetivo da simulação foi avaliar o impacto da aplicação do regime de bandeira de preços nas diferentes finalidades de uso da água. Por outro lado, as demais simulações tiveram como objetivo analisar o impacto da ferramenta no valor total arrecadado.

O número de usuários da amostra, utilizado para fins de simulação, por tipo de uso, foi estipulado conforme número total de usuários da população e número de classes, conforme Tabela 27. Para estabelecimento das classes, para os tipos de uso mais significativos (esgotamento sanitário e indústria), foi utilizada a **regra de Sturges**, conforme a Equação 9 (CASTANHEIRA, 2018, p. 51). Essa estabelece que para uma série de dados de tamanho n , a quantidade de classes do histograma deve ser:

Equação 9 - Fórmula do método de Sturges para determinação do número de classes

$$i = 1 + 3,3 \cdot \log n$$

i = número de classes

n = o número total de observações

Fonte: Castanheira (2018, p. 51).

Tabela 27 - Critérios para seleção no número de usuários para amostra por tipo de uso da água

Tipo de uso	Número total usuários	Número de classes
Esgotamento Sanitário	24	6
Indústria	41	6

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

O conjunto total de elementos (população) por tipo de uso (esgotamento sanitário, consumo humano, indústria e outros) foi ordenada em ordem decrescente de concentração de $\text{DBO}_{5,20}$ do efluente após o tratamento (mg/l), conforme exemplo Tabela 28.

Foram selecionados para compor a simulação os usuários localizados no limite superior de cada classe. Para os tipos de uso consumo humano e outros foram selecionados somente dois usuários, já que a população era pequena (7 e 6 usuários, respectivamente). Para manter a confidencialidade dos usos utilizados, foi atribuído um código para cada uso seguido de um número sequencial (exemplo: San1, uso de saneamento número 1).

Tabela 28 - Exemplo de divisão de usuários por classe para fins de simulação*

ID	C _{DBO} (mg/l)	Classe	ID	C _{DBO} (mg/l)	Classe	ID	C _{DBO} (mg/l)	Classe
Ind1	450,00	1	Ind4	19,20	4	San1	300,00	1
Ind	200,00		Ind	17,60		San	300,00	
Ind	160,00		Ind	16,00		San	300,00	
Ind	150,00		Ind	14,78		San	300,00	2
Ind	150,00		Ind	13,56		San2	300,00	
Ind	90,00		Ind	12,62		San	178,60	
Ind	68,00	2	Ind	12,00	5	San	140,83	3
Ind2	56,00		Ind5	10,50		San	115,00	
Ind	55,00		Ind	10,00		San3	99,00	
Ind	54,00		Ind	10,00		San	97,60	4
Ind	30,00		Ind	8,00		San	75,00	
Ind	30,00		Ind	6,70		San	74,00	
Ind	29,25	3	Ind	6,00	6	San4	64,40	5
Ind3	28,50		Ind	6,00		San	60,70	
Ind	28,00		Ind6	4,50		San	60,00	6
Ind	25,50		Ind	4,15		San	55,00	
Ind	21,00		Ind	4,00		San5	50,00	
Ind	20,00		Ind	3,00		San	42,13	6
Ind	19,90		Ind	2,00		San	37,50	
Ind	19,90		Ind	2,00		San	32,00	
			Ind	1,10		San6	31,00	6
						San	30,00	
						San	25,80	
						San	21,00	

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

*Legenda: esgotamento sanitário (San), consumo humano (Com), indústria (Ind) e outros (Out). C_{DBO} após tratamento.

Por fim, foram obtidos os usuários, por finalidade de lançamento selecionados para fins de simulação, conforme descrito na Tabela 29. A escolha dos usuários com características distintas e usando uma metodologia de amostragem acima descrita visa mostrar o impacto das melhorias propostas nas diferentes finalidades de lançamento.

Tabela 29 - Amostra de usuários de recursos hídricos selecionados para a simulações*

ID	Volume Outorgado (m³/ano)	Concentração DBO antes do tratamento (mg/l)	Concentração DBO após do tratamento (mg/l)	Carga orgânica outorgada (kg/ano)	Carga orgânica medida (kg/ano)
Ind1	43.056,00	3.000,00	450,00	19.375,20	9.316,35
Ind2	16.896,00	1.239,60	56,00	946.176,00	946,18
Ind3	182.500,00	137,00	28,50	5.201,25	540,39
Ind4	69.379,20	530,00	19,20	133.208.064,00	202,92
Ind5	1.576.800,00	1.502,00	10,50	16.556,40	2.829,52
Ind6	8.409.600,00	622,00	4,50	37.843,20	9.835,40
San1	531.031,20	300,00	300,00	159.309,36	159.309,36
San2	18.790,20	300,00	300,00	5.637,06	5.637,06
San3	138.116,00	499,00	99,00	13.673.484,00	13.673,48
San4	11.000.983,20	398,30	64,40	70.846.331.808,00	337.429,98
San5	9.460.800,00	526,32	50,00	473.040,00	288.819,00
San6	7.568.640,00	314,00	31,00	234.627,84	313.181,19
Con1	164.250,00	370,00	60,00	9.855,00	9.855,00
Con2	1.191.360,00	229,00	36,00	42.888,96	62.554,46
Out1	430.116,00	6.500,00	350,00	150.540,60	150.540,60
Out2	2.522.880,00	300,00	75,00	189.216,00	189.216,00

Fonte: elaborado pelos autores, a partir do banco de dados fornecido por ANA (2022).

*Legenda: esgotamento sanitário (San), consumo humano (Com), indústria (Ind) e outros (Out).

5.6.4 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DE BANDEIRA DE PREÇOS DO REGIME DE BANDEIRA POR FINALIDADE

Além das simulações do regime de bandeiras de preços por cada uso outorgado, o modelo proposto também permitiu avaliar o impacto da sua aplicação por finalidade do lançamento. A amostragem dos usuários foi realizada considerando diferentes níveis de concentrações de carga orgânica e finalidades de uso em rios de domínio da União. Desta forma, os resultados obtidos são demonstrados na Tabela 30.

Tabela 30 - Impacto nos usuários da proposta de regime de bandeira de preços para o exercício de 2021 – Cobrança PCJ Federal

ID	Bandeira	C _{DBO} (mg/l) ¹	CO (kg/ano) ²	V. cobrado ³	Cen. 1 ⁴	Cen. 2 ⁵
San4	Vermelha	64,40	337.429,98	49.197,29	59.036,75	73.795,94
San6	Amarela	31,00	313.181,19	45.661,82	45.661,82	57.077,27
San5	Amarela	50,00	288.819,00	42.109,81	42.109,81	52.637,26
Out02	Vermelha	75,00	189.216,00	27.587,69	33.105,23	41.381,54
San1	Vermelha	300,00	159.309,36	23.227,30	27.872,77	34.840,96
Out01	Vermelha	350,00	150.540,60	21.948,82	26.338,58	32.923,23
Com2	Amarela	36,00	62.554,46	9.120,44	9.120,44	11.400,55
San3	Vermelha	99,00	13.673,48	1.993,59	2.392,31	2.990,39
Com1	Amarela	60,00	9.855,00	1.436,86	1.436,86	1.796,07
Ind6	Verde	4,50	9.835,40	1.434,00	573,6	1.434,00
Ind1	Vermelha	450,00	9.316,35	1.358,32	1.629,99	2.037,49
San2	Vermelha	300,00	5.637,06	821,88	986,26	1.232,83
Ind5	Amarela	10,50	2.829,52	412,54	412,54	515,68
Ind2	Amarela	56,00	946,18	137,95	137,95	172,44
Ind3	Amarela	28,50	540,39	78,79	78,79	98,49
Ind4	Amarela	19,20	202,92	29,59	29,59	36,98
TOTAL			1.553.886,89	226.556,69	250.923,29	314.371,12

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por ANA (2022).¹Após tratamento, ²CO medido, ³em R\$, ⁴Valor cobrado no Cenário1 (R\$), ⁵Valor cobrado no Cenário 2 (R\$).

De fato, conforme o objetivo de cada cenário de simulação, nota-se um impacto maior nos valores cobrados por usuários no cenário 2 em comparação com o cenário 1. De maneira análoga a análise por uso de recursos hídrico, os usuários que possuem maior lançamento de carga orgânica são mais afetados, principalmente para a finalidade saneamento.

Em ambos os cenários, os usuários enquadrados na bandeira vermelha são mais onerados em relação aos demais. Nota-se que todos os usuários simulados na bandeira vermelha não respeitam o padrão de lançamento de 60 mg/L, para o parâmetro DBO_{5,20} conforme alínea V, artigo 18, do Decreto Estadual nº 8.468/1976 – São Paulo. Assim, ambos os cenários objetivam sinalizar aos usuários a necessidade de redução dos níveis de emissão de poluente e a melhoria da eficiência do tratamento dos efluentes.

5.7 RESULTADOS DA SIMULAÇÃO BANDEIRA DE PREÇOS EM RIOS DE DOMÍNIO DO ESTADO DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS

Inicialmente, a simulação da implantação do regime de bandeiras nos preços praticados foi efetuada para todos os lançamentos realizados em rios de domínio do Estado de São Paulo e Minas Gerais das Bacias PCJ, para os exercícios de 2018 a 2020, conforme metodologia descrita no item 3.3. Para o ano de 2021 os dados da Cobrança PCJ Paulista ainda não haviam sido disponibilizados pelo órgão gestor, até o momento da solicitação efetuada via SIC, tendo em vista limitações técnicas no sistema utilizado para extração dos dados.

Além disso, no banco de dados da Cobrança PCJ Paulista constavam 267 usos ativos em 2020, que lançaram carga orgânica em corpos d'água de domínio do estado de São Paulo. Nota-se uma maior número de usuários que em comparação com a Cobrança PCJ Federal, além de um volume mais significativo de carga orgânica lançada, de 27 milhões de m³.

Outrossim, no ano de 2021 houve publicação do Decreto 48.160/2021, que regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos para os rios de domínio do estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2021). Em seu Art. 8º consta que “o valor da CRH (cobrança pelo uso de recursos hídricos) será apurado considerando dados das outorgas vigentes e informações registradas pelo usuário, referentes ao uso de recursos hídricos no exercício anterior àquele em que se der a cobrança”.

Assim, o ano base de cobrança pelo uso de recursos hídricos foi alterado para o anterior ao lançamento ao invés do ano corrente. Como o ano de 2020 já havia sido cobrado, não foi possível realizar cobrança sob pena de cobrança em duplicidade, desta maneira, as outorgas vigentes em 2021 ainda estão sendo cobradas em 2022. Por conseguinte, somente foi possível obter os valores cobrados até 2020.

Ainda por cima, o território mineiro nas Bacias PCJ abrange somente 5 municípios, pouco representativo em termos de número de usos ativos para lançamento de carga orgânica em rios no território das Bacias PCJ, sendo 6 (seis) no período de 2018 a 2020. Metade dos usos se referes ao setor de esgotamento sanitário, enquanto a outra metade ao uso industrial. De fato, o volume lançado é pouco significativo se comparado com os outros domínios, de apenas 893 mil m³.

Enfim, a Tabela 31 demonstra a distribuição do montante que seria arrecadado nos diferentes cenários simulados, comparando com a arrecadação efetiva de 2020. Nota-se que para a faixa de preços vermelha houve aumento do valor arrecadado com a implantação do regime de bandeira, com destaque ao Cenário 1, que representa 71% do montante arrecadado no ano. Já para a bandeira amarela, o percentual arrecadado diminuiu em ambos os cenários, sem alterações significativas na bandeira verde. A distribuição percentual também destaca a baixa contribuição dos usuários de bandeira verde no montante arrecadado (cerca de 1%).

Tabela 31 - Montante arrecadado com a Cobrança PCJ Paulista e Mineira, em 2020, por regime de bandeira e diferentes cenários

Bandeira	Valor arrecadado simulado Cenário 1 (R\$)	(%) ¹	Valor arrecadado simulado Cenário 2 (R\$)	(%) ²	Valor Arrecadado 2020 (R\$)	(%) ³
Verde	42.797,24	1	53.496,55	1	53.496,54	2
Amarela	1.262.923,71	28	1.578.654,64	34	1.262.923,68	38
Vermelha	3.151.259,21	71	2.956.823,06	64	1.971.215,35	60
Total Geral	4.456.980,16	100	4.588.974,25	100	3.287.635,57	100

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por Agência PCJ (2022) e Minas Gerais (2022).

¹ Percentual em relação ao total geral do valor que seria arrecado no Cenário de simulação 1.

² Percentual em relação ao total geral do valor que seria arrecado no Cenário de simulação 2.

³ Percentual em relação ao total geral do valor efetivamente arrecado em 2020, usando o PUB de 2020 (R\$0,1274 – SP e R\$ 0,100 – MG).

5.7.1 CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 1: INCENTIVO ECONÔMICO AOS QUE MENOS POLUEM

De maneira semelhante à análise em rios de domínio da União, a Tabela 32 expõe a simulação dos valores de arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio dos estados de São Paulo e Minas Gerais, no território das Bacias PCJ, utilizando o regime de bandeira de preços previsto no Cenário 1, para o período de 2018 a 2020.

Tabela 32 - Simulação da arrecadação no Cenário 1 para o período de 2018 a 2020 em rios de domínio de São Paulo e Minas Gerais

Ano	2018	2019	2020
Valor arrecadado (A)	R\$ 2.893.383,81	R\$ 3.536.003,17	R\$ 3.287.635,57
Valor arrecadado simulado (B)	R\$ 3.265.818,65	R\$ 3.950.276,93	R\$ 4.459.665,55
Diferença (B-A)	R\$ 372.434,84 (13%)	R\$ 414.273,76 (12%)	R\$ 1.172.029,97 (10%)

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por Agência PCJ (2022) e Minas Gerais (2022).

Assim, como descrito no item 3.3.3, para os usos classificados na bandeira vermelha foi aplicado um aumento de 20% no preço praticado no ano de referência e para os usos enquadrados na bandeira verde, foi empregado um desconto de 60%. Portanto, com a simulação do regime de bandeiras de preços, os valores arrecadados aumentaram, em média, 11,5% em relação a arrecadação real do ano base.

Ainda mais, as variações na bandeira vermelha geram maior impacto arrecadatório em comparação a bandeira verde, devido a quantidade de carga orgânica lançada, como se pode observar na Tabela 33. Desta forma, é possível observar que um incremento de 100% no preço cobrado, em relação ao PUB de 2020, para os usos enquadrados na bandeira vermelha, gera um aumento de arrecadação de 37%. Em contraste, um desconto de 100% na bandeira verde, ocasiona um desconto de somente 1,65% no valor arrecadado.

Tabela 33 - Simulações variando % de desconto e acréscimo nas bandeiras verdes e vermelhas, no ano de 2020

Desconto	Valor cobrado (Praticado)	Valor Cobrado (Bandeira)	Diferença	%
Vermelha +10%	3.287.635,57	3.484.757,17	197.121,60	5,66
Vermelha +20%	3.287.635,57	3.681.878,71	394.243,13	10,71
Vermelha +30%	3.287.635,57	3.879.000,24	591.364,67	15,25
Vermelha +40%	3.287.635,57	4.076.121,78	788.486,21	19,34
Vermelha +50%	3.287.635,57	4.273.243,32	985.607,75	23,06
Vermelha +60%	3.287.635,57	4.470.364,86	1.182.729,28	26,46
Vermelha +70%	3.287.635,57	4.667.486,39	1.379.850,82	29,56
Vermelha +80%	3.287.635,57	4.864.607,93	1.576.972,36	32,42
Vermelha +90%	3.287.635,57	5.061.729,47	1.774.093,90	35,05
Vermelha +100%	3.287.635,57	5.258.851,01	1.971.215,43	37,48
Verde -10%	3.287.635,57	3.282.285,98	-5.349,60	-0,16
Verde -20%	3.287.635,57	3.276.936,32	-10.699,25	-0,33
Verde -30%	3.287.635,57	3.271.586,67	-16.048,91	-0,49
Verde -40%	3.287.635,57	3.266.237,01	-21.398,56	-0,66
Verde -50%	3.287.635,57	3.260.887,36	-26.748,22	-0,82
Verde -60%	3.287.635,57	3.255.537,70	-32.097,87	-0,99
Verde -70%	3.287.635,57	3.250.188,05	-37.447,53	-1,15
Verde -80%	3.287.635,57	3.244.838,39	-42.797,18	-1,32
Verde -90%	3.287.635,57	3.239.488,74	-48.146,84	-1,49
Verde -100%	3.287.635,57	3.234.139,08	-53.496,49	-1,65

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por Agência PCJ (2022) e Minas Gerais (2022).

Como afirmam Veettil et al. (2011), sistemas de direitos de água mal definidos aumentam os custos de transação, o que leva à atribuição de valores inadequados. Logo, usuários que lançam em pouca quantidade podem incorrem em custos excessivamente grande em comparação com a receita auferida, não gerando o resultado esperado, que é a melhoria da qualidade dos corpos d'água.

Enfim, conforme é possível notar na Tabela 34, o setor de saneamento sofrerá maior impacto em termos arrecadatários, em comparação com os demais setores, conforme os resultados com a simulação da implantação do regime proposto de bandeiras, representado 87% do aumento no valor cobrado, seguido do setor industrial, responsável por 8%. Os demais setores serão pouco ou nada impactados com a presente proposta. Tal fato é esperado, considerando que o lançamento de esgotos domésticos é um dos principais causadores de poluição a nível municipal.

Tabela 34 - Impacto nos setores de usuários com proposta de regime de bandeira para o exercício de 2020 – Cobrança PCJ Paulista

Setor de usuário	Valor Cobrança 2020 (R\$)	Valor Cobrança com Bandeira (R\$)	Diferença entre o valor atual e o proposto (R\$)	Diferença (%)
Saneamento	2.866.319,98	2.866.319,98	2.866.319,98	87%
Industrial	235.192,78	235.192,78	235.192,78	8%
Rural	204,91	204,91	0,00	0%
Urbano Privado	185.917,90	217.694,26	31.776,36	5%

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por Agência PCJ (2022) e Minas Gerais (2022).

5.7.2 CENÁRIO DE SIMULAÇÃO 2: ONERANDO OS QUE MAIS POLUEM

Inicialmente, caso o regime de bandeiras de preços houvesse sido aplicado, os valores arrecadados obtidos foram demonstrados na Tabela 35, para o período de 2018 a 2020. Na simulação realizada para o Cenário 2 houve um aumento no valor anual arrecadado em média de 40%, em comparação com a arrecadação efetiva no ano base, conforme era o objetivo do referido cenário, que busca onerar os usuários que mais poluem de maneira progressiva.

Tabela 35 - Montante arrecadado com a Cobrança PCJ Federal no período de 2018 a 2020 (Cenário 2)

Ano	2018	2019	2020
Valor arrecadado (A)	2.893.383,81	3.536.003,17	3.287.635,57
Valor arrecadado simulado (B)	4.100.157,88	4.907.349,08	4.588.974,25
Diferença (B-A)	1.206.774,07 (42%)	1.371.345,91 (39%)	1.301.338,67 (40%)

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por Agência PCJ (2022) e Minas Gerais (2022).

De maneira semelhante ao Cenário 1, a Tabela 36 mostra o efeito nos diferentes tipos de uso com a implantação do regime de bandeira de preços proposto. Portanto, o setor de saneamento sofrerá maior impacto, em comparação com os demais, conforme os resultados da simulação, representado 87% do aumento arrecadatório.

Tabela 36 - Impacto nos tipos de usos com proposta de regime de bandeira para o exercício de 2020 – Cobrança Estadual – Cenário 2

Tipo de uso	Valor Cobrança com Bandeira (R\$)	Valor Cobrança Atual (R\$)	Diferença entre o valor atual e o proposto (R\$)	Diferença (%)
Abastecimento Público	2.839.556,43	3.964.446,96	1.124.890,53	86,44
Indústria	235.192,78	338.635,50	103.442,72	7,38
Rural	204,91	256,14	51,23	0,00
Urbano Privado (Solução Alternativa)	185.917,90	245.490,32	59.572,42	4,58
Esgotamento Sanitário	26.763,55	40.145,33	13.381,78	1,03
Total Geral	3.287.635,57	4.588.974,25	1.301.338,67	100,00

Fonte: elaborado pelos autores (2023), a partir do banco de dados fornecido por Agência PCJ (2022) e Minas Gerais (2022).

5.8 LIÇÕES APRENDIDAS SOBRE O REGIME DE BANDEIRA DE PREÇOS

Em paralelo ao princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas²⁵, o meio ambiente deve ser protegido em benefício das gerações presentes e futuras, com base na equidade e em conformidade com as suas respectivas capacidades (NAÇÕES UNIDAS, 1992). De maneira semelhante, o regime de bandeiras de preço proposto materializa o princípio do poluidor-pagador, estabelecendo responsabilidades comuns aos usuários de recursos hídricos, porém diferenciadas, conforme nível de poluição gerada. Assim, busca corrigir um problema de equidade, pois atualmente os usuários que menos poluem pagam o mesmo preço dos que mais poluem.

O regime de bandeiras de preços da cobrança por poluição possui o objetivo de incentivar a diminuição do lançamento de poluentes nos corpos d'água e o aumento da cobertura e eficiência do tratamento dos efluentes. Assim, o público-alvo da presente proposta são os membros Comitês PCJ, com enfoque no setor de usuários de recursos hídricos. Diante disso, o regime de bandeiras de preços proposto possui uma função educativa, visando mudar atitudes e conscientizar os usuários de recursos hídricos nos Comitês de Bacias Hidrográficas. Contudo, também poderá ser replicado em outros casos similares no âmbito de outros CBHs, de acordo com a realidade local.

Porém, é importante destacar que se trata de uma proposta para fins acadêmicos e educacionais, pois alterações na metodologia da fórmula da cobrança exigem um processo complexo que envolve múltiplos entes do SINGREH. Por exemplo, é necessário que o assunto seja amplamente discutido no âmbito das Câmaras Técnicas dos Comitês PCJ, incluindo a realização de audiências públicas e consequente deliberação de seu plenário. Por conseguinte, a proposta deve ser aprovada junto aos conselhos estaduais e nacional de recursos hídricos, e quanto ao estado de São Paulo, também por decreto do poder executivo do estado de São Paulo.

Neste sentido, é importante salientar que a Agência das Bacias PCJ contratou em julho de 2022 um estudo para aperfeiçoar o instrumento cobrança pelo uso de

²⁵ Esse princípio foi estabelecido na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, na qual os estados que contribuíram em graus diferenciados para a degradação do meio ambiente mundial possuem responsabilidades comuns, porém diferenciadas, já que os países desenvolvidos possuem maior disponibilidade de tecnologias e recursos financeiros (NAÇÕES UNIDAS, 1992).

recursos hídricos nas Bacias PCJ, mediante à revisão dos mecanismos e valores, além da análise crítica da sua implementação (AGÊNCIA PCJ, 2022). O regime de bandeiras de preços está sendo proposto em um momento de ampla discussão do assunto no âmbito dos Comitês PCJ.

Além disso, qualquer mudança na cobrança pelo uso de recursos hídricos deve incluir campanhas de sensibilização e conscientização com os usuários e membros do CBH. No âmbito da proposta de regime de bandeira de preços, se faz necessário realizar simulações para medir o seu impacto na capacidade de pagamento e competitividade dos usuários, visando não afetar significativamente os custos da sua atividade fim.

Já existem iniciativas semelhantes ao regime de bandeiras de preços em outros Comitês de Bacia Hidrográfica. Um exemplo é a cobrança por lançamento de efluentes adotado no Comitê de Bacias Hidrográfica do Rio Paraopeba em Minas Gerais. Os mecanismos e valores cobrados foram estipulados pela Deliberação Normativa nº 08 do CBH Paraopeba, de 24 de novembro de 2021 (CBH Paraopeba, 2021).

Desta forma, no CBH Paraopeba (MG) os Preços Públicos Unitários (PPUs) são diferenciados por zona, considerando diferentes condições de criticidade. Essas são classificadas por áreas de conflito, associadas ou não a bacias de contribuição a cursos d'água de classe especial e classe 1. Os preços também são distintos por finalidade, com diferenciação para abastecimento público e variam de R\$ 0,1600 a R\$ 0,2100 (CBH Paraopeba, 2021).

Além disso, optou-se por segmentar os resultados em rios estaduais e da União, já que existem algumas diferenças nas fórmulas da cobrança pelo uso de recursos hídricos e são geridas por órgãos distintos. Tendo em vista a pequena quantidade de usuários de Minas Gerais nas sub-bacias dos rios Piracicaba e Jaguari, sua base de dados foi simulada em conjunto com os usos do estado de São Paulo. Caso contrário, seria inviável a segmentação de somente 6 (seis) usos mineiros nas bandeiras de preços, se fossem tratados isoladamente dos usos paulistas.

Outro ponto relevante a ser considerado é que os preços foram diferenciados por faixa de concentração de carga orgânica, com o objetivo de diferenciar os usos que poluem em maior ou menor grau. No entanto, existem outras possibilidades de diferenciação de preços que não foram abordadas no presente estudo, devido a necessidade limitação no escopo dado o tempo disponível. Por exemplo, seria

possível considerar regiões mais degradadas ou de interesse de preservação para a aplicação de preços diferenciados.

Todos os tipos de uso sofrem impacto com o regime de bandeira proposto, com destaque a esgotamento sanitário e indústria. O setor de saneamento se destaca no território das Bacias PCJ com os principais responsáveis pelo lançamento de carga orgânica nos corpos d'água, que tem impactos negativos no funcionamento dos ecossistemas e aumenta os custos com o seu tratamento. Esse setor é principalmente representado por órgãos do governo, sendo a minoria de natureza privada.

Logo, a cobrança por lançamento de efluentes para fins de diluição é predominantemente custeada pelos usuários do saneamento, especialmente entidades municipais, e, portanto, a maior parte dos serviços públicos de saneamento se enquadram na bandeira vermelha. Assim, os preços unitários básicos devem considerar a capacidade de pagamento destes usuários, para evitar gerar um novo problema ligado à inadimplência. No entanto, como a cobrança por lançamento é a menos significativa em comparação com outros tipos de uso, espera-se que o impacto na inadimplência seja baixo após sua implementação.

Além disso, destaca-se que os usuários de bandeira vermelha exercem um impacto mais expressivo na simulação dos recursos financeiros arrecadados em relação aos da bandeira verde, devido a maior quantidade de carga orgânica lançada. Desta forma, a aplicação de descontos aos usos classificados na bandeira verde incentiva a diminuição no lançamento de carga orgânica, sem prejudicar a arrecadação. Enquanto isso, aumentos no preço cobrado aos usuários de bandeira vermelha, mesmo que pouco expressivos, possuem forte impacto arrecadatório. Para estudos futuros, também é desejável a avaliação da distribuição espacial dos usuários, visando avaliar sua localização na bacia hidrográfica (mais a jusante ou a montante).

Por conseguinte, diante dos níveis baixos de efluentes lançados pelos usuários de bandeira verde, é necessário avaliar os custos de transação em relação aos benefícios ao sistema de gestão de recursos hídricos, que envolve uma série de fatores, como mão de obra e insumos. Nesse sentido, é possível que o Comitê de Bacias Hidrográficas estabeleça um limite de isenção para usuários que realizem lançamentos considerados insignificantes, a fim de evitar custos desnecessários e garantir uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

Um dos grandes entraves diagnosticados são os coeficientes ponderadores sem impacto real na fórmula. O coeficiente que considera a qualidade da água no ponto de lançamento ($K_{lan\ ç\ classe}$) não afeta o valor pago pelo usuário. Isso significa que usuários que precisam investir em tratamento devido à qualidade insuficiente do corpo hídrico serão cobrados da mesma maneira que aqueles que utilizam um curso d'água preservado.

Assim, as bandeiras de preço são viáveis por diversos motivos, conforme segue:

- 1. Internalização de custos ambientais:** as bandeiras de preço favorecem a internalização dos custos ambientais associados ao uso dos recursos hídricos para fins de diluição de poluentes. Isso decorre da cobrança diferenciada por nível de poluente lançado, conforme as diferentes faixas de preço.
- 2. Estímulo à redução de poluentes:** através das bandeiras de preço, os usuários são incentivados a reduzir a concentração de poluentes lançados nos corpos d'água, devido ao preço atrelado aos diferentes níveis de poluição.
- 3. Incentivo econômico e equidade:** ao estabelecer diferentes faixas de preços com base nos níveis de poluentes lançados, os usuários com menor impacto ambiental têm incentivos econômicos para continuar adotando práticas sustentáveis, enquanto os usuários mais poluentes são incentivados a reduzir suas emissões.
- 4. Receitas para gestão hídrica:** a arrecadação gerada pelas bandeiras de preço pode ser aplicada na gestão dos recursos hídricos, financiando estudos, programas, projetos e obras relacionados à conservação e recuperação das bacias hidrográficas. Isso contribui para o aprimoramento do gerenciamento dos recursos hídricos e para a sustentabilidade.
- 5. Educação e conscientização:** as bandeiras de preço também têm um caráter educativo ao conscientizar os usuários sobre o impacto de suas atividades no meio ambiente e na qualidade da água. Elas incentivam uma mudança de comportamento e promovem uma maior responsabilidade ambiental por parte dos usuários.

Em resumo, as bandeiras de preço são viáveis porque contribuem com a sustentabilidade ambiental, a eficiência econômica e a conscientização dos usuários, visando a gestão eficiente e eficaz dos recursos hídricos.

6 CONCLUSÃO

A poluição hídrica gera escassez e custos elevados de tratamento, com impactos na saúde humana e nos ecossistemas. O regime de bandeira de preços da cobrança pelo lançamento de efluentes é uma ferramenta importante melhorar a qualidade da água, sinalizar o nível de poluição e sua conformidade com os padrões legais, além de incentivar uma mudança de comportamento do poluidor.

Ademais, o regime de bandeiras de preços materializa o princípio do poluidor pagador, estabelecendo responsabilidades diferenciadas aos usuários de recursos hídricos conforme nível de poluição gerada. Assim, busca corrigir um problema de equidade, pois atualmente os usuários que menos poluem pagam o mesmo preço dos que lançam mais poluentes. Também contribui para atingir os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, como a racionalização do uso da água, o reconhecimento de seu valor econômico e a conscientização do usuário sobre o seu real valor.

Desta maneira, as bandeiras de preço propostas no sistema de cobrança possuem um caráter inovador e didático, com uso de limites dinâmicos das faixas e cores atreladas a diferentes níveis de poluição. Isso cria um estímulo para a melhoria de longo prazo, já que incentiva os usuários que menos avançaram a alcançar os patamares de lançamento bandeiras mais restritivas. Adicionalmente, por meio das simulações foi possível estipular os percentuais de desconto e acréscimo nos preços se acordo com o objetivo de cada cenário.

Além disso, o seu potencial de aumento arrecadatório permite melhorar a gestão de recursos hídricos e aplicar os recursos financeiros conforme prioridades previstas no Plano de Recursos Hídricos, de maneira estratégica para alavancar novos investimentos. Um aspecto importante a ser considerado é que existem outras possibilidades de diferenciação de preços, além da concentração de carga orgânica, como exemplo da aplicação de bandeiras de preços diferenciadas por regiões mais degradadas ou de interesse de preservação.

Alguns pontos relevantes devem ser observados. A isenção de pequenos usuários é importante devido ao baixo impacto na arrecadação e aos custos de transação envolvidos. A capacidade de pagamento dos usuários e o risco de inadimplência devem ser considerados com o aumento dos preços unitários básicos. Assim sendo, existe o risco de resistência dos setores de usuários mais impactados

financeiramente pela proposta de alteração nos preços praticados, já que as propostas de alterações na metodologia partem do Comitê de Bacia Hidrográfica.

Por fim, uma gestão descentralizada e democrática na gestão dos recursos hídricos só pode ser alcançada com uma cultura ampla e consciente de proteção dos corpos d'água e solidariedade financeira, por meio da cobrança pelo uso de recursos hídricos. A ferramenta proposta no presente estudo é um caminho para consolidação desse relevante instrumento de gestão e efetiva aplicação do princípio do poluidor pagador.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Allan; MARTINS, Eduardo. Regionalização de Vazões Médias de Longo Período Para o Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 93-102, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v10n3.p93-102>. Acesso em: 30 jun. 2022.

AMORIM, M.; SOALHEIRO, L.; PEREIRA, J. *Conjuntura da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil – base legal comentada*. São Carlos: RiMa Editora, 2022. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/e-book_conjuntura-da-cobranca-pelo-uso-de-recursos-hidricos-no-brasil-base-legal-comentada_a.pdf. Acesso em: 06 jul. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Nota Técnica nº 476/2005/SOC-ANA*. Brasília: ANA, 2005. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/BaciaPCJ/Textos/NT_476_16112005_Cobranca%20PCJ.pdf. Acesso em: 17 jul. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *A Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos e Agência de Água das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí*. Brasília: ANA; SAG, 2007. 112 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos*. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-ANA/2013/Resolucao-ANA-1041-anexo.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos*. Cadernos de capacitação em recursos hídricos, Vol. 7, 80 p. Brasília: ANA, 2014. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2014/CadernosdeCapacitacaoemRecursosHidricosVol7.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Sistemas de Informação na gestão de águas: conhecer para decidir*. Cadernos de capacitação em recursos hídricos, Vol. 8, 122 p. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2016/CadernosdeCapacitacaoemRecursosHidricos_v.8.pdf. Acesso em: 16 jan. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos no Brasil: informativo 2018*. Brasília: ANA, 2018a. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojNDYyZWQwZTAyYzRlNy00ZWl3LTlkNzEtOTc4NzY2MDE0MWEyOjI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGltNDY5YS04YjRkLTkyN2ZjZDFiYWY4OCJ9>. Acesso em: 09 jul. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Valores cobrados e arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos no país*.

Painel Gerencial da Cobrança. 2018b. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjQ1M2Q1ZjltYzUzNC00NjA4LTk5MWUtYWUwZDI3NDVIMDgwliwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGltNDY5YS04YjRkLTky2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>. Acesso em: 20 jun. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Instrumentos econômicos aplicados à gestão de recursos hídricos: caminhos para sua adoção em situações de conflito pelo uso da água no Brasil*. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (GVCES). Brasília: ANA; São Paulo: GVCES, 2018c. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/30493/instrumentos-economicos-aplicados-a-gestao-de-recursos-hidricos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 10 jan. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. Agência Nacional de Águas. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2019a. Brasília: ANA, 2019a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores*. Brasília: ANA, 2019b. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/ods6/ods6.pdf>. Acesso: 30 mar. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Mapa Interativo de Outorgas de Direito de Uso de Recursos Hídricos de Domínio da União Emitidas pela ANA (SNIRH)*. Brasília: ANA, 2019c. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=0d9d29ec24cc49df89965f05fc5b96b9>. Acesso: 28 jun. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Resolução ANA nº 139, de 15 de dezembro de 2022*. Estabelece os preços unitários para o cálculo da cobrança pelo uso de recurso hídricos de domínio da União para o exercício de 2023. Brasília: ANA, 2022a. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/wp-content/uploads/ResolucaoANAn1392022.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2023

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Base de dados da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio da União nas Bacias PCJ*. 2022b [obtido via Lei de Acesso à Informação]. Acesso em: 25 jan. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. *Informações por Bacia Interestadual*. 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/informacoes-por-bacia>. Acesso em: 05 abr. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. *Sobre Bandeiras Tarifárias*. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: 08 maio 2022.

AGÊNCIA PCJ. *Relatório de Gestão das Bacias PCJ 2016*. Piracicaba: Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2019. Piracicaba: Parla, 2017. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/relatorios/relatorio-gestao-pcj-2016-digital.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.

AGÊNCIA PCJ. *Relatório de Gestão das Bacias PCJ 2017*. Piracicaba: Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2019. Piracicaba: Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2018a. Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/relatorios/relatorio-gestao-2017.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.

AGÊNCIA PCJ. *Gestão das Bacias PCJ 2020: ano base 2019*. Piracicaba: 2019. Disponível em: https://agencia.baciaspcj.org.br/wp-content/uploads/2021/01/Revista_Bacias_PCJ_nova-versao_menu_navegavel.pdf. Acesso em: 11 fev. 2021.

AGÊNCIA PCJ. *Gestão Bacias PCJ 2021: ano base 2020. v3*. Piracicaba: Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2021. Disponível em: https://agencia.baciaspcj.org.br/wp-content/uploads/Revista_Bacias_PCJ_2021_final_WEB_paginas_duplas.pdf. Acesso em: 28 jun. 2022.

AGÊNCIA PCJ. *Gestão Bacias PCJ 2022: ano base 2021. V4*. Piracicaba: Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2022. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/wp-content/uploads/Revista%20GEST%C3%83O%20BACIAS%20PCJ%202022.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

AGÊNCIA PCJ. *Indicadores e metas – contrato de gestão ANA*. Indicador 1A6 – Cadastro de Usuários do Contrato de Gestão nº 003/ANA/2011. Piracicaba: 2020. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/indicadores-e-metas-contrato-de-gestao-ana/>. Acesso em: 28 jun. 2022.

AGÊNCIA PCJ. *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2022 (Ano Base 2021)*. UGRHI 05 – Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Piracicaba: 2020. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1opcSyiZF5xdj6_2bYGQWAp-6O89p2dh5/view. Acesso em: 01 nov. 2022.

AGÊNCIA PCJ. *Cobrança pelo uso da água*. 2022a. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/instrumento-de-gesto/cobranca-pelo-uso-da-agua/>. Acesso em: 04 fev. 2022.

AGÊNCIA PCJ. *Mapas de coleta e tratamento de esgotos nas Bacias PCJ*. 2022b. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/mapas/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

AGÊNCIA PCJ. *Contratos firmados em 2022*. Piracicaba: Fundação Agência das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2023. Disponível em:

https://agencia.baciaspcj.org.br/wp-content/uploads/CONTRATOS-SITE-AGENCIA-2022_dezembro-2022.pdf. Acesso em: 07 abr. 2023.

AGÊNCIA PCJ. *Base de dados da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio do estado de São Paulo nas Bacias PCJ*. 2022c [obtido via Lei de Acesso à Informação].

ASSIS, W.; RIBEIRO, M.; MORAES, M. Proposição de melhorias para o Sistema de Cobrança pelo Uso da Água Bruta da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, [S.l.], v. 23, n. 4, p. 779-790, ago. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018163489>. Acesso em: 13 mai. 2023

BRAGA, L.; FERRÃO, A. A gestão dos recursos hídricos na França e no Brasil com foco nas bacias hidrográficas e seus sistemas territoriais. *Labor e Engenho*, [S.l.], v. 9, n. 4, p. 19, 24 dez. 2015. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20396/lobore.v9i4.8642229>. Acesso em: 08 fev. 2021

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal: Coordenação de Edições Técnicas, 2016. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 25 jan. 2022.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 08 fev. 2021.

BRASIL. *Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981*. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de setembro de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L6938org.htm>. Acesso em: 09 jan. 2021.

BRASIL. *Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000*. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l9984.htm. Acesso em: 13 jan. 2022.

BRASIL. *Lei nº 10.881, de 09 de junho de 2004*. Dispõe sobre os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias das funções de Agências de Águas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio da União e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília-DF, 09 jun 04. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.881.htm. Acesso em: 13 jan. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução nº 48, de 21 de março de 2005*. Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 26 jul. 2005. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/2436-resolucao-cnrh-48/file>. Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução nº 52, de 28 de novembro de 2005*. Aprova os mecanismos e os valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 30 nov. 2005. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/39-resolucao-n-52-de-28-de-novembro-de-2005/file>. Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução nº 78, de 108 de dezembro de 2007*. Aprova a revisão dos mecanismos e ratifica os valores relativos à cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, e aprova a proposta de captações consideradas insignificantes para esta finalidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 28 dez. 2007. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/cobranca-pelo-uso-de-recursos-hidricos/15-resolucao-n-78-de-10-de-dezembro-de-2007/file>. Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011*. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, 16 mai. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução nº 140, de 21 de março de 2012*. Estabelece critérios gerais para outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 22 ago. 2012. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/cnrh/deliberacoes-cnrh-1/resolucoes/resolucao_140_outorga_diluicao.pdf. Acesso em: 16 jan. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução nº 155, de 09 de junho de 2014*. Aprova novos valores para os PUBs da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 31 jul. 2014. Disponível em: https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/cobranca/ResCNRH_155-2014.pdf. Acesso em: 08 fev. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução nº 192, de 19 de dezembro de 2017*. Dispõe sobre o procedimento para atualização dos preços públicos unitários cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, de que trata a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 26 jan. 2018. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/2153-resolucao-n-192-de-19-de-dezembro-de-2017/file>. Acesso em: 04 fev. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. *Resolução nº 204, de 16 de outubro de 2018*. Aprova a atualização dos valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 24 dez. 2018. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/2439-resolucao-cnrh-204-de-18-de-outubro-de-2018/file>. Acesso em: 04 fev. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS: Série Histórica*. 2023. Disponível em: <https://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 03 fev. 2023.

BRASIL. *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União 2020; 16 jul. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 06 fev. 2023.

CAMPOS, J. N. B.; CAMPOS, V. R.; MOTA, F. A. O custo da garantia da água bruta: o caso dos rios intermitentes do Ceará. *Revista de Gestão de Águas da América Latina*, v. 6, n. 1, p. 55-66, 2009. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/73/3c14a634f942544bc7e784cb1048d5fb_e50d72e8d0380e8be12adeb0acfb03f.pdf. Acesso em: 14 fev. 2021.

CASTANHEIRA, N. P. *Estatística aplicada a todos os níveis*. 2. ed. Curitiba: InterSaberes, 2018. 273 p. (Série Matemática aplicada).

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. *Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2020*. São Paulo: CETESB, 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2021/09/Apendice-C-Significado-ambiental-e-sanitario-das-variaveis-de-qualidade-das-aguas-e-dos-sedimentos-metodologias-analiticas-e-de-amostragem.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2022.

CAPODEFERRO, M; SMIDERLE, J; KELMAN, J. XV. A revisão dos valores de cobrança na bacia do São Francisco: incentivos ao uso racional da água e processo decisório. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE - SRHNE, 15, 2020, Caruaru. *Anais [...]* Caruaru, ABRHIDRO, 2020. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=6865>. Acesso em: 08 fev. 2022.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE - CBH-Doce. *Deliberação Normativa CBH-Doce nº 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. 2018. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/arquivos-cobranca/deliberacao-cbh-doce-no-69_18.pdf. Acesso em: 06 abr. 2023.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÓPEBA - CBH Paraopeba. *Deliberação Normativa nº 08 do CBH Paraopeba*. Aprova os mecanismos e valores de cobrança do CBH Paraopeba. 2021. Disponível em: https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/SF3_-_Delibera%C3%A7%C3%A3o_Normativa_n%C2%BA_08_do_CBH_Paraopeba.pdf. Acesso em: 24 mar. 2023.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO - CBHSF. *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. 2017. Disponível em: <https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017//box/uploads/2017/06/DELIBERACAO-CBHSF-No-94-2017-METODOLOGIA-DE-COBANCCCA7A-E-PPU-PARA-A-BHSF.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2023.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO - CBHSF. *Atualização da metodologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco*. Produto 1 – Revisão sobre a metodologia de cobrança. Elaborado por Gama Engenharia de Recursos Hídricos. 2016a. Disponível em: https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Produto-01_GAMA-016-2016-AGBPV-CBHSF-RT01-REV00.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO - CBHSF. *Atualização da metodologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco*. Produto 2 – Aperfeiçoamento da metodologia de cobrança. Elaborado por Gama Engenharia de Recursos Hídricos. 2016b. Disponível em: https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Produto-02_GAMA-016-2016-AGBPV-CBHSF-RT02-REV00.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - COMITÊS PCJ. *Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 025/05, de 21/10/2005*. Estabelece mecanismos e sugere os valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e dá outras providências. Diário Oficial, São Paulo, 08 dez. 2005a. Disponível em: https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/cobranca/DelibCBHPCJ_025-2005.pdf. Acesso em: 04 fev. 2022.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - COMITÊS PCJ. *Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 027/05, de 30/11/2005*. Altera a Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ 025/05, em decorrência da Resolução CNRH nº 52, de 28/11/2005. Diário Oficial, São Paulo, 08 dez. 2005b. Disponível em: <https://www.comitespcj.org.br/images/Download/DelibConj027-05.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2022.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - COMITÊS PCJ. *Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 048/06, de 28/09/2006*. Aprova a proposta para implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo, nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e dá outras providências. Diário Oficial, São Paulo, 30 set. 2006a. Disponível em: https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/cobranca/DelibCBHPCJ_048-2006.pdf. Acesso em: 30 jan. 2022.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - COMITÊS PCJ. *Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 049/06, de 28/09/2006*. Aprova os procedimentos para o mecanismo diferenciado de pagamento do “ValorDBO” previsto na cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União, nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Diário Oficial, São Paulo, 30 set. 2006b. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/dbo/dbo-delib-49-06.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2022.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - COMITÊS PCJ. *Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 078/07, de 05/10/2007*. Aprova propostas de revisão dos mecanismos e de ratificação dos valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e dá outras providências. Diário Oficial, São Paulo, 11 nov. 2007. Disponível em: <https://www.comitespcj.org.br/images/Download/DelibConj078-07.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2022.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - COMITÊS PCJ. *Deliberação dos Comitês PCJ nº 021/08, de 12/12/2008*. Estabelece mecanismos e valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais na bacia hidrográfica dos rios Piracicaba e Jaguari e dá outras providências. Diário Oficial, Minas Gerais, 18 dez. 2008. Disponível em: <https://www.comitespcj.org.br/images/Download/DelibComitesPCJ021-08.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2022.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - COMITÊS PCJ. *Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 160/12, de 14/12/2012*. Estabelece novos valores para os PUBs das cobranças pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Cobranças PCJ) e dá outras providências. Disponível em: https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/cobranca/DelibCBHPCJ_160-2012.pdf. Acesso em: 07 fev. 2022.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ - COMITÊS PCJ. *Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 298/18, de 28/06/2018*. Aprova proposta de atualização dos valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos em rios de domínio da União nas Bacias PCJ, referentes aos exercícios anteriores à aprovação da Resolução CNRH nº 192, de 19 de dezembro de 2017. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1P-Ljf9FgEOcV1rgOVgTOBn0lix3Os53A/view>. Acesso em: 16 jun. 2022.

CONSÓRCIO PROFILL RHAMA. *Plano de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035: relatório final*. Piracicaba, SP: Consórcio Profill-Rhama, 2020. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1KxJlk2WDSmudIH_WU4AiZBPI6Pb9r0LA. Acesso em: 14 fev. 2021.

COSTA, A.; ALMEIDA, L. Aplicação dos recursos da cobrança pela entidade delegatária: o caso da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. *REGA*, Porto Alegre, v. 15, e4, 2018. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=2&ID=201&SUMARIO=5323>. Acesso em: 14 fev. 2021.

COSTA, F. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos como estratégia para seu uso sustentável no Brasil. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 113, 9 fev. 2022. Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Direito - CONPEDI. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26668/indexlawjournals/2525-9687/2021.v7i2.8408>. Acesso em: 18 abr. 2023.

DEMAJOROVIC, J.; CARUSO, C.; JACOBI, P. R. Cobrança do uso da água e comportamento dos usuários industriais na bacia hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiaí. *Revista de Administração Pública - RAP*, v. 49, n. 5, p. 1193-1214, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122015000501193. Acesso em: 08 fev. 2021.

DESLANDES, S. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

DRANKA, G; FERREIRA, P. Towards a smart grid power system in Brazil: Challenges and opportunities. *Energy Policy*, Volume 136, 2020, 111033, ISSN 0301-4215. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111033>. Acesso em: 28 jun. 2022.

FADEL, A.; MARQUES, G. *A cobrança pelo uso da água: excesso de precificação ou ressarcimento pela gestão? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS - SBRH*, 23., 2019, Caruaru. *Anais [...]* Caruaru, ABRHIDRO, 2019. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=5499>. Acesso em: 15 jan. 2022.

FINKLER, N. R. et al. Cobrança pelo uso da água no Brasil: uma revisão metodológica. *Desenvolv. Meio Ambiente*, v. 33, p. 33-49, abr. 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/36413>. Acesso em: 11 fev. 2021.

FONTES, A. T.; SOUZA, M. P. Modelo de cobrança para a gestão de escassez de água. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH*, v. 9, n. 2, 2004. Disponível em: https://abr.br.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/32/4a8e86a3c45a85c1b5f8a9c37754809c_27bd6c2a168c01778ebc7cb54702be74.pdf. Acesso em: 15 ago. 2021.

FORGIARINI, F. R. *Modelagem da cobrança pelo uso da água bruta para aplicação em escala real na bacia do rio Santa Maria*. 2006. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2006. Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7666/FRANCISCO%20FORGIARINI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 fev. 2021.

GRANZIERA, M. L. M. A cobrança pelo uso da água. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL “ÁGUA, BEM MAIS PRECIOSO DO MILÊNIO”, 12., 2000, Brasília. Anais [...]* Brasília: Centro de Estudos Judiciários, 2000, p. 71-74. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/211927363.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2021.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GODECKE, M. Cobrança pelo uso da água: a experiência internacional e brasileira como referenciais para o Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 113-126, 7 abr. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236117010813>. Acesso em: 17 abr. 2023.

KELMAN, J. Gerenciamento de recursos hídricos: outorga e cobrança. *Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 12, 1997, Vitória. *Anais [...]* Vitória, 1997.

KELMAN, J. Outorga e cobrança de recursos hídricos. *In: THAME, A.C.M et al. A cobrança pelo uso da água*. São Paulo: Instituto de Qualificação e Editoração, 2000. pp. 93-113.

KURTZ, F. C. *Valoração econômica e ambiental pelo uso da água como instrumento de gestão de recursos hídricos*. 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2004. Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3561/FABIOKURTZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 ago. 2021.

LEFF, E. *Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. 11 ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

LEITE, G.; VIEIRA, W. Proposta metodológica de cobrança pelo uso dos recursos hídricos usando o valor de Shapley: uma aplicação à bacia do rio Paraíba do Sul. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 40, n. 3, pp. 651-677, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-41612010000300006>. Acesso em: 11 fev. 2022.

LIMA, D; PEREZ, R; CLEMENTE, G. A comprehensive analysis of the Demand Response Program proposed in Brazil based on the Tariff Flags mechanism. *Electric Power Systems Research*, v. 144, 2017, pp. 1-12. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2016.10.051>. Acesso em: 05 jun. 2022.

LIMA, V; HARRES, J; PAULA, M. *Caminhos da pesquisa qualitativa no campo da educação em ciências: pressupostos, abordagens e possibilidades*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2018.

LOCH, A; ADAMSON, D; AURICHT, C. (g)etting to the point: the problem with water risk and uncertainty. *Water Resources and Economics*, v. 32, oct. 2020, n.100154, ISSN 2212-4284. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wre.2019.100154>. Acesso em: 11 fev. 2022.

LUPPI, B; PARISI, F; RAJAGOPALAN, S. The rise and fall of the polluter-pays principle in developing countries. *International Review of Law and Economics*, v. 32, n. 1, 2012, p.135-144. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.irl.2011.10.002>. Acesso em: 11 fev. 2022.

MAGALHÃES, et al. *Estudo comparativo de quatro metodologias para a cobrança pelo uso da água*. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS – ABRH, 15., 2003, Curitiba. Anais [...], Curitiba: ABRHIDRO, 2003. Disponível em: <http://ceivap.org.br/downloads/Artigo-Metodologias-Cobranca.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2021.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. *Fundamentos da metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUES, G.F; DALCIN, A.P.; JOHNSON, R.M.F.; LAIGNEAU, P. GOLDENSTEIN, S.; BONILHA, I. *Operacionalização da articulação entre Planos de bacia & Cobrança pelo uso da água com suporte de Ferramenta de Simulação Financeira - Aplicação Bacias PCJ*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS - SBRH, 14., 2021, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: ABRHIDRO, 2021. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=13753>. Acesso em: 08 fev. 2022.

MARTINEZ, F.; LAHOZ, F. A cobrança pelo uso da água nas bacias hidrográficas do rio Piracicaba, Capivari e Jundiá: aplicação e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, Atibaia. Anais [...] Porto Alegre: ABRH, 2007. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/19fc8eac305a1254a2f07bc7a9b73b3b_92bfe27cfc73c1ce5deb6422a3b599da.pdf. Acesso em: 11 fev. 2021.

MENDES, F.E., MOTTA, R.S. *Instrumentos econômicos para o controle ambiental do ar e da água: uma resenha da experiência internacional*. Texto para discussão nº. 479, IPEA, 1998. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2043/1/td_0479.pdf. Acesso em: 16 jan. 2022.

MICROSOFT OFFICE. *Quartil (Função QUARTIL)*. 2022. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/quartil-fun%C3%A7%C3%A3o-quartil-93cf8f62-60cd-4fdb-8a92-8451041e1a2a?ns=excel&version=90&syslcid=1046&uilcid=1046&appver=zx1900&hclpid=xlmain11.chm60375&ui=pt-br&rs=pt-br&ad=br>. Acesso em: 29 jun. 2022.

MICROSOFT OFFICE. *Correl (Função CORREL)*. 2023. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/correl-fun%C3%A7%C3%A3o-correl-995dcef7-0c0a-4bed-a3fb-239d7b68ca92>. Acesso em: 15 jan. 2023.

MINAS GERAIS. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Deliberação CERH nº 213, de 27 de março de 2009*. Aprova a metodologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba e Jaguari, na forma da Deliberação Normativa dos Comitês PCJ nº 021, de 18 de dezembro de 2008. Disponível em: http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/PJ1_-_Delibera%C3%A7%C3%A3o_CERH_n%C2%BA_213_de_27_de_mar%C3%A7o_de_2009.pdf. Acesso em: 06 fev. 2022.

MINAS GERAIS. Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Deliberação CERH nº 68, de 22 de março de 2021*. Estabelece critérios e normas gerais sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (CRH) em bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, 22 MAR. 2021. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53592>. Acesso em: 29 mar. 2023.

MINAS GERAIS. *Decreto nº 48.160, de 24 de março de 2021*. Regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, 25 mar. 2021. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53517>. Acesso em: 27 out. 2022.

MINAS GERAIS. *Portaria IGAM nº 79, de 25 de outubro de 2021*. Estabelece normas suplementares para a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos (CRH) de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Belo Horizonte, MG, 28 out. 2021. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=54581>. Acesso em: 27 out. 2022.

MINAS GERAIS. *Portaria IGAM nº 12, de 05 de abril de 2022*. Estabelece os preços unitários para o cálculo da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais para o exercício 2022. Belo Horizonte, MG, 07 abr. 2022. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=55680>. Acesso em: 27 out. 2022.

MINAS GERAIS. *Base de dados da cobrança pelo uso de recursos hídricos em rios de domínio de Minas Gerais nas Bacias PCJ*. 2022 [obtido via Lei de Acesso à Informação].

MIRANDA, G. Potencial da Gestão Municipal de Recursos Hídricos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, SP. *Geografia*, Londrina, v. 24, n. 1. p. 05-17, jan./jun., 2015. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/17337>. Acesso em: 11 fev. 2021.

MIRZAEI, A.; ZIBAEI, M. Water Conflict Management between Agriculture and Wetland under Climate Change: Application of Economic-Hydrological-Behavioral Modelling. *Water Resources Management*, v. 35, p.1–21, 2021. Disponível em : <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02703-4>. Acesso em: 14 jan. 2022.

MOLINOS-SENANTE, M.; DONOSO, G. Water scarcity and affordability in urban water pricing: A case study of Chile. *Utilities Policy*, v. 43, Part A, 2016, p.107-116, ISSN 0957-1787. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.04.014>. Acesso em: 10 jan. 2023.

MÖLLER-GULLAND, J; MCGLADE, K; LAGO, M. *WP3 EX-POST Case studies: effluent tax in Germany*. [S. l.]: EPI Water, 2011. Disponível em: https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2015/lago_2011_effluent_tax_0.pdf. Acesso em: 07 abr. 2023.

MORAES, F. *Impacto econômico das bandeiras tarifárias nos processos tarifários das distribuidoras de energia elétrica*. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas e Desenvolvimento) – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA, Brasília, DF 2018. Disponível em: http://www.mestradoprofissional.gov.br/sites/images/mestrado/turma2/felipe_augusto_cardoso_moraes.pdf. Acesso em: 08 mai. 2022.

NAÇÕES UNIDAS. Report of the United Nations Conference on Environment and Development. *Annex I: Rio Declaration on Environment and Development*. Vol. I. United Nations: 1992. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf. Acesso em: 12 mar. 2023.

NOGUEIRA, J.; PEREIRA, R. *Critérios e análise econômicos na escolha de políticas ambientais*. Brasília: ECO-NEPAMA, 1999.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OCDE. The polluter-pays principle: OECD analyses and recommendations. *OCDE/GD*, Paris, v. 92, n. 81, 1992. Disponível em: [https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(92\)81&docLanguage=En](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(92)81&docLanguage=En). Acesso em: 14 jan. 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OCDE. *Governança dos Recursos Hídricos no Brasil*. Paris: OECD Publishing, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt>. Acesso em: 05 dez. 2021.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OCDE. *Cobranças pelo uso de recursos hídricos no Brasil: caminhos a seguir*. Paris: Éditions OCDE, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264288423-pt>. Acesso em: 05 dez. 2021.

OTTO, F. et al. Factors other than climate change, main drivers of 2014/15 water shortage in southeast region of Brazil [in “Explaining Extremes of 2014 from a Climate Perspective”]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, v. 96, n. 12, S5–S9, 2015. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/downloadpdf/journals/bams/96/12/bams-d-15-00115.1.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.

PETRINI, B. et al. *Percepção sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos através de pesquisa realizada com os usuários nas Bacias PCJ*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 23., 2007, Atibaia. Anais [...] Porto Alegre: ABRH, 2019. Disponível em: <http://anais.abrh.org.br/works/5571>. Acesso em: 11 fev. 2021.

PORTO, M. F. A; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos avançados*. v. 22, n. 63, 2008. p. 43-60. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10292/11938>. Acesso em: 11 fev. 2022.

PRODANOV, C.; FREITAS, E. *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REY, D.; PÉREZ-BLANCO, C. D.; ESCRIVA-BOU, A.; GIRARD, C.; VELDKAMP, T. I. E. Role of economic instruments in water allocation reform: lessons from europe. *International Journal of Water Resources Development*, [S.l.], v. 35, n. 2, p. 206-239, 19 jan. 2018. Informa UK Limited. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/07900627.2017.1422702>. Acesso em: 02 jul. 2023.

RIEDIGER, P. I. *Estratégias de investimento em saneamento para o alcance do Enquadramento, considerando trade-offs entre custos dos investimentos e benefícios econômicos na bacia Rio Jundiaí (SP)*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/dissertacoesdefendidas/paula-ivana-reidiger_dissertacao.pdf. Acesso em: 25 jun. 2023.

RODRIGUES, M.; AQUINO, M. Análise comparativa entre a cobrança pelo uso da água bruta do estado do Ceará com a cobrança aplicada no estado de São Paulo. *REGA*, v. 11, n. 2, p. 37-51, jul./dez. 2014. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/177/1f96a2acb5af39b901732b5e064066f7_d7bb77986c451b452cd1af0f3f09c75e.pdf. Acesso em: 11 fev. 2020.

RODRIGUES, R. B. *SSD RB: Sistema de Suporte à Decisão proposto para a gestão quali-quantitativa dos processos de outorga e cobrança pelo uso da água*. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. 155 p. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-16092005-135904/publico/RobertaSSDRB.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

ROGERS, P. *Water is an economic good: how to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability*. *Water Policy*, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1-17, 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1366-7017\(02\)00004-1](http://dx.doi.org/10.1016/s1366-7017(02)00004-1).

ROMÃO, K; CAMPOS, E.; OLIVEIRA, I; MALHEIROS, T. *A eficiência da aplicação dos recursos da cobrança pelo uso da água nos municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí*. XXIII SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu: 2019. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=5588>. Acesso em: 03 fev. 2023.

ROSA, D. W. B. Aprimoramento da cobrança pelo uso de recursos hídricos no estado de Minas Gerais: perspectivas dos integrantes do sistema estadual de gestão de recursos hídricos. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 16, e4, 2019. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/235/19>. Acesso em: 06 maio 2022.

SANTOS, G. R.; KUWAJIMA, J. I.; SANTANA, A. S. *Regulação e Investimento no Setor de Saneamento no Brasil*: trajetórias, desafios e incertezas. Rio de Janeiro: Ipea, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/td2587>. Acesso em: 06 maio 2022.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa. *Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976*. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Diário Oficial do Estado, 06 set. 1976. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1976/decreto-8468-08.09.1976.html>. Acesso em: 06 maio 2022.

SÃO PAULO. *Lei n. 997, de 31 de maio de 1976*. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1976/lei-997-31.05.1976.html>. Acesso em: 28 jun. 2022.

SÃO PAULO. *Decreto n. 10.755, de 22 de novembro de 1977*. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976 e dá providências correlatas. São Paulo, SP, 23 nov. 1977. n. 221. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1977/decreto-10755-22.11.1977.html>. Acesso em: 09 jun. 2021.

SÃO PAULO. *Lei n. 7.663, de 30 de dezembro de 1991*. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html>. Acesso em: 11 fev. 2021.

SÃO PAULO. *Lei n. 12.183, de 29 de dezembro de 2005*. Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação dos seus limites, condicionantes e valores. Diário Oficial do Estado, 30 dez. 2005. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2005/lei-12183-29.12.2005.html>. Acesso em: 18 jan. 2022.

SÃO PAULO. *Decreto n. 50.667, de 30 de março de 2006*. Regulamenta dispositivos da Lei 12.183, de 2005, que trata da cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo. São Paulo, 30 mar. 2006. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2006/decreto-50667-30.03.2006.html>. Acesso em: 03 fev. 2022.

SÃO PAULO. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. *Deliberação CRH n. 169, de 22 de abril de 2015*. Retifica e ratifica a Deliberação CRH n. 164, de 09 de setembro de 2014 e dá outras providências. 2015a. Disponível em: https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation//8902/deliberacao_crh_169_cobranca-cbh-pcj.pdf. Acesso em: 04 fev. 2022.

SÃO PAULO. *Decreto n. 61.430, de 17 de agosto de 2015*. Aprova a fixa os valores a serem cobrados pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo na Unidade de gerenciamento de recursos hídricos Piracicaba, Capivari e Jundiaí. 2015b. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2015/decreto-61430-17.08.2015.html>. Acesso em: 03 fev. 2022.

SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. *Deliberação CRH n. 190, de 14 de dezembro de 2016*. Aprova a revisão dos Programas de Duração Continuada - PDC para fins da aplicação dos instrumentos previstos na política estadual de recursos hídricos. São Paulo, 16 dez. 2016. Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/deliberation//CRH/11853/deliberacao_crh_190.pdf. Acesso em: 11 fev. 2022.

SÃO PAULO. *Decreto n. 63.262, de 09 de março de 2018*. Aprova o novo Regulamento dos artigos 9º a 13 da Lei n. 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado, 10 mar. 2018. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2018/decreto-63262-09.03.2018.html>. Acesso em: 03 fev. 2022.

SEADE. *População urbana e rural dos municípios do Estado de São Paulo - 2000 a 2050*. São Paulo: SEADE, 2021. Disponível em: <https://repositorio.seade.gov.br/dataset/populacao-urbana-e-rural>. Acesso em: 30 jun. 2022.

Seroa da Motta, R.; Thomas, A.; Hazin, L.; Feres, J.; Nauges, C.; Hazin, A. *Economic instruments for water management: the cases of france, mexico and brazil*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2004. 151 p.

SEVERINO, A. *Metodologia do trabalho científico*. 1. ed. São Paulo : Cortez, 2013.

SILVA, L. M; MONTEIRO, R. A. Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens. MACHADO, Carlos José Saldanha (org.). *Gestão de Águas Doces*. Rio de Janeiro: Interciência. 2004. p. 135-178.

SILVA, L. Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos para diluição de efluentes. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17., São Paulo. 2007. *Anais [...]* São Paulo: ABRH, 2007. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/820ae140c9f84c2fc577aeb2415c15e8_db8472f10fff65d315e9b0510c17e1ff.pdf. Acesso em: 20 jan. 2023.

SILVA, E.; PELIANO, A.; CHAVES, J. ODS: metas nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: agenda 2030. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, 2018. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=33895&catid=410&Itemid=433. Acesso em: 08 fev. 2022.

SILVA, S.; RIBEIRO, M. Enquadramento dos corpos d'água e cobrança pelo uso da água na bacia do rio Pirapama - PE. *Engenharia Sanitária e Ambiental* [online]. 2006, v. 11, n. 4, p. 371-379. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522006000400010>. Acesso em: 12 ago. 2021.

SUSTAINABLE PROSPERITY. *Economic instruments for water management in Canada: case studies and barriers to implementation*. [S. l.]: Ecosystems Services Markets, 2011. Disponível em: <https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/publications/files/Economic%20Instruments%20for%20Water%20Management%20in%20Canada.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.

SVENFELT, Åsa; ENGSTRÖM, Rebecka; HÖJER, Mattias. Use of explorative scenarios in environmental policy-making - Evaluation of policy instruments for management of land, water and the built environment. *Futures*, [S. l.], v. 42, n. 10, p. 1166-1175, dez. 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2010.06.002>.

VEETTIL, P; et al. Price sensitivity of farmer preferences for irrigation water-pricing method: evidence from a choice model analysis in Krishna River Basin, India. *Journal of Water Resources Planning and Management*, [S. l.], 2011. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000103](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000103). Acesso em: 12 ago. 2021.

VERA, L. *Atuação da cobrança pelo uso da água de domínio da união como instrumento de gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*. Recife: O Autor, 2014. 165 folhas. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10776/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Leonardo%20Henrique%20Vera.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2023.

VON SPERLING, M. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed. Minas Gerais: UFMG, 1995.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 243 p.

WORLD BANK. *World Bank water resources sector strategy: strategic directions for World Bank engagement*. Washington: World Bank, 2003. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/15013/28114.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 fev. 2022.

ZANELLA, L. *Metodologia de pesquisa*. 2. ed. reimp. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2013. 134 p.