



ESTUDO DE SUBSÍDIO PARA IMPLEMENTAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAPANEMA

Resumo Executivo

Termo de Contrato nº 005/2024/ANA

02 de abril de 2025



FERMA
ENGENHARIA



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO

Superintendente de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Humberto Cardoso Gonçalves

Coordenador de Sustentabilidade Financeira e Cobrança

Thiago Gil Barreto Barros

Gestor do Contrato

Cristiano Cária Guimarães Pereira

Equipe Técnica

André Antônio Horta de Paula

Cristiano Cária Guimarães Pereira

Giordano Bruno Bomtempo de Carvalho

Marco Antônio Mota Amorim

CONSÓRCIO ENVEX-FERMA-KRALINGEN RIO PARANAPANEMA

Coordenação Geral

Daniel Thá | *Economista, Me.*

Coordenação Geral Adjunta

Helder Rafael Nocko | *Eng. Ambiental, Me.*

Coordenação Técnica

André Luciano Malheiros | *Eng. Civil, Dr.*

Coordenação Executiva

Helder Rafael Nocko | *Eng. Ambiental, Me.*

Equipe Técnica

Daniel Thá | *Economista, Me. – Especialista I*

Henrique Bender Kotzian | *Eng. Civil, Dr. – Especialista II*

Marcelo Ling Tosta da Silva | *Economista, Me. – Especialista III*

Mirna Luiza Cartopassi Lobo | *Arq. Urbanista, Dra. – Especialista IV*

Gessica Cardoso P. Souza | *Economista, Dra. – Especialista V*

Equipe de Apoio

Diana Maria Cancelli | *Eng. Ambiental, Dra. – Gestora do contrato*

Paulo Henrique Costa | *Geógrafo, Esp.*

Tiago Aparecido Perez Vieira | *Eng. Ambiental*

Leonardo Brustolon | *Acadêmico de Geografia*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	SOBRE A COBRANÇA	12
3.	A BACIA DO RIO PARANAPANEMA	16
4.	OS USOS OUTORGADOS DA ÁGUA NA BACIA	21
5.	MODELO ECONÔMICO DE OTIMIZAÇÃO DE PREÇOS	26
5.1.	Objetivo 1: Eficiência econômica.....	29
5.2.	Objetivo 2: Uso racional.....	33
5.3.	Objetivo 3: Arrecadação	35
5.3.1.	Estabelecimento da relação Plano-Cobrança.....	35
5.3.2.	Cenários de cobrança	38
6.	SIMULAÇÕES DOS CENÁRIOS DE COBRANÇA	40
6.1.	Cenário referencial.....	43
6.2.	Cenário de maior intensidade	45
6.3.	Cenário de menor intensidade.....	46
7.	MECANISMO DE COBRANÇA FEDERAL PARA A BACIA DO RIO PARANAPANEMA	48
8.	PERCEPÇÕES DOS USUÁRIOS E GESTORES	51
9.	BENEFÍCIOS DA COBRANÇA PELA PROMOÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	53
10.	ANÁLISES COMPLEMENTARES - APLICAÇÕES DO MODELO PARA OUTRAS DOMINIALIDADES.....	57
ANEXO I: Minuta simplificada de deliberação do CBH sobre a cobrança.....		63
ANEXO II: Tabelas detalhadas		69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estratificação das interferências de captação.....	22
Tabela 2: Volumes outorgados de captação (mil m ³ /ano).....	23
Tabela 3: Estratificação das interferências de lançamento.	23
Tabela 4: Volumes outorgados de lançamento (mil m ³ /ano).....	24
Tabela 5: Objetivos da cobrança e correspondência no modelo econômico de otimização. ..	27
Tabela 6: Objetivos e funções do modelo econômico de otimização de preços de cobrança.	28
Tabela 7: Cenários de cobrança (valores anualizados).....	38
Tabela 8: Grupos de cobrança e suas atividades componentes.....	40
Tabela 9: Preço unitário base de cada cenário.....	41
Tabela 10: Preços públicos unitários nos três cenários.....	42
Tabela 11: Resultados de aplicação do mecanismo proposto para o cenário referencial.	43
Tabela 12: Resultados relativos do mecanismo proposto para o cenário referencial.....	44
Tabela 13: Resultados de aplicação do mecanismo para o cenário de maior intensidade.	45
Tabela 14: Resultados relativos do mecanismo para o cenário de maior intensidade.....	46
Tabela 15: Resultados de aplicação do mecanismo para o cenário de menor intensidade.....	47
Tabela 16: Resultados relativos do mecanismo para o cenário de menor intensidade.	47
Tabela 17: Demanda por restauração florestal e comparativo da produção de sedimentos no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos em relação à cena atual.....	54
Tabela 18: Benefício anual pela prestação de serviços ecossistêmicos da infraestrutura natural.	56
Tabela 19: Insumos e resultados agregados do modelo por abrangência, cenário referencial.	57
Tabela 20: Insumos e resultados agregados do modelo por abrangência, cenário referencial.	59
Tabela 21: Diferenciação de usuários dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paranapanema..	69
Tabela 22: Quantidade de interferências por dominialidade e setor usuário pormenorizado.	70
Tabela 23: Orçamento detalhado do PIRH-Paranapanema e o papel referencial da cobrança.	71
Tabela 24: Insumos detalhados do modelo na abrangência 1 (dominialidade da União).....	74
Tabela 25: Resultados detalhados do modelo na abrangência 1, cenário referencial.....	75

Tabela 26: Insumos detalhados do modelo na abrangência 2 (União, Paraná e São Paulo). ...	76
Tabela 27: Resultados detalhados do modelo na abrangência 2, cenário referencial.....	77
Tabela 28: Insumos detalhados do modelo na abrangência 3 (União e Paraná).....	78
Tabela 29: Resultados detalhados do modelo na abrangência 3, cenário referencial.....	79
Tabela 30: Insumos detalhados do modelo na abrangência 4 (Paraná).....	80
Tabela 31: Resultados detalhados do modelo na abrangência 4, cenário referencial.....	81
Tabela 32: Aplicação da fração do preço unitário de captação em relação ao preço unitário básico (abrangência 2) para embasar eventuais ampliações do mecanismo de cobrança.	82



LISTA DE SIGLAS

SIGLA	DESCRIÇÃO
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	Áreas de Preservação Permanente
BH	Bacia Hidrográfica
BHO	Base Hidrográfica Ottocodificada
CBH	Comitês de Bacia Hidrográfica
CERH	Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CV	Custo Variável
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DAP	Disposição a Pagar
DBO	Demanda Bioquímica por Oxigênio
ED	Entidade Delegatária
IAT	Instituto Água e Terra
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MCG	Modelos Climáticos Globais
MOP	Manual Operativo do Plano
MPM	Modelo de Programação por Metas
PAP	Plano de Aplicação Plurianual
PARH	Plano de Ações de Recursos Hídricos
PIRH-Paranapanema	Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranapanema
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRH	Planos de Recursos Hídricos
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PUB	Preços Unitários Básicos
PPU	Preços Públicos Unitários
SDR	Sediment Delivery Ratio
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
TDR	Termo de Referência
UGH	Unidade de Gestão Hídrica
VAE	Valor Anual Equivalente
VPL	Valor Presente Líquido

1. INTRODUÇÃO

Este Resumo Executivo traz uma síntese do Relatório Final Consolidado, que por sua vez consolida os relatórios parciais do "Estudo de Subsídio para Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema", contratado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) por meio da Concorrência nº 02/2023 e Termo de Contrato nº 005/2024/ANA, tendo sido elaborado entre março de 2024 e fevereiro de 2025 pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema.

Este estudo se alinha ao Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 (PNRH)¹, Programa 2 - Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, Subprograma 2.3 - Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos, Ação 3 - Implementar a cobrança pelo uso de recursos hídricos em todas as bacias hidrográficas de rios de domínio da União, onde ainda não foi implementada, com horizonte de médio prazo (até 2030) e responsabilidade de execução da ANA em parceria com OGERHs e CBHs.

A instituição da cobrança na Bacia do Rio Paranapanema é prevista no Plano Integrado de Recursos Hídricos (PIRH) da Bacia do Rio Paranapanema (ANA, 2016)² sob Componente 1 - Gestão de Recursos Hídricos, Subprograma A - Instrumentos de Gestão, GRH.A.3 Cobrança.

Em atendimento ao previsto no PIRH-Paranapanema, o objetivo do presente estudo é propor mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos nos rios de domínio da União da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema. Os mecanismos propostos partem do nexo entre as demandas financeiras do PIRH-Paranapanema e

¹ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Recursos Hídricos: PNRH 2022-2040. Brasília: MMA, 2022.

² AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranapanema (PIRH-Paranapanema). Brasília: ANA, 2016. 108 p.

os três objetivos da cobrança, explicitando o propósito desse importante instrumento de gestão dos recursos hídricos e permitindo o acompanhamento tanto dos montantes arrecadados quando da aplicação de seus proventos.

Dada sua escassez em quantidade e/ou qualidade, a água deve ter seu valor econômico devidamente reconhecido, sendo a cobrança um dos instrumentos para a gestão do recurso hídrico devidamente prevista na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). Segundo o diploma legal, a cobrança tem por objetivos:

- O reconhecimento da água como bem econômico, dando ao usuário uma indicação de seu real valor;
- O incentivo à racionalização do uso da água; e
- A obtenção dos recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Importante lembrar que não compete somente ao instrumento da cobrança assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões adequados aos respectivos usos, sendo esse o objetivo da Política Nacional de Recursos Hídricos. A cobrança atua, portanto, de forma integrada e articulada com os demais instrumentos - planos de recursos hídricos, enquadramento dos corpos de água, outorga dos direitos de uso e sistema de informações.

A cobrança não é um imposto, e sim uma remuneração pelo uso de um bem público, cujo preço é fixado a partir da participação dos usuários da água, da sociedade civil e do poder público no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH). Importante destacar que a atribuição de apresentar ao respectivo Conselho de Recursos Hídricos os mecanismos e preços de cobrança pelo uso de recursos hídricos a serem adotados em sua área de atuação é de responsabilidade do CBH, conforme inciso VI do artigo 38 da Lei nº 9.433, de 1997.

Nesse contexto, o presente estudo subsidia o CBH-Paranapanema em sua deliberação qualificada sobre a temática, por meio da proposição e simulação de três cenários alternativos de implementação. Estes cenários articulam diferentes níveis de

ambição do CBH em relação à execução de ações do Componente 2 do PIRH-Paranapanema, notadamente aquelas cujo papel do CBH é de "influência" e de "acompanhamento". O Componente 2 contempla programas de execução finalística de elevada dependência de articulação com um ou vários setores usuários, e muito embora o CBH não seja exclusivamente responsável pelo andamento dessa agenda, certamente é um de seus essenciais fomentadores. Os recursos da cobrança podem auxiliar na articulação dos atores envolvidos, financiando as análises socioeconômicas de custo-benefício para priorizar investimentos e alternativas estratégicas, projetos básicos e executivos, estudos ambientais (exceto custos ambientais e licenciamentos) e outros serviços técnicos especializados de engenharia e de planejamento.

Desta agenda, destacam-se as inversões na restauração florestal, com destaque à possibilidade de restaurar 16,85 mil hectares de APPs degradadas. Quando a restauração é localizada em áreas estratégicas para a promoção de serviços ecossistêmicos hidrossedimentológicos, os benefícios (externalidades positivas) de redução do aporte de sedimentos aos rios, diminuição do assoreamento e retenção de sedimentos na paisagem superam os custos de intervenção.

Salienta-se ainda, como pressuposto, que as ações de Gestão previstas no PIRH-Paranapanema (Componente 1) se mantém imutáveis, pois são essenciais para a gestão e desempenho do CBH. As demandas financeiras anuais de cada um dos três cenários concebidos, já adicionados da previsão de custeio da Entidade Delegatária, são de R\$ 19,97 milhões no cenário de menor intensidade, R\$ 27,89 milhões no cenário referencial, e R\$ 31,95 milhões no cenário de maior intensidade. Todos consideram um ciclo de 15 anos de implementação das ações do PIRH-Paranapanema.

Evidencia-se, assim, que o mecanismo proposto atende aos fatores críticos de sucesso elencados por ANA (2023) e OECD (2017), trazendo eficiência na função arrecadatória (em função do cenário de cobrança) e respeitando a capacidade de

pagamento dos usuários, que são incitados a reconhecer o valor econômico do recurso natural sem, no entanto, comprometerem as atividades econômicas subjacentes.

Os cenários de cobrança estabelecem um nexo claro entre os objetivos do PIRH-Paranapanema e os objetivos da cobrança, explicitando o propósito deste importante instrumento de gestão dos recursos hídricos e permitindo o acompanhamento tanto dos montantes arrecadados quando da aplicação de seus proventos. De fundamental importância para que o CBH-Paranapanema tenha capacidade de execução de suas funções de gestão e de fomento à agenda setorial, está a criação de Entidade Delegatária ou Agência da Bacia.

O processo de criação de tal instituição deve ser iniciado por solicitação do CBH com posterior aprovação pelos conselhos de recursos hídricos, estando condicionado à comprovação da viabilidade financeira assegurada pela cobrança pelo uso de recursos hídricos, até o limite de 7,5% do valor arrecadado. Todos os cenários de cobrança englobam os recursos mínimos necessários para a implementação do Plano de Bacia e também os custos de transação envolvidos.

Devido à quantidade relativamente diminuta de interferências outorgadas nos rios de domínio da União (515, ou 12% do total), o cenário de menor ambição se apresenta como limite mínimo necessário de arrecadação para viabilizar a instalação e operação de uma Entidade Delegatária. Uma vez que a arrecadação prevista nesse cenário é de R\$ 19,97 milhões anuais, a disponibilização do limite legal de 7,5% resulta em exatos R\$ 1,50 milhões para o financiamento da ED, que é o valor orçado para tal. Já nos cenários referencial e de maior intensidade, os montantes máximos de financiamento da ED sobem para, respectivamente, R\$ 2,09 milhões e R\$ 2,40 milhões.

Os mecanismos de cobrança propostos neste estudo foram fundamentados pela inovadora aplicação de um modelo econômico de otimização de preços, desenvolvido com base na Programação por Metas (MPM). Ao integrar os três objetivos legais da cobrança (eficiência econômica, uso racional da água e arrecadação financeira), o

modelo apresentou preços de cobrança de forma a equilibrar objetivos frequentemente conflitantes, garantindo que refletissem a escassez do recurso hídrico, a capacidade de pagamento dos usuários e as metas financeiras trazidas por cada um dos cenários. O Capítulo 5 deste resumo se estrutura nos três objetivos, apresentando a metodologia utilizada para cada um deles.

O desenvolvimento do modelo incluiu a diferenciação de preços por setor econômico, considerando 33 subsetores e seis unidades de gestão hídrica, o que assegura granularidade e equidade nos resultados obtidos. Além disso, a aplicação respeitou a disposição a pagar dos usuários, estimada com base em dados econômicos setoriais, como excedente do produtor e produtividade da água. O racional é o de promover incentivos ao uso eficiente do recurso hídrico sem comprometer a viabilidade econômica dos setores produtivos.

Os resultados indicaram que os cenários de cobrança não apenas são viáveis financeiramente, mas também oferecem flexibilidade para atender diferentes níveis de ambição do CBH-Paranapanema, bem como a eventual inclusão da cobrança pelo uso de águas subterrâneas. O cenário de menor intensidade garante os recursos mínimos necessários para a instalação e operação da Entidade Delegatária, enquanto os cenários mais ambiciosos ampliam a capacidade de financiamento para ações estratégicas como conservação florestal e restauração ecológica.

Por fim, os mecanismos propostos com base no modelo demonstram ser tecnicamente adequados para apoiar as decisões sobre a implementação da cobrança pelo CBH-Paranapanema, promovendo uma gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos na bacia alinhada aos princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos.

2. SOBRE A COBRANÇA

A cobrança pelo uso de recursos hídricos, como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), está prevista no artigo 19º da Lei nº 9.433/1997, a Lei das Águas. A cobrança visa remunerar a utilização de um bem público, a água. Os valores da cobrança são estabelecidos por meio de processo participativo que envolve usuários, sociedade civil e poder público, no contexto dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) e dos Conselhos de Recursos Hídricos. Um dos critérios fundamentais para a definição dos valores de cobrança são os princípios de usuário-pagador e poluidor-pagador, segundo os quais aqueles que utilizam mais os recursos hídricos e geram maior poluição devem arcar com custos mais elevados, enquanto os usuários menores e menos poluidores pagam valores menores.

Em âmbito Federal, a obrigatoriedade do pagamento pela utilização dos recursos hídricos tem início a partir da emissão da outorga pela Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA) nas seguintes bacias hidrográficas: do Rio Paraíba do Sul (2003); dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2006); do Rio São Francisco (2010); do Rio Doce (2011); do Rio Paranaíba (2017); do Rio Verde Grande (2015); e, mais recentemente, do Rio Grande (2024).

Segundo informações do portal da ANA³, em âmbito infranacional, tem-se a instituição do instrumento cobrança nos seguintes Estados: Ceará, desde 1996, instituída para o custeio das atividades do gerenciamento dos recursos hídricos, envolvendo os serviços de operação e manutenção dos dispositivos e da infraestrutura hidráulica; Rio de Janeiro, em todo o Estado; São Paulo, em todo o Estado; Minas Gerais, em todo o Estado; Paraná, iniciada somente nas bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira; Paraíba, em todo o Estado; Goiás, iniciada a partir de 2024,

³ Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/historico-da-cobranca>. Acesso em 05 de setembro de 2024.

em todo o Estado; Rio Grande do Norte, iniciada a partir de 2024, em todo o Estado; Sergipe, iniciada a partir de 2024, em todo o Estado; e Espírito Santo, iniciada a partir de 2024, somente na bacia do Rio Jucu.

Em termos de orientação para o estabelecimento da cobrança, destaca-se a Resolução nº 48/2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que estabelece critérios gerais, resguardando-se que cada CBH pode propor formas distintas de cálculo, desde que tecnicamente justificadas. Abaixo listam-se os principais critérios estabelecidos pela resolução:

- Cobrança por Outorga: a cobrança será aplicada aos usos de recursos hídricos que estão sujeitos à outorga, conforme a legislação vigente.
- Gestão e Implementação: a cobrança será realizada por entidades ou órgãos gestores de recursos hídricos, ou por delegação, pelas Agências de Bacia Hidrográfica ou entidades delegatárias.
- Condições para Cobrança: a cobrança está condicionada a várias etapas, como a regularização dos usos de recursos hídricos e a aprovação de propostas de cobrança pelos Conselhos de Recursos Hídricos competentes.
- Sistema de Informação: os órgãos gestores devem manter um sistema de informação atualizado com dados dos usuários e características das bacias hidrográficas, integrando essas informações ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Também visando guiar a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos, destacam-se as mais recentes recomendações traçadas por ANA (2023)⁴, na publicação "Orientações gerais para a implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos em bacias hidrográficas". Segundo esta publicação, os fatores críticos de sucesso na implantação da cobrança abrangem aspectos técnicos, econômicos e institucionais.

Um dos mais notáveis fatores técnicos é o alinhamento do instrumento de cobrança ao planejamento e gestão de recursos hídricos da bacia. No presente estudo, esta relação é estabelecida pela fundamentação da cobrança em objetivos claramente

⁴ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Orientações gerais para a implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos em bacias hidrográficas. 2023. Brasília. 19p.

definidos no PIRH-Paranapanema, incluindo metas e ações prioritárias. Para tanto, foram estabelecidas as relações Plano-Cobrança, traçando as necessidades financeiras a serem suportadas pela cobrança em estrito acordo com as ações do Plano de Bacia, em três cenários de ambições da atuação do CBH.

Outro pilar técnico descrito em ANA (2023) é a atualização cíclica, pela qual o Plano de Recursos Hídricos e a estrutura do instrumento de cobrança devem ser revisados para atender as novas prioridades e desafios. Os mecanismos de cobrança propostos por este estudo cobrem as ações previstas no ciclo de quinze anos vindouros de implementação do PIRH-Paranapanema, propondo-se a revisão dos valores após esse período.

A instituição de uma Entidade Delegatária é também essencial e destacada por ANA (2023) como fator crítico de sucesso. Trata-se, afinal, de munir os órgãos gestores de capacidade técnica e estrutural para implementar e gerir a cobrança e aplicar os recursos dela derivados. Para tanto, no presente estudo foi adicionado à necessidade financeira do PIRH, o valor de custeio estimado dessa entidade, de forma que se possa cobrir os custos administrativos necessários.

Os demais fatores críticos de caráter técnico abrangem a definição clara de metodologias e de valores de cobrança. As orientações de ANA (2023) apontam para a adoção de fórmulas de cálculo de fácil entendimento, evitando coeficientes complexos. Sugere-se, inclusive, a adoção da fórmula: Cobrança (R\$/ano) = Base de cálculo \times Preço Unitário (PU). Para que essa recomendação seja efetiva, os valores (PU) devem refletir a capacidade de pagamento dos setores, seus impactos sobre os recursos hídricos e incentivos ao uso racional da água, e é exatamente isso que se realizou no presente estudo por meio do desenvolvimento e aplicação do modelo econômico de otimização de preços de cobrança.

A formulação simples da cobrança não significa que aspectos como a eficiência sejam desconsiderados; ao contrário, significam que o preço cobrado, ao ser

multiplicado pelo volume captado ou carga lançada, deve indicar ao usuário a escassez relativa e permitir chegar à arrecadação almejada. Para tanto, é essencial que o preço seja discretizado e alinhado com a atuação e a capacidade de pagamento dos usuários.

Desta feita, é válido pontuar que não existe uma relação direta dos valores de cobrança entre bacias hidrográficas, o que na prática indica que preços cobrados em uma bacia podem ser suprimidos ou elevados no contexto de outras. Bacias com amplas necessidades de investimento requerem mais recursos para que as melhorias possam ser realizadas, ao passo em que bacias mais maduras podem ter requerimentos financeiros menos intensos. Os preços cobrados em cada situação também devem se moldar às condições de uso e respeitar a capacidade de pagamento dos usuários. De forma análoga, ciclos de cobrança vinculados às ações previstas terão objetivos arrecadatórios diferenciados, respeitando-se os requerimentos da gestão das águas.

No país, de forma geral e independentemente do método de cobrança, as receitas obtidas com o instrumento não têm sido suficientes para financiar os investimentos necessários à gestão dos recursos hídricos, tampouco para alterar o comportamento dos usuários (OECD, 2017)⁵.

Nessa linha, Hartmann (2010)⁶ ressalta que um ponto comum, e já característico das metodologias de cobrança no Brasil, diz respeito à ampla limitação da função financeira da cobrança (objetivo 3 da cobrança) e desconsideração de sua função incitativa (objetivos 1 e 2). Um dos objetivos deste estudo é superar essa limitação e avançar na aplicação de racional econômico para a gestão dos recursos hídricos.

⁵ ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). Cobranças pelo uso de recursos hídricos no Brasil: Caminhos a seguir. 2017. Brasília: OCDE.

⁶ HARTMANN, P. A cobrança pelo uso da água como instrumento econômico na política ambiental: estudo comparativo e avaliação econômica dos modelos de cobrança pelo uso da água bruta propostos e implementados no Brasil. Porto Alegre: AEBA, 2010.

3. A BACIA DO RIO PARANAPANEMA

O rio Paranapanema é afluente pela margem esquerda do rio Paraná, localizando-se na divisa entre os estados do Paraná e São Paulo. Sua bacia hidrográfica, com área aproximada de 106.550 km², constitui a denominada Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (UGRH) Paranapanema. Em termos relativos representa cerca de 12% da área da bacia hidrográfica do rio Paraná⁷.

Suas nascentes principais localizam-se na serra do sudeste de São Paulo e o curso principal do rio Paranapanema possui extensão de 930 km, boa parte ao longo de cascata de reservatórios de hidrelétricas o que condiciona seu regime de escoamento às regras operacionais das unidades geradoras. Em termos nacionais, a bacia hidrográfica do rio Paranapanema representa 1,2% do território brasileiro, concentrando 2,3% da sua população e respondendo por aproximadamente 2% do PIB nacional, o que demonstra a importância da bacia no contexto socioeconômico brasileiro.

A bacia hidrográfica drena áreas de 247 municípios, dos quais 115 no Estado de São Paulo e 132 no Estado do Paraná, destacando-se as seguintes sedes municipais localizadas na bacia: Londrina (556 mil hab.), Maringá (510 mil hab.), Ponta Grossa (358 mil hab.) e Arapongas (119 mil hab.) no Paraná; e Presidente Prudente (226 mil hab.), Itapetininga (158 mil hab.), Ourinhos (104 mil hab.) e Assis (101 mil hab.), em São Paulo.

Residem na UGRH Paranapanema cerca de seis milhões de habitantes, conforme os dados mais recentes do Censo Demográfico de 2022, sendo que a vertente paranaense conta com 58% desta população (3,66 milhões) e a vertente paulista com 42% (2,69 milhões). Contando-se exclusivamente a população dos municípios cujas

⁷ Este capítulo tem como base o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema - PIRH-Paranapanema (ANA, 2016) e a Revisão do Plano de Ações do PIRH-Paranapanema (ANA, 2023).

sedes se localizam na bacia, tem-se um total de 4,74 milhões, 60% na vertente paranaense (2,84 milhões) e 40% na vertente paulista (1,90 milhões).

Os principais problemas relacionados aos recursos hídricos na UGRH Paranapanema, podem ser sistematizados conforme (PIRH-Paranapanema, 2016):

Aspectos de quantidade: Situações hídricas deficitárias nas UPHs Taquari e Alto Paranapanema M.E. em razão da irrigação. Demandas de água elevadas, de forma pontual e localizada nas UPHs do Médio-Alto Tibagi e Baixo Cinzas, em razão das captações para os maiores centros urbanos (Londrina e Maringá, por exemplo) e para unidades industriais de maior porte. Regime climático com forte sazonalidade, condicionando as disponibilidades hídricas, bem como as demandas, por exemplo: resultando em situações mais críticas quanto ao atendimento das demandas de água em períodos mais secos e aumentando as disponibilidades hídricas nas épocas de maiores demandas, como ocorre com a irrigação. Também se verificam diferenças significativas entre as vazões outorgadas e as efetivamente demandadas (estimadas no PIRH), o que representa situação não adequada à gestão dos recursos hídricos, visto não permitir a identificação de importantes usuários de água (não outorgados), principalmente para irrigação na vertente paranaense. Já as vazões outorgadas para irrigação, na vertente paulista, mostram valores superiores aos efetivamente demandados, o que pode induzir a situações deficitárias nos balanços hídricos que efetivamente podem não ocorrer. Observa-se tendência de expansão da irrigação, aumentando ainda mais a pressão sobre os recursos hídricos.

Aspectos de qualidade das águas: Observa-se necessidade de complementação da rede de monitoramento da qualidade das águas, sendo que em quatro UPHs não existe monitoramento (Turvo, Pari/Novo, Capivara, Pirapozinho e Baixo Paranapanema M. D. todas na vertente paulista). A situação geral das águas superficiais varia entre regular e boa em termos de IQA, no entanto nas UPHs Santo Anastácio e Alto Paranapanema M.E. há comprometimento por conta da carga orgânica lançada (principalmente DBO e coliformes). Na vertente paulista, mesmo com elevados índices de tratamento de esgotos sanitários das áreas urbanas as cargas remanescentes orgânicas ainda são consideráveis em pontos específicos, sendo essa situação predominante em grande parte da vertente paranaense.

Aspectos associados aos meios físico e biótico: Situação geral pode ser considerada adequada quanto à conservação ambiental, havendo baixo nível de proteção ambiental de áreas diretamente relacionadas com os recursos hídricos (mananciais

para o abastecimento público e áreas de recarga de aquíferos classificadas como de elevada vulnerabilidade). Também se observa elevada produção de sedimentos (processos erosivos), comprometendo solos e recursos hídricos, principalmente nas UGHs Pontal do Paranapanema e Piraponema, assim como em zonas de maior declividade do Alto Paranapanema, Norte Pioneiro e Tibagi.

Aspectos associados a questões institucionais: O elevado número de municípios resulta em complexidade quanto à gestão de recursos hídricos, resultando na necessidade de atuação efetiva dos gestores municipais, visto suas atribuições legais quanto à gestão do uso dos solos. Também se observa a necessidade de realizar enquadramentos em diversos cursos d'água, visto terem sido enquadrados com base em normativas anteriores à Resolução CONAMA nº 357/2005.

O programa de ações do PIRH-Paranapanema é estruturado em dois componentes principais, apresentados abaixo. Ao todo os dois Componentes e seus 12 Programas foram subdivididos em 37 Subprogramas.

**Componente 1 -
Gestão de
Recursos Hídricos
(GRH):**

Constituído por seis Programas com ações voltadas para gestão, planejamento, e melhor aproveitamento dos recursos hídricos, prevendo ações para os instrumentos de gestão, fortalecimento institucional, monitoramento, planejamento, gestão de ofertas e unidades especiais de gestão;

**Componente 2 -
Intervenções e
Articulações com
Planejamento
Setorial (STR):**

Constituído por seis Programa voltados para a produção de conhecimento e para a melhoria da infraestrutura hídrica nas bacias afluentes do Rio Paranapanema, prevendo ações para conservação ambiental, agropecuária, indústria, saneamento, educação-comunicação e produção de conhecimento.

Fonte: Adaptado do PIRH-Paranapanema (ANA, 2016).

Mais recentemente, em 2023, a ANA promoveu a revisão no Plano de Ações do PIRH-Paranapanema⁸. O 1º Ciclo de implementação do PIRH, compreendido entre os anos de 2016-2021, foi avaliado com vistas a identificar entraves à implementação de cada ação, bem como de novas estratégias adequadas às suas execuções. Buscou-se,

⁸ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). PIRH Paranapanema: revisão do plano de ações. Brasília: ANA, 2023. 61 p.

assim, adequar a implementação das ações no sentido de atender as demandas da Bacia. Como resultado, para o 2º Ciclo (2022/2026), foram identificadas as ações prioritárias para a implementação do Plano, priorizando a implementação dos Instrumentos de Gestão, a Segurança Hídrica e a Revitalização da Bacia, além de manter as ações contínuas.

Os setores envolvidos na execução do Plano participaram no sentido de pactuar e garantir que as ações fossem factíveis e integrassem os respectivos planejamentos setoriais. Houve, ainda, conforme explicitado no documento final produzido: “um cruzamento com os Planos de Recursos Hídricos das bacias dos rios Afluentes Estaduais, com o compromisso de pensar de forma integrada o Paranapanema”.

O orçamento das ações do PIRH-Paranapanema foi atualizado a partir dos valores de 2016 (data base do PIRH-Paranapanema) para 2021 (data base da Revisão do Plano, publicada em 2023), posteriormente corrigidos para 2024 com base no Índice Nacional de Custo da Construção (INCC/FGV). O novo orçamento reflete inflação, revisão de métricas, metas e ações adicionadas, totalizando R\$ 4,06 bilhões em 2024, distribuídos entre: (i) Orçamento Associado: R\$ 3,99 bilhões (98,37%); e (ii) Orçamento de Gestão: R\$ 66,28 milhões (1,63%).

Dez ações do 1º Ciclo (primeiros cinco anos) continuam em execução, com orçamento de R\$ 18,2 milhões (excluídos do total revisado). Dentre elas, destacam-se ações de monitoramento, enquadramento de corpos d'água, gestão integrada de dados e cobrança pelo uso da água.

Os próximos três ciclos de implementação do PIRH (2022-2036) apresentam demandas financeiras irregulares ao longo do tempo, com picos e vales (principalmente no orçamento de Gestão) e mudanças de patamar (principalmente no orçamento Associado). Para uniformizar o planejamento financeiro, foi calculado o Valor Anual Equivalente (VAE) das ações, utilizando a Taxa Social de Desconto do

Governo Federal (8,5% ao ano)⁹. Como resultado, tem-se que a demanda financeira "média anual" do orçamento de Gestão é de R\$ 4,57 milhões, e a dos orçamentos associados (Componente 2) é de R\$ 266,27 milhões. Na somatória dos dois orçamentos, portanto, a demanda financeira do PIRH-Paranapanema para os próximos 15 anos é de R\$ 270,84 milhões por ano em valor anual equivalente.

Para as bacias afluentes, foram consultados os planos de bacia¹⁰ e adotados alguns critérios de alocação, dependendo do grau de compartilhamento das ações entre responsáveis. Também foi realizada a correção monetária até julho/2024 e anualizadas as demandas, conforme o horizonte temporal de cada plano. A demanda total anualizada para as bacias afluentes do Paranapanema foi consolidada em R\$ 21,96 milhões.

As bacias paranaenses (Norte Pioneiro, Piraponema e Tibagi) apresentam demandas financeiras anualizadas semelhantes, totalizando R\$ 13,04 milhões anuais: (i) Norte Pioneiro com R\$ 4,37 milhões; (ii) Piraponema com R\$ 4,32 milhões; e Tibagi com R\$ 4,35 milhões (estimado com base na média das demais bacias paranaenses).

As bacias paulistas (Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema), com maior maturidade em gestão integrada, somam R\$ 8,92 milhões anuais: (i) Alto Paranapanema (UGRHI 14) com R\$ 3,36 milhões; (ii) Médio Paranapanema (UGRHI 17) com R\$ 2,46 milhões; e Pontal do Paranapanema (UGRHI 22) com R\$ 3,10 milhões.

⁹ BRASIL e IPEA. 2022. Catálogo de Parâmetros - Anexo do Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura. Ministério da Economia, BRASIL & Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Versão 1. Brasília-DF.

¹⁰ Para as bacias no estado de São Paulo, foi consultado o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH), Planos das Bacias UGRHI 14, 17 e 22. Para as bacias no estado do Paraná, os Planos das bacias Norte Pioneiro e Piraponema, do Instituto Água e Terra (IAT).

4. OS USOS OUTORGADOS DA ÁGUA NA BACIA

Foi realizada uma análise dos dados de outorga de água superficial, extraídos das bases do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH, para identificar usuários, finalidades e padrões de uso, subsidiando o diagnóstico da base de usuários pagadores e sua possível ampliação ou redução. Os dados foram atualizados em agosto de 2024 e revisados por órgãos estaduais do Paraná e São Paulo. Devido à baixa integração entre o sistema estadual do Paraná (SIGARH) e o federal, priorizaram-se os registros estaduais e os complementos do CNARH para esta vertente.

Aplicou-se uma sequência de filtros às bases de outorgas, iniciando-se pela exclusão de registros vencidos, exceções para serviços contínuos de saneamento, e focou nas categorias "direito de uso" e "preventiva", com tipos de interferência como captação e lançamento. Após limpeza de duplicidades e integração de dados do SIGARH e CNARH, o universo final foi de 4.581 registros vigentes e passíveis de serem cobradas na Bacia do Rio Paranapanema.

A associação entre os usos das águas e as atividades econômicas é a base para a modelagem econômica que racionaliza a atribuição de valores, bem como para a categorização de usuários em grupos de uso que possam ter preços públicos equivalentes. Para tanto, foi realizado processo de identificação e classificação das atividades econômicas relacionadas às outorgas. Lacunas de dados, como em finalidades classificadas como "outras" ou termos genéricos como "irrigação", demandaram complementação junto a órgãos gestores, usuários e pesquisas primárias a partir do CNPJ indicado na outorga.

No esforço de complementar e consolidar os registros, foram realizadas comunicações diretas com usuários, além de importante complemento fornecido pelos órgãos estaduais, alcançando um total de 4.335 interferências finais. Nos casos sem resposta ou informações claras, foi utilizada a reclassificação, respeitando um critério

de priorização. Este processo garantiu uma base mais limpa, coerente e pormenorizada, permitindo subsidiar e fundamentar análises econômicas e projeções de cobrança.

No total, tem-se 3.732 interferências de captação, sendo que a irrigação é a principal finalidade, com 2.882 interferências (77% do total), destacando-se São Paulo (2.248). A União, cuja jurisdição abrange corpos d'água de domínio federal, concentra 475 interferências (12,7% do total), principalmente relacionadas à irrigação (432 interferências). O estado de São Paulo domina em número de interferências (2.696 ou 72%), seguido pelo Paraná (561).

Tabela 1: Estratificação das interferências de captação.

Finalidade de Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	7	115	101	223
Consumo Humano	4	18	11	33
Criação Animal	2	65	48	115
Irrigação	432	2.248	202	2.882
Indústria	2	153	44	199
Mineração	27	49	119	195
Termoelétrica	0	1	1	2
Outros	1	47	35	83
Total	475	2.696	561	3.732

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

O total de volume outorgado para retirada é de 3.566.842 mil m³/ano, sendo que a irrigação é a atividade com maior proporção (2.505.616 mil m³/ano, ou 70% do total). Mais de 75% desse volume está relacionado a São Paulo (1.989.067 mil m³/ano). A União responde por 443.261 mil m³/ano (12,4% do total), sendo a maior parcela também destinada à irrigação (379.805 mil m³/ano, ou 86% do volume da União). O estado de São Paulo novamente lidera em participação (70%), seguido pelo Paraná.

Tabela 2: Volumes outorgados de captação (mil m³/ano).

Finalidade de Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	10.502	175.742	288.720	474.964
Consumo Humano	1.256	19.952	5.768	26.976
Criação Animal	37.956	25.755	8.209	71.920
Irrigação	379.805	1.989.067	136.744	2.505.616
Indústria	7.564	127.447	154.564	289.575
Mineração	6.177	51.652	457	58.286
Termoelétrica	0	116.532	1.210	117.742
Outros	0	9.014	12.749	21.763
Total	443.261	2.515.160	608.421	3.566.842

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Quanto ao lançamento de efluentes, tem-se um total de 734 interferências, distribuídas entre União (40), São Paulo (539) e Paraná (155). Saneamento é a segunda principal categoria em número de pontos (104 ou 14% do total), principalmente no Paraná (60 interferências). A União representa cerca de 5% do total (40 interferências), com concentrações em saneamento (14) e consumo humano (10).

Tabela 3: Estratificação das interferências de lançamento.

Finalidade de Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	14	30	60	104
Consumo Humano	10	79	1	90
Criação Animal	2	51	4	57
Indústria	6	118	89	213
Mineração	0	30	0	30
Termoelétrica	0	1	1	2
Outros	8	230	0	238
Total	40	539	155	734

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Quanto aos volumes anuais de efluentes, tem-se um total de 724.168 mil m³/ano, discriminados por finalidade de uso. Os maiores volumes estão concentrados nos estados (485.270 mil m³/ano em São Paulo e 186.076 mil m³/ano no Paraná). A

indústria apresenta o maior volume de efluentes lançados (28% do total), sendo predominante no Paraná. A União autoriza um volume de 7,3% do total.

Tabela 4: Volumes outorgados de lançamento (mil m³/ano).

Finalidade de Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	9.308	29.978	52.838	92.124
Consumo Humano	905	16.919	57	17.881
Criação Animal	34.164	24.261	214	58.638
Indústria	8.357	62.903	132.714	203.974
Mineração	0	3.130	0	3.130
Termoelétrica	0	116.532	254	116.786
Outros	87	231.547	0	231.634
Total	52.821	485.270	186.076	724.168

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

A cobrança pelo uso relacionado ao lançamento de efluentes é fundamentada na carga orgânica lançada nos corpos hídricos, aferida pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}). No entanto, verificou-se que muitas outorgas não apresentavam informações sobre a concentração de DBO. Para preencher essas lacunas, foi desenvolvida uma metodologia que utilizou estimativas baseadas em concentrações típicas por atividade econômica, aliadas aos dados de volume de lançamento outorgado.

No caso do saneamento, o cálculo fez uso do grau de abatimento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) disponíveis no Atlas Esgotos (ANA, 2019)¹¹, complementado, quando necessário, pelo coeficiente médio de abatimento das estações consideradas no estudo. O cálculo da carga de DBO que chega às ETEs foi realizado a partir dos índices de coleta e tratamento de esgoto do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022)¹² e da população urbana atendida,

¹¹ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília: ANA, 2019.

¹² SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. SNIS - Série Histórica. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS, Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional - MIDR, Brasil. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>

estimada com base nos dados do Censo Demográfico (IBGE, 2022)¹³. A carga remanescente após o processo de abatimento foi utilizada para estimar as cargas efetivamente lançadas nos corpos d'água.

Para as categorias de indústria, mineração e criação animal, foram adotadas metodologias específicas para cada setor. No caso da indústria, as concentrações de DBO foram extraídas de estudo específico de ANA acerca de usos e boas práticas na bacia (2020)¹⁴ e da base amostral referente às outorgas do Paraná. Quando não havia dados específicos, foi utilizado um valor padronizado de 50 mg/L. Na mineração, predominantemente em atividades como a extração de pedra, areia e argila, utilizou-se uma base de dados estaduais para compor as estimativas. Em relação à criação animal, as concentrações basearam-se em informações de estudo de subsídio ao enquadramento da Bacia do Rio Paranapanema (ANA, 2020)¹⁵ e em amostras referentes a atividades como aquicultura, criação de bovinos e aves.

Por sua vez, para o consumo humano, adotou-se uma concentração média de 67,65 mg/L, correspondente a 65% da concentração média dos efluentes de saneamento. Para usos classificados como "Outros", foi definido um parâmetro conservador, com uma concentração arbitrada de 6,76 mg/L, equivalente a 10% da concentração atribuída ao consumo humano.

De acordo com as diferenciações realizadas a partir da vinculação das interferências às atividades econômicas, são discretizados 33 subsetores de usuários dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paranapanema, conforme Tabela 21 no Anexo II.

¹³ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>.

¹⁴ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). A indústria na Bacia do Rio Paranapanema: uso da água e boas práticas. Brasília: ANA, 2020. 94p.

¹⁵ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Estudo de implementação e aplicação de modelos hidrodinâmicos e de qualidade das águas superficiais de domínio da União como apoio à tomada de decisões em proposta de enquadramento. Fevereiro de 2020, Universidade Federal do Paraná (UFPR).

5. MODELO ECONÔMICO DE OTIMIZAÇÃO DE PREÇOS

Dada sua escassez em quantidade e/ou qualidade, a água deve ter seu valor econômico devidamente reconhecido, sendo a cobrança um dos instrumentos para a gestão do recurso hídrico devidamente prevista na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). A fundamentação para a proposta dos mecanismos de cobrança para a Bacia do Rio Paranapanema atende de forma direta aos objetivos da cobrança, e sua estruturação prática - notadamente os preços públicos a serem cobrados de cada uso e usuário - se dá pela aplicação de um inovador modelo econômico de otimização de preços de cobrança.

Fundamentado no teorema de Baumol e Oates (1976) e com respaldo teórico nos princípios do usuário-pagador e poluidor-pagador, o modelo foi desenvolvido com base na Programação por Metas (MPM), otimização matemática que permite lidar com múltiplos objetivos, por vezes conflitantes. Para encontrar uma solução de compromisso otimizada, o modelo considera os desvios dos objetivos e atribui pesos para priorizar um em relação ao outro. A abordagem é inspirada nos estudos de Xu et al. (2018)¹⁶, Liner e deMonsabert (2009)¹⁷, e Xevi e Khan (2005)¹⁸, que reforçam as otimizações multiobjetivos para gerenciar sistemas complexos de recursos hídricos. O modelo foi programado no GAMS (*The General Algebraic Modeling Language*) com o uso do solver BARON (Khajavirad et al, 2018)¹⁹.

O modelo multiobjetivo busca equilibrar os três objetivos fundamentais do instrumento de cobrança em uma única estrutura de otimização de preços, e permitiu inferir com sucesso o custo de oportunidade do uso do recurso hídrico para uma ampla

¹⁶ XU, T. et al. (2018). A two-phase model for trade matching and price setting in double auction water markets. *Water Resources Research* 54.4 (2018): 2999-3017.

¹⁷ LINER, B. & deMONSABERT, S. (2009). Sustainability goal programming for total water management. *WEFTEC 2009*. Water Environment Federation, 2009.

¹⁸ XEVI, E. & KHAN, S. (2005). A multi-objective optimisation approach to water management. *Journal of Environmental Management* 77.4 (2005): 269-277.

¹⁹ KHAJAVIRAD, A. & SAHINIDIS, N. V. (2018). A hybrid LP/NLP paradigm for global optimization relaxations. *Mathematical Programming Computation*, 10, 383-421.

gama de usuários da bacia, diferenciando ao máximo possível as atividades subjacentes às outorgas de captação e lançamento. A tabela abaixo apresenta a relação entre os objetivos da cobrança, tal como apostos pelo diploma legal que a instituiu (Artigo 19 da Lei nº 9.433, de 1997), e os objetivos correspondentes do modelo econômico de otimização de preços.

Tabela 5: Objetivos da cobrança e correspondência no modelo econômico de otimização.

	OBJETIVO 1	OBJETIVO 2	OBJETIVO 3
Objetivos Legais da Cobrança	Reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor	Incentivar a racionalização do uso da água	Obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos
Objetivos do Modelo Econômico de Otimização de Preços	Eficiência Econômica	Uso Racional	Arrecadação
	Respeitar a disposição a pagar dos usuários e a eficiência de uso do recurso hídrico de acordo com o perfil de suas atividades (maximização do lucro do produtor e minimização dos custos das utilidades públicas)	Minimizar o uso do recurso hídrico, considerando os usos racionais da água, assumindo volumes otimizados que não comprometam a produção econômica associada	Promover arrecadação suficiente para cumprir com os objetivos de ação do CBH-Paranapanema, vinculados ao PIRH-Paranapanema e articulados em três cenários intensidade

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Com base na aplicação do modelo, foram gerados resultados discretos para cada um dos usos (captação e lançamento) de cada um dos 33 usuários. Sua operação articula um conjunto robusto de restrições que garantem sua viabilidade prática: (i) De forma a não infringir a capacidade de pagamento dos usuários, pressuposto basilar, a definição dos preços mínimos e máximos deve estar dentro dos limites de disposição a pagar de cada setor, previamente definidos. (ii) O cálculo da produtividade da água serve como uma métrica de eficiência do uso, representando quanto valor econômico

é produzido (R\$) para cada unidade de água captada (m³); setores com maior produtividade são recompensados com preços unitários menores e, inversamente, aos menos eficientes são alocados preços unitários maiores. (iii) Os volumes mínimos necessários para manter a produção de cada setor, bem como os limites operacionais para lançamento de efluentes, são adotados para balizar o objetivo de uso racional. (iv) A arrecadação total precisa ser igual ao valor necessário para cobrir os custos de operacionalização do plano de recursos hídricos da bacia.

A tabela abaixo traz os objetivos e funções do modelo, cuja explicação mais detalhada é realizada na sequência, estruturada nos três objetivos²⁰.

Tabela 6: Objetivos e funções do modelo econômico de otimização de preços de cobrança.

Objetivo	Peso	Abordagem	Setores	Função Principal
1. Eficiência Econômica	33%	Minimização do custo	Saneamento (abastecimento de água e esgotamento sanitário) e Termoeletricidade	MIN = (Custos de captação + Custos de lançamento) + Custos fixos
		Maximização do lucro	Agricultura irrigada, Criação animal, Indústria e Mineração	MAX = Valor da produção econômica - (Custos de captação/Produtividade + Custos de lançamento/Produtividade) - Custos variáveis
		Maximização do bem-estar	Consumo humano e outros usos	MAX = Acessibilidade e Suficiência
2. Uso Racional	33%	Minimização do uso	Todos os setores usuários	MIN = Soma dos volumes de captação e das cargas de lançamento em toda a bacia
3. Arrecadação	34%	Maximização da receita	Todos os setores usuários	MAX = arrecadação total na bacia (variável de acordo com os cenários de cobrança)

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

²⁰ Foram realizadas análises de sensibilidade que atestam para a capacidade de o modelo reequilibrar os valores de cobrança sem comprometer a arrecadação, respeitando as condições econômicas e ambientais impostas. Os resultados confirmam a robustez e a coerência do modelo econômico em produzir resultados válidos de otimização de preços de cobrança.

As restrições asseguram que as atividades econômicas não sejam prejudicadas pela otimização dos preços, ao mesmo tempo em que garantem o respeito à capacidade de pagamento dos usuários e aos limites ambientais estabelecidos. Dessa forma, os resultados combinam as disposições a pagar, as eficiências econômicas, os volumes captados e as cargas lançadas para definir preços públicos unitários (PPUs) que expressam a escassez relativa e a capacidade de pagamento de cada subsetor usuário. Os setores e práticas mais eficientes tendem a pagar menos, enquanto setores menos eficientes são incentivados ao uso racional. A equidade no tratamento não contempla penalizações ou favorecimentos, evitando-se subsídios cruzados ou coeficientes de ponderação.

Adicionalmente, definem-se os usuários passíveis de cobrança como todos aqueles sujeitos à outorga, conforme Lei nº 9.433/1997, incluindo captação (retirada) e lançamento de efluentes (carga orgânica) e sem exceção a setores específicos, atendendo a equidade do instrumento e a demanda identificada nas consultas realizadas junto aos usuários da Bacia do Rio Paranapanema (Capítulo 8).

5.1. Objetivo 1: Eficiência econômica

O primeiro dos três objetivos reconhece que a água é dotada de valor econômico, pelo qual se espera uma disposição a pagar (DAP) positiva e um racional de eficiência econômica (menor uso do recurso para uma maior produção)²¹. No caso da cobrança pelo uso da água, a DAP indica o valor econômico atribuído ao recurso, variando entre usuários (saneamento, agrícola, industrial etc.) conforme suas funções e níveis de uso.

Se a cobrança pelos recursos hídricos for inferior à DAP, o valor real da água fica subestimado, descumprindo o objetivo de internalizar custos ambientais e sociais e de estabelecer preços que considerem tanto os custos de uso quanto a escassez do recurso. Por outro lado, se a cobrança superar a DAP do usuário, pode haver

²¹ A disposição a pagar (DAP) mede o valor máximo que um indivíduo ou entidade está disposto a pagar por um bem ou serviço, refletindo a utilidade ou benefício associado. É uma medida padrão para análises econômicas de recursos naturais, nas quais os bens ou serviços subjacentes são de não-mercado.

desestímulo econômico ao uso da água, resultando no abandono da atividade e impactos econômicos negativos, o que também não atende aos objetivos legais. Cobrar uma quantia próxima à DAP, por sua vez, assegura o uso racional do recurso, sem prejudicar a produção de valor, indicando adequadamente a escassez e respeitando a capacidade de pagamento dos usuários.

A lógica da DAP se aplica à captação de água, seguindo o princípio do usuário-pagador. Sua estimativa foi realizada como uma fração do preço sombra, que reflete o valor implícito da água na produção ou no bem-estar social, a partir de excedentes econômicos setoriais. Para garantir conservadorismo, assumiu-se que a DAP corresponde a 50% do excedente marginal do produtor. Sua estimativa seguiu três passos gerais: primeiro, identificaram-se dados de produção e custos setoriais; em seguida, determinou-se o excedente do produtor, entendido como a diferença entre receita e custos variáveis/totais; por fim, estimou-se a DAP, considerando 50% do excedente do produtor. A análise das fontes e abordagens específicas por setor contou com as metodologias detalhadas abaixo, aninhadas a partir dos enfoques de minimização dos custos, maximização do lucro e maximização do bem-estar social, do modelo de otimização em seu objetivo 1.

Para setores usuários regulados, que atendem à serviços essenciais - saneamento e termoeletricidade - o objetivo 1 é atingido pela minimização de custos, garantindo a viabilidade financeira das operações e a acessibilidade dos serviços. Para o setor de termoeletricidade, o excedente do produtor foi calculado pela energia gerada multiplicada pelo Preço de Liquidação de Diferenças de R\$ 185/MWh. Os custos totais foram calculados com base no custo variável unitário de referência de R\$ 170/MWh, indicado pelo Plano Decenal de Energia de 2024²². Os resultados chegam a uma DAP de R\$ 0,0201/m³.

²² EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2024. Brasília: EPE, 2024.

A estimativa da DAP para o setor de saneamento básico fez uso dos dados do SNIS (op. cit.) para estimar faturamento e custos totais com base no volume outorgado por município na Bacia do Rio Paranapanema. O faturamento é calculado pela relação entre consumo e produção, multiplicada pela tarifa média, enquanto os custos usam o indicador de despesas por m³ faturado. A diferença entre faturamento e custos totais gera o excedente do produtor, estimado em R\$ 0,88/m³. O valor encontrado é compatível com o trazido pelo estudo de valoração do serviço do ecossistema de provisão de água azul do IBGE (2021)²³, que atualizado para 2024 é de R\$ 0,84/m³. Considerando o pressuposto de que a DAP é metade do excedente, obtém-se um valor médio de R\$ 0,42/m³ para o setor de saneamento.

Os setores usuários vinculados à produção econômica têm o atingimento do objetivo 1 do modelo vinculado à maximização do lucro: dado o interesse em retorno financeiro, busca-se gerar maior valor econômico por unidade de água, promovendo eficiência hídrica, inovação tecnológica e competitividade. O lucro incentiva práticas sustentáveis, tornando os setores mais resilientes a escassez ou aumento de custos.

Para a agricultura irrigada, primeiramente foram estimadas as áreas irrigadas das interferências com base nos volumes captados e na lâmina média de irrigação, por grupo de cultura e sistema (nove, ao total). A produção física foi estimada a partir de dados médios da PAM-IBGE²⁴ para os últimos cinco anos, ajustados por incrementos de produtividade devido à irrigação (com base no Atlas Irrigação²⁵). O valor econômico da produção foi calculado com base nos preços também médios (5 anos, obtidos na CONAB) e na comercialização por região, e o excedente operacional foi obtido como margem bruta, deduzindo os custos de produção. A DAP, estipulada como 50% do excedente operacional, variou entre subsetores, e é compatível com estudos

²³ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Contas de ecossistemas: Valoração do serviço do ecossistema de provisão de água azul. Rio de Janeiro: IBGE. 2021.

²⁴ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal: PAM. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

²⁵ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada. Brasília: ANA, 2021.

semelhantes. Também foram estimados custos variáveis, com base em planilhas da CONAB²⁶, considerando frações de custo específicas para cada cultura.

A estimativa das relações econômicas para o setor usuário de criação animal envolve vincular a captação de água ao rebanho com coeficientes de consumo diário por animal, considerando usos como manutenção de instalações, o que se fez com base nos coeficientes do Manual de Usos Consuntivos da ANA²⁷, reduzindo-se conservadoramente a relação de produtividade pela metade. A produção física de carne, leite e ovos é estimada a partir de ciclos produtivos, pesos de abate e coeficientes de rendimento de carcaça, todos ajustados para perdas de 10%. Os valores brutos da produção foram calculados com base em cotações médias dos últimos cinco anos para os produtos da carne. A margem bruta operacional, usada para estimar o excedente do produtor, é de 15% (20% para aquicultura). Assume-se que os custos variáveis representam 60% a 65% do total.

Para a indústria e mineração, da base de interferências foram identificadas 37 classes de atividades econômicas, agrupadas em 15 subsetores industriais e dois subsetores de mineração. A estimativa da produção industrial para cada interferência se baseou em coeficientes da ANA (2020)²⁸ e CNI (2013)²⁹, corrigindo-se conservadoramente os parâmetros de conversão em 50% (implicando em uma menor conversão da produção física para um dado volume de água). Já o valor da produção foi calculado com dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA-IBGE)³⁰ para os anos de 2019-2023, considerando médias nacionais e ajustes regionais. O excedente

²⁶ COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Custos de Produção - Planilhas de custo de produção. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao>. Acesso em outubro de 2024.

²⁷ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Manual de Usos Consuntivos da Água. 2019. Brasília, 2019. Para bovinos, o consumo varia entre leite (127,5 L/cabeça/dia) e corte (50 L/cabeça/dia), enquanto aves consomem 0,27 L/cabeça/dia e suínos 18,7 L/cabeça/dia.

²⁸ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). A indústria na Bacia do Rio Paranapanema: uso da água e boas práticas. Brasília: ANA, 2020. 94p.

²⁹ CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). (2013). Uso da água no setor industrial brasileiro: Matriz de coeficientes técnicos. Brasília: CNI; GEMAS.

³⁰ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Industrial Anual: PIA-Empresa e PIA-Produto. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

operacional bruto foi estimado a partir do valor transformado e adicionado, enquanto os custos variáveis foram extraídos da estrutura de custos da PIA para cada setor.

O consumo humano, único setor associado à maximização do bem-estar social no modelo econômico, teve sua DAP estimada como 25% da tarifa de fornecimento de água via rede geral (R\$ 6,09/m³ na média ponderada da bacia), resultando em uma DAP de R\$ 1,52/m³. Esse valor considera a captação de água bruta como alternativa à falta de água tratada.

Finalmente, para o uso da água de lançamento de cargas, o objetivo 1 se estrutura no princípio do poluidor-pagador. Ao invés da DAP, é estimado o custo marginal de abatimento da poluição por carga orgânica, presumindo-se que o usuário possa arcar com um valor equivalente ao tratar as cargas lançadas. A estimativa foi realizada a partir de dados de Von Sperling e Salazar (2013)³¹, que analisaram 84 unidades de tratamento no Brasil. A tecnologia de lagoas facultativas e anaeróbicas foi usada como referência para a simulação de uma operação de tratamento de efluentes sanitários (investimento, operação e manutenção ao longo de 30 anos), resultando em um custo marginal unitário de R\$ 0,9812/kgDBO.

5.2. Objetivo 2: Uso racional

O segundo objetivo do instrumento de cobrança visa promover o uso racional da água - ao se instituir a cobrança pelo uso dos recursos hídricos com preços que sinalizem seu valor econômico (objetivo 1), pode-se esperar que os usuários busquem redução de desperdícios e usos mais eficientes. A promoção do uso racional da água via cobrança pode vir a coibir excessos, mas sem que haja prejuízo à utilização do recurso como insumo de produção. Dificilmente a cobrança será motivadora exclusiva de uma substituição de tecnologia produtiva de alta complexidade e custo de aquisição e instalação; no entanto, a instalação de válvulas redutoras de pressão,

³¹ VON SPERLING, M.; SALAZAR, B. L. (2013). Determination of capital costs for conventional sewerage systems (collection, transportation and treatment) in a developing country. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 3 (3): 365–374.

medidores e tantos outros elementos de controle e gestão menos custosos podem trazer ganhos marginais de economia hídrica. No questionário aplicado com usuários da bacia, indicou-se que a efetividade destas soluções pode ser expressiva, algo entre 5% e 10%.

No modelo econômico, objetiva-se a minimização dos usos das águas, sob a restrição de garantir que as atividades econômicas subjacentes sejam mantidas, embora mais eficientes. Para tanto, foram definidos limites mínimos para a captação de água e para o lançamento de carga orgânica, passíveis de serem obtidos sem mudanças tecnológicas drásticas ou investimentos de alta vult. De forma a estimar essa redução potencial e conformar os dados de entrada do modelo, empregaram-se diversas metodologias considerando padrões técnicos, metas regulatórias e características específicas de cada atividade usuária.

No saneamento básico, foram estabelecidas metas de redução de perdas na distribuição de água e ampliação dos serviços de coleta e tratamento de esgotos, em linha com normas regulatórias como a Norma de Referência nº 9 da ANA, que define padrões progressivos de eficiência³². Para a agricultura irrigada, analisaram-se os diferentes métodos de irrigação e suas respectivas eficiências, propondo ajustes para alcançar os níveis máximos possíveis. Na indústria, foram usados parâmetros de captação e lançamento otimizados, baseados no estudo de boas práticas industriais na bacia (ANA, op. cit.), com reduções projetadas para os principais subsetores da bacia. Para outros, como a criação animal, consumo humano e outros, foram aplicados coeficientes gerais de redução menores, alinhados ao questionário técnico com usuários da bacia. Essa abordagem gerou uma redução média de 10% no volume captado e 14% na carga de DBO lançada, evidenciando ganhos de eficiência hídrica e sustentabilidade ambiental, sem comprometer a produção econômica associada.

³² AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Norma de Referência nº 9/2024: padrões progressivos de eficiência e indicadores operacionais dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Resolução ANA nº 211, de 19 de setembro de 2024. Brasília: ANA, 2024

5.3. Objetivo 3: Arrecadação

O terceiro objetivo do instrumento de cobrança, que é espelhado no objetivo correspondente do modelo econômico, é o de se obter recursos financeiros para que se possam implementar os planos de recursos hídricos (objetivo arrecadatório). Na programação matemática do modelo, impõe-se como condicionante que a soma da arrecadação obtida pelos preços de captação e de lançamento deve atender à arrecadação alvo, respeitando-se, evidentemente, os demais objetivos de eficiência econômica e uso racional.

Essa arrecadação alvo tem como base definidora as relações Plano-Cobrança, sob o racional de se ratearem os custos da gestão do recurso natural por meio da pactuação das ações, dos investimentos necessários e de discussões sobre a corresponsabilidade sobre estes valores com os próprios usuários e interessados da bacia. Esse objetivo, claramente definido pela Lei das Águas, espelha a prática francesa de gestão das águas, da qual inspirou-se a prática brasileira (Laigneau et al., 2021)³³. A relação Plano-Cobrança possibilita que o instrumento gere benefícios perceptíveis aos usuários e à sociedade, garantindo transparência e responsabilização.

5.3.1. Estabelecimento da relação Plano-Cobrança

O estabelecimento da relação Plano-Cobrança requer vincular a necessidade de arrecadação à aplicação programática de recursos na bacia hidrográfica, em linha com o Plano de Bacia pactuado. Conforme detalhamento das ações do PIRH-Paranapanema (Cap. 3), a necessidade de recursos para sua implementação integral monta em R\$ 270,84 milhões por ano (valor anual equivalente) para os próximos 15 anos. Evidentemente, nem todas estas ações devem ser financiadas pela cobrança. Realizou-

³³ LAIGNEAU, P.; FORMIGA-JOHNSSON, R.M.; MARQUES, G.F.; GOLDENSTEIN, S.; BONILHA, I. (2021). A experiência francesa de planejamento de bacias hidrográficas vinculada à cobrança pelo uso de recursos hídricos. Trabalho apresentado no XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (XXIV SBRH), Belo Horizonte.

se, então, uma criteriosa análise para identificar quais ações são passíveis de financiamento pela cobrança, considerando os seguintes aspectos:

- **Prioridade para a Gestão de Recursos Hídricos:** As ações do Componente 1 (Gestão) são basilares e, portanto, totalmente elegíveis ao financiamento pela cobrança.
- **Apoio Direto aos Usuários:** Foram priorizadas ações voltadas ao suporte técnico e financeiro aos usuários para adoção de práticas mais eficientes de uso da água na agricultura irrigada, indústria e demais setores usuários.
- **Ações Difusas:** Foram também priorizadas ações de natureza difusa, como conservação ambiental e saneamento rural, que não possuem fontes claras de financiamento, mas geram benefícios coletivos para toda a bacia.
- **Serviços Tarifados:** Ações relacionadas a serviços que já possuem tarifa própria (como abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos urbanos) não foram priorizadas para financiamento via cobrança, pois já contam com sustentabilidade financeira própria.

Para suporte das ações priorizadas, foi proposta a criação de uma Equipe de Projetos e Apoio Volante, com custo anual de R\$ 1,76 milhão, formada por profissionais multidisciplinares de atuação contínua. O objetivo é oferecer suporte técnico para a implementação de diversas das ações, atuando como escritório de projetos e equipe de campo. As iniciativas contempladas são o apoio a municípios e usuários na execução de iniciativas que promovam a eficiência hídrica na agricultura irrigada e na indústria, implementação de barragens rurais e ações de proteção ambiental, dentre outras. Suas principais funções incluem a elaboração de projetos para captação de recursos, suporte técnico na execução e gestão dos projetos, capacitação de usuários, identificação de oportunidades de financiamento e prestação de contas.

Foi também previsto orçamento adicional para a ampliação das ações previstas de conservação e restauração ambiental, especialmente em áreas prioritárias para a qualidade da água. Afinal, identificou-se que 44% das APPs ciliares da bacia estão sob pastagens ou plantios, comprometendo a qualidade e a disponibilidade hídrica,

favorecendo processos erosivos e a produção de sedimentos. Assumiu-se que a cobrança poderia financiar a restauração de até 15% destas áreas degradadas que estão sob pastagem (pelo menor custo de oportunidade de conversão), ao custo de R\$ 9,87 mil/ha (considerando uma média dentre ações mais econômicas de condução da restauração natural e as mais custosas, de plantio direto).

Das 81 ações do PIRH-Paranapanema que devem ser executadas nos próximos 15 anos, identifica-se o potencial apoio da cobrança para 40 delas. A demanda financeira de referência para a cobrança é de R\$ 26,39 milhões anuais (VAE), sendo R\$ 5,76 milhões dedicados às ações do Componente de Gestão e R\$ 20,63 milhões para o Componente de Intervenções. O valor representa uma fração de 9,74% do orçamento total do PIRH-Paranapanema, demonstrando uma abordagem realista e focada nas ações mais aderentes ao propósito da cobrança. Esse panorama completo das necessidades financeiras, atualizado e com uma nova forma de ação do CBH em relação aos objetivos difusos de qualidade de água e gestão de recursos hídricos na bacia, atende aos anseios de ação prática dos usuários e respeitando plenamente o previsto e pactuado pelo PIRH.

A Tabela 23, no Anexo II, apresenta os componentes, subprogramas e ações do PIRH-Paranapanema e sua necessidade financeira atualizada, destacando na última coluna o papel que a cobrança pode assumir para cada uma delas.

A implementação do instrumento de cobrança também requer a manutenção do custeio administrativo da Entidade Delegatária (ED) responsável pela sua gestão, criando-se as condições favoráveis ao desenvolvimento da agenda de trabalho e ao cumprimento de atribuições legais de forma que os recursos advindos possam ser aplicados com celeridade e tempestividade. Para o financiamento dessa ED, estimou-se o custeio anual mínimo de R\$ 1,50 milhões.

5.3.2. Cenários de cobrança

A construção dos cenários de cobrança atende à necessidade de subsidiar o CBH-Paranapanema em sua deliberação qualificada sobre a implementação do instrumento de cobrança, permitindo a escolha política do grau de ambição com base em uma referência técnica que assegura a viabilidade financeira em qualquer das opções.

Parte-se das relações Plano-Cobrança, estabelecidas para o ciclo de 15 anos entre 2020 e 2036, propondo-se variações de menor e maior intensidade que refletem os diferentes graus de ambição de ação por parte do CBH-Paranapanema. Essa variação se concentra nas dez ações do Componente 2 (Intervenções e Articulação), mantendo inalteradas as do Componente 1 (Gestão), compreendidas como fundamentais e necessárias sob qualquer situação. Em todos os cenários, manteve-se a Equipe de Projetos e Apoio Volante, considerada estruturante.

Tabela 7: Cenários de cobrança (valores anualizados).

Cenário de Menor Intensidade	Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade
Necessidade financeira: R\$ 18,47 milhões/ano + R\$ 1,50 milhões/ano de custeio mínimo da ED	Necessidade financeira: R\$ 26,39 milhões/ano + R\$ 1,50 milhões/ano de custeio mínimo da ED	Necessidade financeira: R\$ 30,45 milhões/ano + R\$ 1,50 milhões/ano de custeio mínimo da ED
Financiamento das ações: Ações do Componente 1 (Gestão) + Ações do Componente 2 (Intervenções e Articulação) reduzidas pela metade para o fomento a projetos de proteção e recuperação de áreas e para o estímulo à implantação de PSA	Financiamento das ações: Ações do Componente 1 (Gestão) + Ações do Componente 2 (Intervenções e Articulação) conforme relação Plano- Cobrança referencial	Financiamento das ações: Ações do Componente 1 (Gestão) + Ações do Componente 2 (Intervenções e Articulação) dobradas para capacitação agropecuária, agricultura de baixa demanda hídrica, eficiência hídrica industrial, controle de poluição agrícola, saneamento rural e recuperação de áreas rurais

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

O cenário referencial permite financiar 40 ações do PIRH-Paranapanema, abrangendo tanto a gestão de recursos hídricos quanto intervenções estruturantes, com destaque para o apoio direto aos usuários e a restauração de áreas prioritárias. O valor previsto permite restaurar a vegetação nativa e estabelecer pagamento por serviços ambientais em cerca de 17 mil hectares - área equivalente a 3,1% do total de 552,26 mil ha de APP de cursos d'água degradadas.

O cenário de menor intensidade representa o limite mínimo de arrecadação sustentada exclusivamente pela cobrança de âmbito federal, decorrente da quantidade relativamente pequena de interferências nesse domínio (515, ou 12% do total). Com a arrecadação prevista de R\$ 19,97 milhões anuais, a disponibilização do limite legal de 7,5% para custeio da Entidade Delegatária resulta em R\$ 1,50 milhão, que é a referência mínima de orçamento necessário.

Já o cenário de maior intensidade amplia significativamente o apoio às ações voltadas aos usuários agropecuários e industriais, bem como às intervenções de saneamento rural e conservação ambiental, permitindo uma atuação mais ambiciosa do CBH e acelerando a resolução dos problemas de gestão hídrica na bacia.

6. SIMULAÇÕES DOS CENÁRIOS DE COBRANÇA

Buscando diferenciar ao máximo as atividades subjacentes às outorgas de captação e lançamento, o modelo indica preços públicos unitários (PPUs) resultantes (respectivamente R\$/m³ e R\$/kgDBO) que expressam a escassez relativa e da capacidade de pagamento de cada um dos 33 subsetores usuários discretizados. Realizou-se, então, uma categorização destes em grupos de cobrança, primando pela simplicidade e replicação da lógica de otimização de preços, tendo como consideração os critérios de similaridade de preços públicos, capacidade de pagamento (subsetores com disposições a pagar em ordens semelhantes de grandeza e produção de valor agregado) e características do uso da água (volume captado ou lançado).

Tabela 8: Grupos de cobrança e suas atividades componentes.

Setor Usuário	Grupos de Cobrança	Atividades Componentes
Saneamento	Saneamento	Companhias de saneamento básico (abastecimento de água e esgotamento sanitário)
C. humano e outros usos	Consumo humano e Outros Usos	Consumo humano e outros usos
Irrigação	Irrigação - Grupo 1	Grãos (feijão, milho, soja, sorgo, aveia, trigo, 'rotação de grãos', 'cereais'); Pastagem (pasto, cobertura, alfafa, feno); Outras culturas temporárias não especificadas
	Irrigação - Grupo 2	Cana-de-açúcar
	Irrigação - Grupo 3	Citrus (laranja, limão); Café; Fruticultura (uva, banana, abacate, ameixa, amora, lichia, 'frutas', permanentes não especificadas); Hortícolas (batata, tomate, mandioca, hortaliças, 'lavouras'); Outras culturas permanentes não especificadas
Criação Animal	Criação Animal - Grupo 1	Aquicultura
	Criação Animal - Grupo 2	Criação de bovinos, de aves e de suínos
Indústria	Indústria - Grupo 1	Atividades das Divisões 17, 19 e 20 (CNAE/IBGE 2.0), inclusive: Fabricação de papel e celulose; Fabricação de álcool; Fabricação de açúcar; Adubos, fertilizantes e químicos
	Indústria - Grupo 2	Atividades das Divisões 10 e 11 (CNAE/IBGE 2.0), inclusive: Fabricação de produtos alimentícios; Fabricação de bebidas; Fabricação de produtos da

Setor Usuário	Grupos de Cobrança	Atividades Componentes
		carne; Moagem e fécula; Fabricação de laticínios; Fabricação de óleos vegetais
	Indústria - Grupo 3	Demais indústrias, inclusive: Fabricação de cimento; Curtimento e preparação de couro; Confecção de peças do vestuário; Metalurgia
Extração Mineral	Mineração - Grupo 1	Extração de pedra, areia e argila
	Mineração - Grupo 2	Extração de outros minerais
Termoelétrica	Termoelétrica	Geração de energia termoelétrica

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

De forma a embasar o estabelecimento da cobrança pelo uso dos recursos hídricos federais na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, realizaram-se simulações de cada um dos três cenários para as interferências dessa dominialidade (União), que perfazem 515 (475 de captação e 40 de lançamento). Para fins de simplificação, considerou-se os volumes e cargas outorgados como representativos dos volumes e cargas efetivamente captados e lançados, mesmo sabendo-se que na ponderação com os volumes medidos resultará em algum decréscimo. Ao se dividir a demanda financeira de cada um dos cenários de cobrança pelos volumes de captação e lançamento, respeitando-se a alocação relativa de cada uso, tem-se o preço unitário base, ou preço de rateio simples, para cada cenário.

Tabela 9: Preço unitário base de cada cenário.

Subsetor	Cenário de Menor Intensidade		Cenário Referencial		Cenário de Maior Intensidade	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
PUB	0,0415	0,5870	0,0593	0,5897	0,0692	0,4813

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

Evidentemente que o rateio de toda a necessidade financeira do PIRH-Paranapanema apenas pelas 515 outorgas de domínio da União eleva o preço público unitário para patamares mais elevados do que os praticados em outras bacias hidrográficas. Trata-se, porém, de uma questão relativa, e não de capacidade de

pagamento. Afinal, no cenário de maior intensidade, dentre os subsetores de atividades usuárias, a captura máxima da DAP é de 52,98% para captação e 58,21% para lançamento; já nas médias ponderadas respectivamente por volume e carga lançada, são de 12,32% e 49,06%. De fato, os resultados dos estudos econômicos apontam para uma capacidade de pagamento suficiente para se chegar nas arrecadações anuais dos três cenários (que variam de R\$ 19,97 milhões no cenário de menor intensidade até R\$ 31,95 milhões no mais ambicioso, já contemplando o custeio da Entidade Delegatária).

A Tabela 10 apresenta os preços públicos unitários por grupo categorizado de cobrança em cada um dos três cenários. Os PPU's em vermelho são aqueles que podem ser aplicados para eventuais novas interferências de grupos de cobrança atualmente inexistentes no âmbito federal.

Tabela 10: Preços públicos unitários nos três cenários.

Grupo de Cobrança	Cenário de Menor Intensidade		Cenário Referencial		Cenário de Maior Intensidade	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	0,1266	0,4489	0,1777	0,4708	0,1628	0,3894
C. humano	0,2051	0,5630	0,2520	0,5651	0,1151	0,5636
Irrigação G1	0,0229	-	0,0298	-	0,0347	-
Irrigação G2	0,0497	-	0,0536	-	0,0517	-
Irrigação G3	0,0830	-	0,1180	-	0,1367	-
Criação A. G1	0,0456	0,6676	0,0667	0,6583	0,0829	0,5440
Criação A. G2	0,1523	0,5870	0,2176	0,5897	0,2539	0,4813
Indústria G1	0,4829	0,5870	0,8918	0,5897	1,1524	0,4813
Indústria G2	0,1371	0,6926	0,1419	0,6813	0,1439	0,5425
Indústria G3	0,1176	0,5870	0,1681	0,5897	0,1962	0,4813
Mineração G1	0,0176	0,5870	0,0177	0,5897	0,0178	0,4813
Mineração G2	0,3091	0,5870	0,3151	0,5897	0,3177	0,4813
Termoelétrica	0,0373	-	0,0534	-	0,0623	-

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

6.1. Cenário referencial

O valor-objetivo do cenário referencial é de R\$ 27,89 milhões anuais, resultando em um preço unitário básico (PUB) ponderado por volume de captação de R\$ 0,0593/m³ e de um PUB ponderado pela carga de lançamento de R\$ 0,5897/kgDBO. Retoma-se que o PUB representa o rateio linear do cenário, ou seja, sob o pressuposto de que todo o m³ captado e toda a carga lançada contribuíssem de forma equânime.

Tabela 11: Resultados de aplicação do mecanismo proposto para o cenário referencial.

Grupo de Cobrança	Preço Público Unitário		Resultado de Arrecadação (R\$)		
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação	Lançamento	TOTAL
Saneamento	0,1777	0,4708	1.866.571	505.168	2.371.739
C. humano	0,2520	0,5651	316.479	34.949	351.428
Irrigação G1	0,0298	-	9.719.602	-	9.719.602
Irrigação G2	0,0536	-	332.284	-	332.284
Irrigação G3	0,1180	-	5.632.147	-	5.632.147
Criação A. G1	0,0667	0,6583	2.529.964	284.947	2.814.911
Criação A. G2	0,2176	0,5897	-	-	-
Indústria G1	0,8918	0,5897	5.501.737	-	5.501.737
Indústria G2	0,1419	0,6813	197.928	740.440	938.367
Indústria G3	0,1681	0,5897	-	-	-
Mineração G1	0,0177	0,5897	104.124	-	104.124
Mineração G2	0,3151	0,5897	97.336	-	97.336
Termoelétrica	0,0534	-	-	-	-
PUB e TOTAL	0,0593	0,5897	26.298.172	1.565.504	27.863.676

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

A aplicação dos PPU's propostos para cada um dos grupos de cobrança, considerando o volume captado e a carga orgânica lançada, permite atingir plenamente o objetivo anual de arrecadação (R\$ 27,86 milhões), mantendo o atingimento dos demais objetivos de aplicação do instrumento de cobrança. Os PPU's apresentados em vermelho são aqueles que se preveem aplicar para novas interferências federais nos agrupamentos que atualmente não são representados.

A comparação dos PPUs de cada grupo de cobrança com o preço ponderado permite identificar a diferenciação resultante da aplicação do modelo econômico de otimização de preços. Para a captação, por exemplo, o saneamento tem um PPU de R\$ 0,1777 que é 300% superior ao PUB do cenário referencial, que é de R\$ 0,0593/m³; no outro extremo, no entanto, o Grupo 1 de mineração (extração de pedra, areia e argila) tem um PPU de R\$ 0,0177, que é 30% do PUB.

Os grupos de cobrança não apenas participam de forma diferenciada com seus próprios PPUs em relação ao valor base de rateio, mas também contribuem de forma distinta, entre grupos e entre captação e lançamento. Evidentemente, essa diferença se dá pela participação de cada grupo na base da cobrança, ou seja, na quantidade de interferências e dos volumes captados e das cargas lançadas.

Tabela 12: Resultados relativos do mecanismo proposto para o cenário referencial.

Grupo de Cobrança	PPU do grupo em relação ao base		Contribuição na arrecadação	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Saneamento	300%	80%	7,10%	32,27%
C. humano	425%	96%	1,20%	2,23%
Irrigação G1	50%	-	36,96%	-
Irrigação G2	90%	-	1,26%	-
Irrigação G3	199%	-	21,42%	-
Criação A. G1	112%	112%	9,62%	18,20%
Criação A. G2	367%	100%	-	-
Indústria G1	1504%	100%	20,92%	-
Indústria G2	239%	116%	0,75%	47,30%
Indústria G3	283%	100%	-	-
Mineração G1	30%	100%	0,40%	-
Mineração G2	531%	100%	0,37%	-
Termoelétrica	90%	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

Por exemplo, o Grupo 2 de mineração (extração de outras substâncias que não seja pedra, areia e argila) contribui com 0,37% do total arrecadado, embora seja

cobrado por um PPU que supera o base em 531%. Isso decorre do fato de que só há um único usuário outorgado para essa atividade nos rios de domínio da União, responsável por captar 0,07% do volume total. Em contrapartida, o Grupo 1 de irrigação é o que apresenta a maior contribuição relativa para a captação (37%), mesmo tendo um PPU que representa 50% do base. A atividade, no entanto, é responsável por 73,5% do volume total outorgado e congrega 384 usuários (80,8% do total).

6.2. Cenário de maior intensidade

O valor-objetivo do cenário de maior intensidade é de R\$ 31,95 milhões anuais, resultando em um preço unitário básico (PUB) ponderado por volume de captação de R\$ 0,0692/m³ e de um PUB ponderado pela carga de lançamento de R\$ 0,4813/kgDBO.

Tabela 13: Resultados de aplicação do mecanismo para o cenário de maior intensidade.

Grupo de Cobrança	Preço Público Unitário		Resultado de Arrecadação (R\$)		
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação	Lançamento	TOTAL
Saneamento	0,1628	0,3894	1.709.459	417.788	2.127.247
C. humano	0,1151	0,5636	144.591	34.855	179.445
Irrigação G1	0,0347	-	11.295.341	-	11.295.341
Irrigação G2	0,0517	-	320.881	-	320.881
Irrigação G3	0,1367	-	6.525.233	-	6.525.233
Criação A. G1	0,0829	0,5440	3.146.215	235.496	3.381.710
Criação A. G2	0,2539	0,4813	-	-	-
Indústria G1	1,1524	0,4813	7.109.396	-	7.109.396
Indústria G2	0,1439	0,5425	200.675	589.620	790.295
Indústria G3	0,1962	0,4813	-	-	-
Mineração G1	0,0178	0,4813	104.439	-	104.439
Mineração G2	0,3177	0,4813	98.124	-	98.124
Termoelétrica	0,0623	-	-	-	-
PUB e TOTAL	0,0692	0,4813	30.654.354	1.277.759	31.932.113

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

A aplicação dos PPUs propostos para cada um dos grupos de cobrança, considerando o volume captado e a carga lançada, permite atingir plenamente o

objetivo anual de arrecadação (R\$ 31,95 milhões), mantendo o atingimento dos demais objetivos de aplicação do instrumento de cobrança. Os PPUs apresentados em vermelho são aqueles que se preveem aplicar para novas interferências federais nos agrupamentos que atualmente não são representados. A Tabela 14 permite observar os resultados relativos do mecanismo proposto para o cenário de maior intensidade.

Tabela 14: Resultados relativos do mecanismo para o cenário de maior intensidade.

Grupo de Cobrança	PPU do grupo em relação ao base		Contribuição na arrecadação	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Saneamento	235%	81%	5,58%	32,70%
C. humano	166%	117%	0,47%	2,73%
Irrigação G1	50%	-	36,85%	-
Irrigação G2	75%	-	1,05%	-
Irrigação G3	198%	-	21,29%	-
Criação A. G1	120%	113%	10,26%	18,43%
Criação A. G2	367%	100%	-	-
Indústria G1	1665%	100%	23,19%	-
Indústria G2	208%	113%	0,65%	46,14%
Indústria G3	284%	100%	-	-
Mineração G1	26%	100%	0,34%	-
Mineração G2	459%	100%	0,32%	-
Termoelétrica	90%	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

6.3. Cenário de menor intensidade

O valor-objetivo do cenário de menor intensidade é de R\$ 19,97 milhões anuais, resultando em um preço unitário básico (PUB) ponderado por volume de captação de R\$ 0,0415/m³ e de um PUB ponderado pela carga de lançamento de R\$ 0,5870/kgDBO. A aplicação dos PPUs permite atingir plenamente o objetivo anual de arrecadação. A Tabela 15 traz os resultados dos PPUs, e a Tabela 16 permite observar os resultados relativos do mecanismo proposto para o cenário de menor intensidade.

Tabela 15: Resultados de aplicação do mecanismo para o cenário de menor intensidade.

Grupo de Cobrança	Preço Público Unitário		Resultado de Arrecadação (R\$)		
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação	Lançamento	TOTAL
Saneamento	0,1266	0,4489	1.329.372	481.714	1.811.086
C. humano	0,2051	0,5630	257.573	34.815	292.388
Irrigação G1	0,0229	-	7.453.806	-	7.453.806
Irrigação G2	0,0497	-	308.378	-	308.378
Irrigação G3	0,0830	-	3.960.582	-	3.960.582
Criação A. G1	0,0456	0,6676	1.730.604	288.995	2.019.598
Criação A. G2	0,1523	0,5870	-	-	-
Indústria G1	0,4829	0,5870	2.979.062	-	2.979.062
Indústria G2	0,1371	0,6926	191.249	752.750	943.999
Indústria G3	0,1176	0,5870	-	-	-
Mineração G1	0,0176	0,5870	103.538	-	103.538
Mineração G2	0,3091	0,5870	95.471	-	95.471
Termoelétrica	0,0373	-	-	-	-
PUB e TOTAL	0,0415	0,5870	18.409.635	1.558.274	19.967.908

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

Tabela 16: Resultados relativos do mecanismo para o cenário de menor intensidade.

Grupo de Cobrança	PPU do grupo em relação ao base		Contribuição na arrecadação	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Saneamento	305%	76%	7,22%	30,91%
C. humano	494%	96%	1,40%	2,23%
Irrigação G1	55%	-	40,49%	-
Irrigação G2	120%	-	1,68%	-
Irrigação G3	200%	-	21,51%	-
Criação A. G1	110%	114%	9,40%	18,55%
Criação A. G2	367%	100%	-	-
Indústria G1	1164%	100%	16,18%	-
Indústria G2	330%	118%	1,04%	48,31%
Indústria G3	283%	100%	-	-
Mineração G1	43%	100%	0,56%	-
Mineração G2	745%	100%	0,52%	-
Termoelétrica	90%	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

7. MECANISMO DE COBRANÇA FEDERAL PARA A BACIA DO RIO PARANAPANEMA

O mecanismo de cobrança federal proposto para a Bacia do Rio Paranapanema abrange as 515 outorgas em rios de domínio da União (475 de captação e 40 de lançamento). A estrutura considera os volumes captados/derivados e as cargas de DBO lançadas, aplicando preços públicos unitários (PPUs) diferenciados por 13 grupos de cobrança, conforme resultados do modelo econômico apresentados no Cap. 5. O Anexo I apresenta uma minuta simplificada de deliberação sobre a cobrança.

A formulação proposta atende às orientações técnicas de ANA (2023, op. cit.) para que sejam de fácil entendimento, evitando coeficientes complexos e tendo nos PPU's o reflexo da capacidade de pagamento dos setores, seus impactos sobre os recursos hídricos e incentivos ao uso racional da água.

$$Valor\ Cob. = (Volume_{cap} * PU_{cap\ (grupo.usuário)}) + (Carga_{lanç} * PU_{lanç\ (grupo.usuário)})$$

sendo:

- Valor cobrado = valor anual cobrado do usuário expresso em reais.
- Volume captado ($Volume_{cap}$) = volume derivado, captado e extraído medido ou outorgado, em m³/ano.
- Carga lançada ($Carga_{lanç}$) = $Volume_{lanç} * DBO_{5,20}$, expressa em Kg/ano, sendo que o $Volume_{lanç}$ é aquele lançado de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, medido ou outorgado, em m³/ano, e a concentração de $DBO_{5,20}$.
- Preço Unitário (PU) = preço unitário expresso em R\$/m³ para captação, distinto por grupo de usuário ($PU_{cap\ (grupo.usuário)}$); ou expresso em R\$/Kg para lançamento de carga poluidora ($PU_{lanç\ (grupo.usuário)}$), distinto por grupo de usuário.

Quanto ao volume captado, prevê-se que a base da cobrança se dê pela média entre volumes medidos e volumes outorgados quando há medição, e apenas pelo volume outorgado quando não há medição. Essa abordagem evita distorções causadas

por outorgas superdimensionadas (que podem restringir novos usos) ou subdimensionadas (que colocam os usuários em risco hídrico). Adicionalmente, reflete a realidade de flutuações no uso de água devido a fatores como sazonalidade, condições de mercado e mudanças na produção agrícola. A proposta garante que, em anos de menor uso, a cobrança ainda contemple a reserva de mercado conferida pela outorga, enquanto em anos de maior uso, o valor cobrado também leve em conta o volume concedido.

Dado o esforço administrativo necessário para a emissão e o controle de boletos e pagamentos, pode-se tratar usuários de pequeno porte de duas formas: (i) realizar a cobrança com base em um valor único e fixo (em torno de R\$ 500, por exemplo), tabelado para que facilite a emissão e controle de quitação; ou (ii) manter a cobrança pelo valor correspondente à multiplicação do volume ou carga pelo preço unitário, independente de o resultado ser um valor pequeno que possa eventualmente não cobrir o custo de transação. Conforme simulações realizadas, caso a linha de corte para a definição de usuário de pequeno porte seja de até R\$ 2,5 mil (definição dinâmica, variando conforme o volume de uso em cada ano), ambas as opções trazem impacto negligenciável na arrecadação total e passam a ser de escolha do CBH.

As simulações do modelo econômico não consideraram a diferenciação por áreas críticas de forma explícita, mas há justificativa econômica para aplicar preços majorados nesses locais, onde o recurso é mais escasso e o conflito entre usos é maior. A proposta é que a cobrança seja diferenciada em função do balanço qualitativo em áreas previamente identificadas como críticas, sem necessidade de alterar a fórmula de cobrança, mas aplicando um preço unitário maior para esses locais. Para ajustar a cobrança em áreas críticas, sugere-se usar multiplicadores para os PPUs em locais não críticos: 1,45 para captação e 1,15 para lançamento. Estes valores são resultado do modelo para a bacia afluente Norte Pioneiro, que abriga a sub-bacia do Rio das Cinzas, destacada como crítica pelo Plano de Bacias.

A definição de locais críticos é prevista no PIRH-Paranapanema, que recomenda o reconhecimento e manejo de Unidades Especiais de Gestão (UEGs). Tais locais críticos devem ser definidos seguindo critérios técnicos, tais como disponibilidade hídrica, qualidade da água e conflitos de uso, oriundos de revisões ou atualizações do PIRH-Paranapanema e/ou de estudos derivados, devidamente aprovados pelo CBH-Paranapanema. Adicionalmente, dada a ocorrência de eventos extremos, tal como períodos de restrições hídricas severas ou eventos de poluição acidental, é facultado ao CBH-Paranapanema a edição extraordinária de locais críticos com período de duração delimitado.

O mecanismo de cobrança também prevê revisão dos valores a cada ciclo de planejamento (15 anos), atualização monetária anual pelo IPCA e arredondamento à quarta casa decimal conforme NBR 5891. Ademais, tal como previsto em lei, os valores arrecadados devem ser aplicados na própria bacia, com limite de 7,5% para custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Finalmente, recomenda-se que a revisão do Plano de Bacia atualize os objetivos a serem atingidos com os recursos arrecadados pelo instrumento de cobrança, desdobrando-os em metas de execução de ações do programa de intervenções do plano. Supõe-se que essa revisão se dê em ciclo de 15 anos, coerente tanto com a amplitude de recursos estimada como em relação à expectativa de se rever o PIRH-Paranapanema. Afinal, no PIRH-Paranapanema há prescrição de uma grande quantidade de ações a serem realizadas para o ciclo vigente de implementação, sendo que muita da necessidade financeira recai sobre estudos e aquisição de conhecimento que podem, com o tempo, sofrer reduções. A própria implantação das ações de restauração florestal tende a ser mais intensa no início, com perspectivas de desembolsos menores na manutenção e conservação da vegetação restaurada.

8. PERCEPÇÕES DOS USUÁRIOS E GESTORES

Um dos objetivos do estudo é o de propor mecanismos de cobrança alinhados às expectativas dos usuários e gestores da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, o que requer obter percepções e subsídios para validação de dados e informações encontradas ao longo das atividades. A consecução desse objetivo foi realizada com base na aplicação de um questionário online com usuários da bacia e com base na realização de um ciclo de discussão online com pontos focais da bacia.

Questionário Online

- Aberto para todos os usuários dos recursos hídricos da bacia entre maio e julho de 2024;
- Divulgado por múltiplos canais: ANA (via ofício), Comitê de Bacia (redes sociais e encontros) e consultoria (e-mails diretos);
- Obteve 66 contribuições, número estatisticamente não representativo (seriam necessárias 354 respostas para 95% de confiança);
- Estruturado em blocos temáticos: identificação dos usuários, uso da água, percepções sobre cobrança e ações de redução da hidrintensidade de uso da água nas atividades econômicas;
- Proporcionou uma base quantitativa importante para compreensão das visões sobre aspectos específicos da cobrança.

Ciclo de Discussões Online

- Realizado entre agosto e setembro/2024;
- Formato de entrevistas individuais semiestruturadas, cujo roteiro foi previamente enviado;
- Foram 40 atores contatados, resultando em 16 entrevistas efetivas;
- Participantes representando diversos setores: academia, usuários, órgãos gestores, poder público municipal, instituições ambientais e representações de classe;
- Estruturado em quatro blocos temáticos: percepções sobre o instrumento, gestão das águas, questões específicas para usuários e experiências com cobrança;

- Permitiu um aprofundamento qualitativo nas percepções, com discussões detalhadas sobre pontos críticos do instrumento.

O estabelecimento das relações Plano-Cobrança e dos três cenários de implementação da cobrança consideraram as percepções dos atores quanto ao papel do CBH na execução das ações do componente de Intervenções e Articulação. As percepções dos usuários também subsidiaram informações quanto à razão de volume captado versus outorgado e quanto à possibilidade de maior eficiência hídrica. Ademais, com base na percepção dos atores se observou relevante testar diferentes abrangências para o mecanismo de cobrança na bacia.

Além destas contribuições, foram aplicadas as percepções dos atores para a própria proposição dos mecanismos de cobrança, notadamente: quanto à universalidade da cobrança (a grande maioria dos entrevistados concorda que todas as finalidades de uso devem participar da cobrança); respeito à capacidade econômica dos setores e diferenciação entre eles baseados na eficiência de utilização do recurso hídrico (mecanismo de cobrança com preços distintos por grupos de atividade econômica, respeitando as características particulares de cada um com base no modelo econômico de otimização); base de cálculo mista entre volumes outorgados e medidos; e inclusão da maior fração plausível de usuários (pequenos usuários).

9. BENEFÍCIOS DA COBRANÇA PELA PROMOÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

A cobrança pelo uso da água surge como um instrumento estratégico para integrar a gestão hídrica com a restauração de áreas naturais, atendendo à preocupante cena de degradação ambiental encontrada na bacia, onde 44% das Áreas de Preservação Permanente (APPs) ciliares não possuem cobertura natural. Além de sensibilizar os usuários sobre o valor econômico da água e incentivar seu consumo racional, a arrecadação gerada pela cobrança viabiliza a implementação de ações previstas no PIRH-Paranapanema de restauração de APPs e pagamento por serviços ambientais (PSA).

Para compreender o alcance dos investimentos nessa seara, obtidos no cenário referencial de cobrança, foi realizada a simulação da restauração de 16,85 mil hectares de APPs degradadas, localizadas em áreas estratégicas. Por meio de sofisticada modelagem de serviços ecossistêmicos hidrossedimentológicos³⁴, foi possível demonstrar o potencial transformador das soluções baseadas na natureza a partir da comparação entre a cena atual de uso do solo e o cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos, no qual se simula a restauração vegetal dos 16,85 mil hectares em áreas prioritárias.

Essa restauração vegetal, embora cubra apenas 0,16% da Bacia do Rio Paranapanema, correspondente a ~12% das áreas de APPs de cursos hídricos atualmente ocupadas por pastagem, é capaz de promover uma grande variação da produção de sedimentos. Tal constatação, justificada pela ampla abrangência territorial e pela alta diversidade de características físicas e antrópicas existentes na bacia,

³⁴ Utilizou-se o modelo Sediment Delivery Ratio (SDR) do Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST), plataforma desenvolvida pelo Projeto Capital Natural (Natural Capital Project), da Universidade de Stanford, em colaboração com a Plataforma de Fundos de Água da América Latina. O InVEST utiliza de dados espaciais de uso e ocupação da terra, de variáveis climatológicas, de tipologias de solos, de topografia, de demandas de serviços ambientais, entre outros.

evidencia a importância de se conhecer onde a aplicação dos recursos financeiros para implementação de ações de combate e minimização dos processos erosivos surtiriam os melhores efeitos. Os dados da Tabela 17 demonstram que com a restauração que pode ser promovida pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos, haveria uma redução de 1,67 milhões t/ano de sedimentos exportados para os rios e 1,26 milhões t/ano de sedimentos depositados na paisagem.

Tabela 17: Demanda por restauração florestal e comparativo da produção de sedimentos no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos em relação à cena atual.

UGH	Restauração Florestal		Exportado para os rios		Depositado na paisagem	
	ha	%UGH	t/ano	t/ano/ha	t/ano	t/ano/ha
Alto Paranapanema	5.151	0,23%	-275.238,67	-0,12	-553.187,14	-0,24
Médio Paranapanema	892	0,05%	-95.349,30	-0,06	-116.152,39	-0,07
Norte Pioneiro	7.447	0,44%	-881.345,06	-0,53	-296.939,93	-0,18
Piraponema	10	0,00%	-0,90	0,00	-5,55	0,00
Pontal do Paranapanema	2.749	0,22%	-360.981,99	-0,29	-148.043,87	-0,12
Tibagi	642	0,03%	-55.250,02	0	-144.053,51	-0,06
Total	16.851	0,97%	-1.668.165,94	-1,021	-1.258.382,39	-0,669

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

O modelo ecossistêmico apontou que as unidades do Norte Pioneiro e Pontal do Paranapanema são as mais sensíveis às mudanças de uso e cobertura da terra, principalmente em locais que reúnem aspectos favoráveis aos processos erosivos, tais como a maior incidência de chuva, presença de média e alta declividade e tipologias de solo de maior erodibilidade. Além disso, o Médio Paranapanema e Tibagi são potencialmente mais capazes de responder, de forma assertiva e eficiente, aos investimentos a serem realizados no plantio florestal. Na unidade do Pontal do Paranapanema, por exemplo, um hectare plantado em APPs, pode ser responsável por uma redução de 131,34 t/a de sedimentos que chegam aos cursos hídricos, bem como

a mesma alteração, feita na unidade do Tibagi, pode diminuir em 224,31 t/a de sedimentos que são depositados na paisagem.

A partir dos resultados físicos da modelagem de fomento aos serviços ecossistêmicos, foi possível realizar uma estimativa da ordem de grandeza dos benefícios econômicos. Primeiramente, no que se refere à melhoria da qualidade da água, adotou-se uma proxy baseada na elasticidade entre a redução de sedimentos e os custos de tratamento da água, conforme os parâmetros de Price e Heberling (2018)³⁵. No cenário referencial analisado, estimou-se uma redução de custos de tratamento de água no valor de R\$ 5,92 milhões por ano.

Em segundo lugar, considerou-se a redução do assoreamento, cujos benefícios foram avaliados com base nos custos evitados de dragagem, servindo como proxy para os ganhos associados à retenção de sedimentos. Para conversão de parâmetros, assumiu-se que 50% dos sedimentos exportados se acumulam no leito dos rios e reservatórios (conforme Sousa Junior, 2011)³⁶ e que 1,5 tonelada de sedimentos equivale a 1 m³. Assim, no cenário referencial, a economia anual gerada pela dragagem evitada foi estimada em R\$ 3,52 milhões.

Por fim, avaliou-se a redução da perda de nutrientes no solo agrícola, com base nos custos evitados para reposição destes quando perdidos por erosão laminar. Essa valoração utilizou estudos como os de Pereira, Tôsto e Romeiro (2019)³⁷, e os cálculos aplicaram a redução percentual da perda de sedimentos, conforme estimado pelo modelo, sobre áreas agrícolas na bacia. Os custos unitários de reposição foram baseados em preços de mercado de fertilizantes, utilizados como proxy. No cenário referencial, os benefícios econômicos anuais são de R\$ 2,20 milhões.

³⁵ PRICE, J. I., & HEBERLING, M. T. (2018). The Effects of Source Water Quality on Drinking Water Treatment Costs: A Review and Synthesis of Empirical Literature. *Ecological Economics*, vol. 151, 2018, pp. 195–209.

³⁶ SOUZA JÚNIOR, W. C. de. (2011). Análise econômica da relação entre uso do solo e custos de tratamento de água no Estado de São Paulo. Produto Técnico nº 1 do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares do Estado de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente.

³⁷ PEREIRA, L. C.; TÔSTO, S. G.; ROMEIRO, A. R. (2019). Uso das terras: perdas de solo por erosão e valoração econômica. Embrapa Meio Ambiente e Embrapa Territorial.

Os benefícios anuais alcançam R\$ 11,63 milhões, frente ao custo estimado de R\$ 11,07 milhões anuais para recuperar e manter as áreas estratégicas, evidenciando a viabilidade financeira das intervenções e o valor das externalidades positivas de um ambiente mais saudável. De fato, além dos benefícios aqui calculados, a restauração de áreas de preservação permanente ciliares promove outras externalidades positivas, tal como a estabilização geológica das margens dos rios e a preservação da biodiversidade terrestre e aquática, criando corredores ecológicos que favorecem o fluxo gênico de fauna e flora. A promoção da restauração florestal também contribui para o sequestro de carbono, ajudando na mitigação das mudanças climáticas.

Uma vez que os cenários de cobrança diferem pela intensidade do esforço financeiro e técnico aplicado à recuperação das APPs, variando de menor a maior intensidade, essa escolha impacta diretamente na amplitude dos benefícios ecossistêmicos promovidos. Uma vez que o cenário de menor intensidade se caracteriza por uma redução de 50% nos orçamentos destinados a ações de proteção e recuperação de APPs, assume-se (de forma simplista) que os benefícios associados sejam reduzidos na mesma proporção. Já para o cenário de maior intensidade, que apresenta um incremento na alocação de recursos para essas ações, sugere-se incrementos de 15% superiores, refletindo maior alcance e efetividade das ações.

Tabela 18: Benefício anual pela prestação de serviços ecossistêmicos da infraestrutura natural.

Benefícios (R\$)	Cenário de Menor Intensidade	Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade
Redução dos custos de tratamento de água	2.958.588	5.917.177	6.804.753
Custo evitado de dragagem por menor assoreamento	1.758.904	3.517.808	4.045.480
Custo evitado de reposição de nutrientes em solo agrícola	1.099.847	2.199.693	2.529.647
Total do fomento aos serviços ecossistêmicos	5.817.339	11.634.678	13.379.880

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

10. ANÁLISES COMPLEMENTARES - APLICAÇÕES DO MODELO PARA OUTRAS DOMINIALIDADES

Os usuários outorgados da bacia podem estar sob dominialidades distintas em função do corpo d'água do qual fazem uso: âmbito federal, que abarca os corpos hídricos de domínio da União, ou em âmbito estadual, que compreende os corpos hídricos de domínio dos estados de São Paulo e Paraná. Uma vez que a cobrança vigente no Brasil pode ser implementada por dominialidade, seu mecanismo pode ser completamente diferente, mesmo em uma bacia hidrográfica única e para usuários muito próximos entre si. Essa situação já ocorre na Bacia do Rio Paranapanema dado que a porção paulista conta com a cobrança estadual, enquanto a porção paranaense e os usuários nos rios de dominialidade da União não.

Uma vez que o modelo econômico de otimização de preços desenvolvido retorna - de forma consistente - valores de cobrança que atendem às configurações de entrada (usos e usuários da abrangência, em conjunto com a necessidade de arrecadação correspondente), pode-se testar diferentes combinações entre as dominialidades. Afinal, estes quesitos da cobrança (ambiência e valores requeridos para fazer frente aos problemas da bacia) são reflexo de acordos institucionais, além de técnicos.

Tabela 19: Insumos e resultados agregados do modelo por abrangência, cenário referencial.

Abrangência 1	Abrangência 2	Abrangência 3	Abrangência 4
Interferências: União	Interferências: União + Paraná + São Paulo	Interferências: União + Paraná	Interferências: Paraná
Demandas financeiras de R\$ 27,89 MM: PIRH-Paranapanema	Demandas financeiras de R\$ 49,85 MM: PIRH-Paranapanema + todas as seis bacias afluentes	Demandas financeiras de R\$ 40,93 MM: PIRH-Paranapanema + bacias afluentes paranaenses	Demandas financeiras de R\$ 13,04 MM: Apenas bacias afluentes paranaenses

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Além da simulação que considera apenas os rios da União, aplicou-se o modelo para três outras combinações, denominadas de abrangências. A abrangência 2 trata da simulação de uma cobrança unificada na bacia. Uma vez que há significativa discrepância nos quantitativos de usos (12,4%) e usuários (11,8%) outorgados pela União em relação ao total de interferências, esse teste contempla a maior representatividade possível, retornando relações econômicas que refletem a maior granularidade. Dessa forma, os resultados fornecem subsídios para embasar os mecanismos de cobrança e, eventualmente, a inclusão de cobrança pela água subterrânea no mecanismo a ser instituído. Adicionalmente, essa abrangência atende aos anseios de 54% dos respondentes do questionário que preferem um mecanismo único para todos os comitês da bacia. Discussões com pontos focais também indicaram polarização entre a unificação e a manutenção de distintos mecanismos.

A abrangência 3 testa o eventual mecanismo conjunto entre União e Paraná, muito embora nessa configuração, as interferências estaduais do Paraná estariam participando do rateio da demanda financeira do PIRH-Paranapanema como um todo, reduzindo o fardo rateado pelas interferências da União, porém assim perfazendo um subsídio direto aos usuários da vertente paulista, que não estariam participando do rateio dessas demandas financeiras comuns.

Por fim, e haja vista o andamento das discussões no estado do Paraná para a implantação da cobrança nas bacias hidrográficas de sua dominialidade, a abrangência 4 se apresenta como subsídio técnico exclusivo para o estado, aproveitando dos levantamentos aqui realizados acerca de usos e usuários e suas relações econômicas com a água.

A comparação das quatro abrangências revela questões significativas na distribuição dos custos da cobrança. A Tabela 20 sintetiza os principais insumos (volumes captados e cargas lançadas) e resultados obtidos (preços públicos unitários ponderados por setor usuário, para captação e carga lançada).

Tabela 20: Insumos e resultados agregados do modelo por abrangência, cenário referencial.

Setor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Preço Público Unitário	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lanç. (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
ABRANGÊNCIA 1: COBRANÇA EXCLUSIVA FEDERAL (R\$ 27,89 MILHÕES)						
Abrangência 1	443.260.617	2.654.547	475	40	0,059329	0,589744
Saneamento	10.501.780	1.073.027	7	14	0,177738	0,470788
C. H. e outros	1.256.064	61.843	5	18	0,251961	0,565121
Agricultura	379.805.441	-	432	-	0,041295	-
Criação Animal	37.956.000	432.858	2	2	0,066655	0,658292
Indústria e Min.	13.741.332	1.086.819	29	6	0,429443	0,681291
Termoelétrica	-	-	-	-	-	-
ABRANGÊNCIA 2: COBRANÇA ÚNICA NA BACIA (R\$ 49,85 MILHÕES)						
Abrangência 2	3.566.769.323	24.243.148	3.608	727	0,012145	0,268624
Saneamento	474.963.895	10.806.267	223	104	0,011923	0,235519
C. H. e outros	48.738.741	2.775.523	116	328	0,019266	0,255184
Agricultura	2.505.612.513	0	2.881	0	0,011222	-
Criação Animal	71.919.846	901.542	115	57	0,020146	0,402742
Indústria e Min.	347.792.728	9.759.816	271	236	0,016870	0,296712
Termoelétrica	117.741.600	0	2	2	0,010887	-
ABRANGÊNCIA 3: COBRANÇA CONJUNTA FEDERAL E PARANAENSE (R\$ 40,93 MILHÕES)						
Abrangência 3	1.051.666.420	14.501.813	920	194	0,034194	0,341860
Saneamento	299.222.146	7.236.213	108	74	0,024423	0,230457
C. H. e outros	19.773.314	65.695	51	19	0,035997	0,256161
Agricultura	516.545.991	0	633	0	0,026807	-
Criação Animal	46.165.063	440.047	50	6	0,046331	0,496087
Indústria e Min.	168.750.306	6.759.858	77	94	0,070547	0,451906
Termoelétrica	1.209.600	0	1	1	0,041852	-
ABRANGÊNCIA 4: COBRANÇA EXCLUSIVA PARANAENSE (R\$ 13,04 MILHÕES)						
Abrangência 4	608.405.803	11.847.266	445	154	0,016338	0,261377
Saneamento	288.720.366	6.163.186	101	60	0,011415	0,235312
C. H. e outros	18.517.250	3.852	46	1	0,025495	0,570157
Agricultura	136.740.550	0	201	0	0,014439	-
Criação Animal	8.209.063	7.189	48	4	0,054462	0,570560
Indústria e Min.	155.008.974	5.673.039	48	88	0,023737	0,289093
Termoelétrica	1.209.600	0	1	1	0,058944	-

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

Nota-se que todos os resultados apresentados são computados para o cenário referencial de cobrança (sem variações de maior ou menor intensidade). Os insumos e os resultados de cada uma destas abrangências são apresentados nas tabelas detalhadas no Anexo II, pormenorizados para captação e lançamento nos 33 subsetores de usuários³⁸.

A abrangência 1 espelha o objetivo finalístico do presente estudo, que é o de subsidiar a implementação da cobrança de âmbito federal na bacia. Nessa configuração, entretanto, todas as demandas financeiras do PIRH-Paranapanema cabíveis à cobrança são rateadas apenas pelas interferências de dominialidade da União (que perfazem 12% do total). O preço básico de captação, dessa forma, é 6 vezes maior do que na abrangência 2 (R\$ 0,0593/m³ contra R\$ 0,0121/m³). Uma vez que na abrangência 1 a quantidade de usuários de lançamento é também limitada (40 interferências), o papel desse uso na arrecadação total atinge 5,6%, mesmo com a cobrança relativamente elevada de 60% da disposição a pagar. Na abrangência 2, que apresenta um maior universo de usuários para ratear os valores necessários, a participação relativa do lançamento na arrecadação é 2,3 vezes maior.

A situação revelada pela abrangência 1 permite antever discussões acerca dos subsídios cruzados que acabam sendo realizados pelos outorgados na calha para os demais usuários (outorgados nas vertentes estaduais) - afinal, as demandas financeiras do PIRH-Paranapanema anseiam a resolução de problemas comuns à toda a bacia, não estando limitadas aos rios de domínio da União. A equidade inter-dominialidade se torna mais aguçada pela questão de escala da cobrança de domínio federal: o cenário de menor intensidade, cuja necessidade de arrecadação é de R\$ 19,97 milhões, representa o limite mínimo necessário para viabilizar a implantação de uma Entidade Delegatária (decorrente da exigência legal de que até 7,5% da arrecadação seja

³⁸ Abrangência 1: Tabela 24 e Tabela 25; Abrangência 2: Tabela 26 e Tabela 27; Abrangência 3: Tabela 28 e Tabela 29; Abrangência 4: Tabela 30 e Tabela 31.

utilizada para fins de custeio de gestão, o que representa exatos R\$ 1,50 milhões/ano, valor que representa o orçamento da ED).

A instituição de uma cobrança unificada entre a União e o estado do Paraná (simulada na abrangência 3) pode contornar a limitação encontrada na abrangência 1 acerca da viabilidade de financiamento da ED. Não obstante, também implica em questões de equidade inter-dominialidade, pois as demandas comuns do PIRH-Paranapanema estariam sendo rateadas pelos usuários da União e da vertente paranaense, subsidiando assim aqueles da vertente paulista. Em termos de quantidade de interferências, no entanto, São Paulo responde por 72% das de captação e por 74% das de lançamento.

A eventual instituição de uma Entidade Delegatária conjunta e independente do mecanismo de cobrança das dominialidades pode endereçar a limitação de forma mais equânime, mas depende da ousadia na construção de um arranjo institucional incomum. Como exemplo de sua viabilidade, pode-se realizar uma hipotética aplicação para a captação, considerando-se um rateio linear para os custos de gestão da ED (ou seja, R\$ 500 mil para a União e R\$ 500 mil para cada um dos estados). Para as interferências da União, o preço público base seria reduzido em 3,6% (seria de R\$ 0,057202/m³ no cenário referencial); para as interferências da vertente paranaense, e tendo como referência os resultados da abrangência 4, o preço base seria incrementado de R\$ 0,016338/m³ para R\$ 0,016964/m³ (acréscimo de 3,8%); já para as interferências da vertente paulista, considerando-se o volume captado, cada metro cúbico teria de ser cobrado em apenas R\$ 0,00019880.

Embora a implantação prática da abrangência 2 requeira a revisão da cobrança já instituída na vertente paulista, observa-se que os resultados obtidos por essa simulação são bastante interessantes: ao diluir as demandas financeiras totais da bacia (do PIRH-Paranapanema somadas às dos seis afluentes) entre a totalidade dos usuários de suas águas (4,3 mil), o preço básico unitário é reduzido para a média de R\$

0,0121/m³, além de se ampliar a participação relativa do lançamento em relação à abrangência 1 (para 13,1%). Nessa configuração, os usuários participam do mecanismo de cobrança com valores mais distantes do limite imposto pela disposição a pagar: a captura média ponderada é de 1,15% para captação, com 27,37% na média para lançamento. Mesmo com a cobrança de valores modestos, a arrecadação total gerada atinge praticamente R\$ 50 milhões por ano, permitindo a condução das ações listadas pelo PIRH-Paranapanema e pelos planos das bacias afluentes.

Na abrangência 2, conforme testes de sensibilidade realizados, tem-se que o modelo retorna participações consistentes dos subsetores na composição dos preços finais de cobrança. Saneamento, agricultura irrigada (grãos, citrus etc.) e criação animal, por exemplo, apresentam variações mínimas nos preços em diferentes cenários e entre as simulações de sensibilidade. Uma vez os resultados são representativos da realidade da Bacia do Rio Paranapanema como um todo, oferecem uma base confiável para embasar os mecanismos de cobrança em complemento aos resultados específicos obtidos para a abrangência 1.

A consistência do modelo na alocação das frações dos preços unitários traz aplicabilidade prática para, eventualmente, subsidiar ampliações do mecanismo de cobrança, tal como a instituição de cobrança pelo uso das águas subterrâneas. Uma vez que cada PPU dos subsetores pode ser expresso como um valor relativo em relação ao preço unitário base (valor de rateio) da abrangência 2, tem-se assim multiplicadores que podem ser aplicados para novos PPUs, constituindo-se em uma referência técnica flexível. A Tabela 32, no Anexo II, apresenta o detalhamento dessa lógica.

ANEXO I: Minuta simplificada de deliberação do CBH sobre a cobrança

Deliberação Normativa CBH-Paranapanema nº XX/XXXX

Dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema.

Artigo 1. Ficam estabelecidos os mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema nos termos desta deliberação.

Artigo 2. Para efeitos de cobrança, são considerados os seguintes usos da água: captação de água e o lançamento de carga orgânica, considerando os seguintes parâmetros:

- a)** Volume captado ($Volume_{cap}$) = volume derivado, captado e extraído, medido ou outorgado, em m^3/ano .
- b)** Volume lançado ($Volume_{lanç}$) = volume lançado de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, medido ou outorgado, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final, em m^3/ano .
- c)** Carga orgânica lançada ($Carga_{lanç}$) = concentração média de $DBO_{5,20}$ anual lançada, em kg/m^3 .

§1. A base de cálculo para a captação é dada pela média aritmética simples entre o volume anual de captação de água outorgado e o volume anual de captação de água medido, sendo a cobrança calculada mediante a seguinte equação:

$$Volume_{cap} = (Q_{out} + Q_{med}) / 2$$

Na qual:

Q_{out} = Volume de captação outorgado, em m^3 /ano, ou, na inexistência da outorga, nas informações declaradas no cadastro mantido pela ANA;

Q_{med} = Volume de captação medido, em m^3 /ano, declarado pelo usuário junto à ANA.

Para todos os setores usuários, quando o usuário não declarar o volume medido, o Q_{med} será igual ao Q_{out} .

§2. A base de cálculo para a lançamento é dada pela medição ou estimação coerente de volume, declarada anualmente na DURH; caso contrário, o $Volume_{lanç}$ é dado pelo volume outorgado.

§3º. O valor da concentração da $DBO_{5,20}$ para o cálculo do total anual de carga orgânica lançada no corpo hídrico, será aquele que constar das:

- a) Medições efetuadas pelos próprios usuários e informadas na DURH – Declaração de Uso de Recursos Hídricos;
- b) Informações declaradas pelos usuários no processo de regularização de usos.

Artigo 3. A cobrança pelo uso de recursos hídricos será feita de acordo com a seguinte equação:

$$Valor\ Cob. = (Volume_{cap} * PU_{cap} (usuário)) + (Carga_{lanç} * PU_{lanç} (usuário))$$

Na qual:

Valor cobrado = Valor anual total de cobrança da interferência outorgada, expresso em R\$/ano.

Volume captado ($Volume_{cap}$) = Volume derivado, captado e extraído medido ou outorgado, expresso em m^3 /ano.

Carga lançada ($Carga_{lanç}$) = Carga lançada de $DBO_{5,20}$, expressa em Kg/ano. A carga lançada é obtida por:

$$Carga_{lan\grave{c}} = Volume_{lan\grave{c}} * DBO_{5,20}$$

Volume de lançamento ($Volume_{lan\grave{c}}$) = Volume lançado de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, medido ou outorgado, expresso em m³/ano.

$DBO_{5,20}$ = Concentração de $DBO_{5,20}$, expresso em kg/m³.

PU_{cap} (usuário) = Preço unitário (PU) de captação, definido para cada categoria de usuário de recursos hídricos, expresso em R\$/m³.

$PU_{lan\grave{c}}$ (usuário) = Preço unitário (PU) de lançamento, definido para cada categoria de usuário de recursos hídricos, expresso em R\$/Kg $DBO_{5,20}$.

Artigo 4. A cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema será implementada para os usuários outorgados, classificados nos seguintes grupos de cobrança:

Setor Usuário	Grupos de Cobrança	Atividades Componentes
Saneamento	Saneamento	Companhias de saneamento básico (abastecimento de água e esgotamento sanitário)
C. humano e Outros usos	Consumo humano e Outros Usos	Consumo humano e outros usos
Irrigação	Irrigação - Grupo 1	Grãos (feijão, milho, soja, sorgo, aveia, trigo, 'rotação de grãos', 'cereais'); Pastagem (pasto, cobertura, alfafa, feno); Outras culturas temporárias não especificadas
	Irrigação - Grupo 2	Cana-de-açúcar
	Irrigação - Grupo 3	Citrus (laranja, limão); Café; Fruticultura (uva, banana, abacate, ameixa, amora, lichia, 'frutas', permanentes não especificadas); Hortícolas (batata, tomate, mandioca, hortaliças, 'lavouras'); Outras culturas permanentes não especificadas
Criação Animal	Criação Animal - Grupo 1	Aquicultura
	Criação Animal - Grupo 2	Criação de bovinos, de aves e de suínos
Indústria	Indústria - Grupo 1	Atividades das Divisões 17, 19 e 20 (CNAE/IBGE 2.0), inclusive: Fabricação de papel e celulose; Fabricação de álcool; Fabricação de açúcar; Adubos, fertilizantes e químicos
	Indústria - Grupo 2	Atividades das Divisões 10 e 11 (CNAE/IBGE 2.0), inclusive: Fabricação de produtos alimentícios;

Sector Usuário	Grupos de Cobrança	Atividades Componentes
		Fabricação de bebidas; Fabricação de produtos da carne; Moagem e fécula; Fabricação de laticínios; Fabricação de óleos vegetais
	Indústria - Grupo 3	Demais indústrias, inclusive: Fabricação de cimento; Curtimento e preparação de couro; Confeção de peças do vestuário; Metalurgia
Extração Mineral	Mineração - Grupo 1	Extração de pedra, areia e argila
	Mineração - Grupo 2	Extração de outros minerais
Termoelétrica	Termoelétrica	Geração de energia termoelétrica

Artigo 5. São adotados os seguintes preços unitários (PU): *[a critério do Comitê de Bacia]*

[Cenário referencial]

Grupo de Cobrança	Local Não Crítico		Local Crítico	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	0,1777	0,4708	0,2577	0,5414
C. humano e Outros	0,2520	0,5651	0,3654	0,6499
Irrigação G1	0,0298	-	0,0432	-
Irrigação G2	0,0536	-	0,0777	-
Irrigação G3	0,1180	-	0,1711	-
Criação A. G1	0,0667	0,6583	0,0967	0,7570
Criação A. G2	0,2176	0,5897	0,3155	0,6782
Indústria G1	0,8918	0,5897	1,2931	0,6782
Indústria G2	0,1419	0,6813	0,2058	0,7835
Indústria G3	0,1681	0,5897	0,2437	0,6782
Mineração G1	0,0177	0,5897	0,0257	0,6782
Mineração G2	0,3151	0,5897	0,4569	0,6782
Termoelétrica	0,0534	-	0,0774	-

[Cenário de maior intensidade]

Grupo de Cobrança	Local Não Crítico		Local Crítico	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	0,1628	0,3894	0,2361	0,4478

Grupo de Cobrança	Local Não Crítico		Local Crítico	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
C. humano e Outros	0,1151	0,5636	0,1669	0,6481
Irrigação G1	0,0347	-	0,0503	-
Irrigação G2	0,0517	-	0,0750	-
Irrigação G3	0,1367	-	0,1982	-
Criação A. G1	0,0829	0,5440	0,1202	0,6256
Criação A. G2	0,2539	0,4813	0,3682	0,5535
Indústria G1	1,1524	0,4813	1,6710	0,5535
Indústria G2	0,1439	0,5425	0,2087	0,6239
Indústria G3	0,1962	0,4813	0,2845	0,5535
Mineração G1	0,0178	0,4813	0,0258	0,5535
Mineração G2	0,3177	0,4813	0,4606	0,5535
Termoelétrica	0,0623	-	0,0903	-

[Cenário de menor intensidade]

Grupo de Cobrança	Local Não Crítico		Local Crítico	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	0,1266	0,4489	0,1836	0,5162
C. humano e Outros	0,2051	0,5630	0,2974	0,6475
Irrigação G1	0,0229	-	0,0332	-
Irrigação G2	0,0497	-	0,0721	-
Irrigação G3	0,0830	-	0,1204	-
Criação A. G1	0,0456	0,6676	0,0661	0,7677
Criação A. G2	0,1523	0,5870	0,2208	0,6751
Indústria G1	0,4829	0,5870	0,7002	0,6751
Indústria G2	0,1371	0,6926	0,1988	0,7965
Indústria G3	0,1176	0,5870	0,1705	0,6751
Mineração G1	0,0176	0,5870	0,0256	0,6751
Mineração G2	0,3091	0,5870	0,4482	0,6751
Termoelétrica	0,0373	-	0,0541	-

§1. [caso se opte pela opção de cobrança de taxa fixa para os pequenos usuários] Caso o resultado da aplicação da formulação, em um dado ano, seja igual ou inferior a R\$

2.500,00 (dois mil e quinhentos reais), o usuário passa a ser considerado como de pequeno porte, e assim passa a ser cobrado pela taxa fixa de [R\$ YY,YY] para o exercício vigente.

§2. O critério de arredondamento do PU menor que a unidade monetária será realizado à quarta decimal pelo critério de arredondamento prescrito pela Norma ABNT NBR nº 5891.

Artigo 6. Os preços unitários (PU) de captação e lançamento definidos para a cobrança pelo uso de recursos hídricos nos rios de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema serão atualizados anualmente 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, conforme a Resolução nº 192, de 2017, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Artigo 7. Os locais críticos (LC) devem ser definidos seguindo critérios técnicos, tais como disponibilidade hídrica, qualidade da água e conflitos de uso, oriundos de revisões ou atualizações do PIRH-Paranapanema e/ou de estudos derivados, devidamente aprovados pelo CBH-Paranapanema.

§1. Dada a ocorrência de eventos extremos, tal como períodos de restrições hídricas severas ou eventos de poluição accidental, é facultado ao CBH-Paranapanema a edição extraordinária de locais críticos (LC) com período de duração delimitado.

ANEXO II: Tabelas detalhadas

Tabela 21: Diferenciação de usuários dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paranapanema.

Ref.	Grupo Usuário	Subsetores (econômicos e atividades)	Código
1	Saneamento (água e esgoto)	Saneamento (companhias de abastecimento de água e esgotamento sanitário)	saneamento
2	Consumo humano e outros usos	Consumo humano e outros usos	consu_outros
3	Agricultura Irrigada	Outras culturas (não discriminadas, média de cana-de-açúcar, citrus, feijão e capim)	out_cul
4		Grãos (milho, soja, sorgo, aveia, trigo, 'rotação de grãos', 'cereais')	graos
5		Citrus – lavouras permanentes (laranja, limão)	citrus
6		Cana-de-açúcar	cana
7		Feijão (individualizado de 'grãos' pela ampla presença e tipo distinto de irrigação típica)	feijao
8		Café	cafe
9		Hortícolas (batata, tomate, mandioca, hortaliças, 'lavouras', temporárias não especificadas)	horta
10		Pastagem (pastagem, pasto, cobertura, alfafa, feno)	pasto
11		Fruticultura (uva, banana, abacate, ameixa, amora, lichia, 'frutas', permanentes não especificadas)	fruta
12	Criação Animal	Aquicultura (tilápia)	tilapia
13		Criação de bovinos para corte e leite	gado
14		Criação de aves de postura e corte	aves
15		Criação de suínos para corte	suino
16	Indústria	Fabricação de álcool	alcool
17		Fabricação de açúcar em bruto & Fabricação de açúcar de cana refinado	acucar
18		Fabricação de cimento & Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso...	cimento
19		Embalagens de papel & Derivados do petróleo & Madeira & Máquinas e equipamentos & Plásticos...	ind_geral
20		Fabricação de papel & Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	papelcelulos e
21		Moagem e fab. de pr. vegetal & Fab. de farinha de mandioca & Amidos e féculas & T. de café	farinha
22		Fabricação de óleos vegetais refinados e brutos, exceto milho	oleos

Ref.	Grupo Usuário	Subsetores (econômicos e atividades)	Código
23		Fab. de pr. de carne & Abates & Fab. de alimentos para animais & Preservação do pescado	carnes
24		Produção de ferroligas; Metalurgia & Semi-acabados de aço & Fundição & Pr. de metal	metal
25		Fabricação de laticínios & Preparação do leite	leite
26		Fabricação de cervejas e chopes & Refrigerantes & Águas envasadas & Aguardentes	bebidas
27		Curtimento e outras preparações de couro	couro
28		Adubos e fertilizantes & Químicos orgânicos & inorgânicos & Defensivos agrícolas & Resinas	quimicos
29		Fab. de pr. alimentícios & Alimentos prontos & Especiarias & Panificação & Conservas & Bolachas	alimentos
30		Confecção de peças do vestuário & Preparação e fiação de fibras & Acabamentos em fios	texteis
31	Mineração	Extração de pedra, areia e argila	areia
32		Extração de minerais para fabricação de adubos e fertilizantes & Outros minerais & Carvão mineral	out_miner
33	Termoelétrica	Geração de energia termoelétrica	termeletrica

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 22: Quantidade de interferências por dominialidade e setor usuário pormenorizado.

Subsetor	Captação			Lançamento		
	União	Paraná	São Paulo	União	Paraná	São Paulo
saneamento	7	101	115	14	60	30
consu_outros	5	46	65	18	1	309
out_cul	5	4	225	0	0	0
grãos	267	80	883	0	0	0
citrus	9	11	82	0	0	0
cana	9	53	40	0	0	0
feijão	96	3	442	0	0	0
café	11	7	9	0	0	0
horta	15	36	512	0	0	0
pasto	16	3	35	0	0	0
fruta	4	4	20	0	0	0
tilapia	2	27	41	2	0	39
gado	0	6	16	0	1	11
aves	0	6	4	0	3	1
suíno	0	9	4	0	0	0

Subsetor	Captação			Lançamento		
	União	Paraná	São Paulo	União	Paraná	São Paulo
alcool	1	4	16	0	1	1
acucar	0	8	9	0	0	5
cimento	0	0	6	0	0	7
ind_geral	0	2	5	0	5	8
papelcelulose	0	7	15	0	8	1
farinha	0	1	40	1	3	17
oleos	0	2	13	0	1	5
carnes	1	4	28	4	39	37
metal	0	0	2	0	2	3
leite	0	3	2	0	4	11
bebidas	0	3	4	0	10	3
couro	0	2	1	0	1	7
quimicos	0	5	1	0	6	1
alimentos	0	1	2	1	5	5
texteis	0	1	1	0	3	1
areia	26	2	32	0	0	30
out_miner	1	3	17	0	0	0
termeletrica	0	1	1	0	1	1

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 23: Orçamento detalhado do PIRH-Paranapanema e o papel referencial da cobrança.

Componente e Programa	Subprograma	Ação	Total de Ações do PIRH	Ações Financiáveis pela Cobrança
			(R\$ mil, VAE)	(R\$ mil, VAE)
C1: Inst. Gest.	Outorga	GRH.A1.1	398,19	398,19
C1: Inst. Gest.	Fiscalização	GRH.A2.1	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Fiscalização	GRH.A2.2	304,86	304,86
C1: Inst. Gest.	Cobrança	GRH.A3.1	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Cobrança	GRH.A3.2	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Cobrança	GRH.A3.3	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Enquadramento	GRH.A4.1	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Enquadramento	GRH.A4.2	0,00	0,00
C1: Fort. Inst.	Órgãos Gestores	GRH.B1.1	597,51	597,51
C1: Fort. Inst.	Órgãos Gestores	GRH.B1.2	109,91	109,91
C1: Fort. Inst.	Inst. Agência	GRH.B2.1	34,04	34,04
C1: Fort. Inst.	Inst. Agência	GRH.B2.2	0,00	0,00

Componente e Programa	Subprograma	Ação	Total de Ações do PIRH	Ações Financiáveis pela Cobrança
			(R\$ mil, VAE)	(R\$ mil, VAE)
C1: Fort. Inst.	Diá. Municípios	GRH.B3.1	17,35	17,35
C1: Fort. Inst.	Diá. Municípios	GRH.B3.2	4,51	4,51
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.1	3,16	3,16
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.2	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.3	18,36	18,36
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.4	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.5	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.6	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.7	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.1	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.2	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.3	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.4	31,58	31,58
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.5	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.6	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.7	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.8	92,32	92,32
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.9	0,00	0,00
C1: Monitor.	S. P. Alerta	GRH.C3.1	0,00	0,00
C1: Monitor.	S. P. Alerta	GRH.C3.2	0,00	0,00
C1: Monitor.	Seg. Barragem	GRH.C4.1	0,00	0,00
C1: Planej.	Info. Integrada	GRH.D1.1	0,00	0,00
C1: Planej.	Info. Integrada	GRH.D1.2	0,00	0,00
C1: Planej.	Solo x RH	GRH.D2.1	0,00	0,00
C1: Planej.	PIRH	GRH.D3.1	12,73	12,73
C1: Planej.	PIRH	GRH.D3.2	8,48	8,48
C1: Planej.	PIRH	GRH.D3.3	763,32	763,32
C1: G. Oferta	Res. de Água	GRH.E1.1	130,63	130,63
C1: G. Oferta	Alt.Ab.Urbano	GRH.E2.1	38,79	38,79
C1: G. Oferta	Alt.Ab.Urbano	GRH.E2.2	0,00	0,00
C1: G. Oferta	M.Subterrâneo	GRH.E3.1	269,94	269,94
C1: G. Oferta	M.Subterrâneo	GRH.E3.2	62,43	62,43
C1: G. Oferta	Transposição	GRH.E4.1	39,07	39,07
C1: G. Oferta	Transposição	GRH.E4.2	326,20	326,20
C1: UEGS	Criação UEGS	GRH.F1.1	0,00	0,00

Componente e Programa	Subprograma	Ação	Total de Ações do PIRH	Ações Financiáveis pela Cobrança
			(R\$ mil, VAE)	(R\$ mil, VAE)
C1: UEGS	Criação UEGS	GRH.F1.2	0,00	0,00
C2: C. Amb.	APPs, RL e Ucs	STR.A1.1	701,63	701,63
C2: C. Amb.	APPs, RL e Ucs	STR.A1.2	4.757,72	4.757,72
C2: C. Amb.	APPs, RL e Ucs	STR.A1.3	0,00	0,00
C2: C. Amb.	PSA	STR.A2.1	734,64	734,64
C2: C. Amb.	PSA	STR.A2.2	11.072,23	11.072,23
C2: Agropec.	Cons. Solo Água	STR.B1.1	339,36	339,36
C2: Agropec.	Cons. Solo Água	STR.B1.2	617,01	617,01
C2: Agropec.	Cons. Solo Água	STR.B1.3	0,00	0,00
C2: Agropec.	R. Cargas Rural	STR.B2.1	140,80	140,80
C2: Agropec.	R. Cargas Rural	STR.B2.2	295,18	295,18
C2: Agropec.	R. Cargas Rural	STR.B2.3	0,00	0,00
C2: Agropec.	Eficiência Uso	STR.B3.1	0,00	0,00
C2: Agropec.	Eficiência Uso	STR.B3.2	270,02	270,02
C2: Agropec.	Agr. Baixa Dem.	STR.B4.1	61,34	61,34
C2: Agropec.	Agr. Baixa Dem.	STR.B4.2	27,66	27,66
C2: Indust.	R. Cargas Ind.	STR.C1.1	0,00	0,00
C2: Indust.	Eficiência Uso	STR.C2.1	318,15	318,15
C2: San. Bás.	PMSB	STR.D1.1	313,19	313,19
C2: San. Bás.	Abst. Água	STR.D2.1	44.810,59	0,00
C2: San. Bás.	Abst. Água	STR.D2.2	0,00	0,00
C2: San. Bás.	Esg. Sanitário	STR.D3.1	195.241,53	0,00
C2: San. Bás.	Esg. Sanitário	STR.D3.2	10.980,69	2.196,14
C2: San. Bás.	Res. Sólidos	STR.D4.1	7.028,94	0,00
C2: San. Bás.	Res. Sólidos	STR.D4.2	0,00	0,00
C2: San. Bás.	Drenagem Urb.	STR.D5.1	0,00	0,00
C2: San. Bás.	Drenagem Urb.	STR.D5.2	0,00	0,00
C2: Edu-Com.	Edu. Amb.	STR.E1.1	125,33	125,33
C2: Edu-Com.	Com. Social	STR.E2.1	87,31	87,31
C2: P. Conhec.	C.Cient. Ext. Uni.	STR.F1.1	0,00	0,00
C2: P. Conhec.	C.Cient. Ext. Uni.	STR.F1.2	48,59	48,59
C2: P. Conhec.	Lacuna Conh.	STR.F2.1	129,56	129,56
C2: P. Conhec.	Lacuna Conh.	STR.F2.2	803,22	803,22
C2: P. Conhec.	Lacuna Conh.	STR.F2.3	86,16	86,16

Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 24: Insumos detalhados do modelo na abrangência 1 (dominialidade da União).

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
saneamento	10.501.780	1.073.027	7	14	0,4208	0,9812
consu_outros	1.256.064	61.843	5	18	1,5235	0,9812
out_cul	1.428.416	-	5	0	0,0545	-
graos	232.622.912	-	267	0	0,1132	-
citrus	13.892.938	-	9	0	0,5487	-
cana	6.204.008	-	9	0	0,1069	-
feijao	62.377.262	-	96	0	0,0700	-
cafe	11.945.737	-	11	0	0,2829	-
horta	20.709.771	-	15	0	0,3359	-
pasto	29.431.906	-	16	0	0,0880	-
fruta	1.192.491	-	4	0	0,7017	-
tilapia	37.956.000	432.858	2	2	0,3295	0,9812
gado	-	-	0	0	-	-
aves	-	-	0	0	-	-
suino	-	-	0	0	-	-
alcool	6.168.960	-	1	0	28,4197	-
acucar	-	-	0	0	-	-
cimento	-	-	0	0	-	-
ind_geral	-	-	0	0	-	-
papelcelulose	-	-	0	0	-	-
farinha	-	10.406	0	1	-	0,9812
oleos	-	-	0	0	-	-
carnes	1.395.000	671.413	1	4	0,7567	0,9812
metal	-	-	0	0	-	-
leite	-	-	0	0	-	-
bebidas	-	-	0	0	-	-
couro	-	-	0	0	-	-
quimicos	-	-	0	0	-	-
alimentos	-	405.000	0	1	-	0,9812
texteis	-	-	0	0	-	-
areia	5.868.492	-	26	0	0,0498	-
out_miner	308.880	-	1	0	1,4686	-
termeletrica	-	-	0	0	-	-

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 25: Resultados detalhados do modelo na abrangência 1, cenário referencial.

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,177738	0,470788	1.866.571	505.168	42,24%	47,98%
consu_outros	0,251961	0,565121	316.479	34.949	16,54%	57,60%
out_cul	0,030996	-	44.276	-	56,87%	-
graos	0,028748	-	6.687.548	-	25,40%	-
citrus	0,102671	-	1.426.400	-	18,71%	-
cana	0,053560	-	332.284	-	50,08%	-
feijao	0,032589	-	2.032.826	-	46,55%	-
cafe	0,112604	-	1.345.141	-	39,81%	-
horta	0,124745	-	2.583.432	-	37,13%	-
pasto	0,032446	-	954.953	-	36,88%	-
fruta	0,232433	-	277.174	-	33,12%	-
tilapia	0,066655	0,658292	2.529.964	284.947	20,23%	67,09%
gado	-	-	-	-	-	-
aves	-	-	-	-	-	-
suino	-	-	-	-	-	-
alcool	0,891842	-	5.501.737	-	3,14%	-
acucar	-	-	-	-	-	-
cimento	-	-	-	-	-	-
ind_geral	-	-	-	-	-	-
papelcelulose	-	-	-	-	-	-
farinha	-	0,576361	-	5.998	-	58,74%
oleos	-	-	-	-	-	-
carnes	0,141884	0,676211	197.928	454.017	18,75%	68,92%
metal	-	-	-	-	-	-
leite	-	-	-	-	-	-
bebidas	-	-	-	-	-	-
couro	-	-	-	-	-	-
quimicos	-	-	-	-	-	-
alimentos	-	0,692408	-	280.425	-	70,57%
texteis	-	-	-	-	-	-
areia	0,017743	-	104.124	-	35,61%	-
out_miner	0,315127	-	97.336	-	21,46%	-
termeletrica	-	-	-	-	-	-

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 26: Insumos detalhados do modelo na abrangência 2 (União, Paraná e São Paulo).

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
saneamento	474.963.895	10.806.267	223	104	0,4208	0,9812
consu_outros	48.738.741	2.775.523	116	328	1,5235	0,9812
out_cul	21.344.601	-	234	0	0,5019	-
graos	1.271.525.695	-	1.230	0	0,1388	-
citrus	290.547.748	-	102	0	0,5050	-
cana	270.805.071	-	102	0	0,0785	-
feijao	196.037.773	-	541	0	0,0753	-
cafe	24.151.891	-	27	0	0,2432	-
horta	297.838.471	-	563	0	0,0698	-
pasto	119.717.889	-	54	0	0,0537	-
fruta	13.643.374	-	28	0	1,2535	-
tilapia	62.866.240	643.546	70	41	0,3295	0,9812
gado	6.600.555	115.035	22	12	3,5835	0,9812
aves	2.279.493	142.961	10	4	17,1461	0,9812
suino	173.558	-	13	0	6,5274	-
alcool	57.401.232	567.000	21	2	28,4197	0,9812
acucar	62.058.616	904.493	17	5	1,0639	0,9812
cimento	6.010.942	175.017	6	7	13,5341	0,9812
ind_geral	4.409.771	124.730	7	13	3,9316	0,9812
papelcelulose	97.242.886	4.005.385	22	9	1,4728	0,9812
farinha	20.264.174	308.468	41	21	27,8077	0,9812
oleos	8.472.663	8.986	15	6	0,0805	0,9811
carnes	14.924.695	1.620.249	33	80	4,3718	0,9812
metal	1.125.609	87.236	2	5	85,4562	0,9812
leite	1.607.200	45.552	5	15	81,1775	0,9812
bebidas	9.651.024	833.440	7	13	16,6567	0,9812
couro	931.828	120.811	3	8	0,7580	0,9812
quimicos	5.185.964	297.901	6	7	3,0502	0,9812
alimentos	180.259	638.447	3	11	13,9597	0,9812
texteis	60.398	944	2	4	0,0689	0,9799
areia	46.889.386	21.157	60	30	0,0498	1,3913
out_miner	11.376.081	-	21	0	0,2744	-
termeletrica	117.741.600	-	2	2	0,0201	-

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 27: Resultados detalhados do modelo na abrangência 2, cenário referencial.

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,011923	0,235519	5.662.967	2.545.085	2,83%	24,00%
consu_outros	0,019266	0,255184	938.980	708.269	1,26%	26,01%
out_cul	0,018210	-	388.687	-	3,63%	-
graos	0,010540	-	13.401.874	-	7,60%	-
citrus	0,010985	-	3.191.794	-	2,18%	-
cana	0,011202	-	3.033.451	-	14,27%	-
feijao	0,011587	-	2.271.500	-	15,38%	-
cafe	0,021282	-	513.998	-	8,75%	-
horta	0,011269	-	3.356.221	-	16,15%	-
pasto	0,013086	-	1.566.659	-	24,37%	-
fruta	0,028897	-	394.258	-	2,31%	-
tilapia	0,016648	0,384660	1.046.621	247.546	5,05%	39,20%
gado	0,039102	0,473684	258.096	54.490	1,09%	48,28%
aves	0,056426	0,427054	128.623	61.052	0,33%	43,52%
suino	0,089485	-	15.531	-	1,37%	-
alcool	0,016030	0,280358	920.119	158.963	0,06%	28,57%
acucar	0,014593	0,271620	905.604	245.679	1,37%	27,68%
cimento	0,019597	0,399470	117.794	69.914	0,14%	40,71%
ind_geral	0,038887	0,500604	171.483	62.440	0,99%	51,02%
papelcelulose	0,011921	0,224155	1.159.213	897.826	0,81%	22,85%
farinha	0,021254	0,461684	430.694	142.415	0,08%	47,05%
oleos	0,023490	0,566152	199.025	5.087	29,17%	57,71%
carnes	0,031373	0,363204	468.234	588.481	0,72%	37,02%
metal	0,061247	0,476489	68.940	41.567	0,07%	48,56%
leite	0,081612	0,546110	131.167	24.876	0,10%	55,66%
bebidas	0,021577	0,286422	208.239	238.716	0,13%	29,19%
couro	0,076319	0,480114	71.116	58.003	10,07%	48,93%
quimicos	0,023248	0,411155	120.564	122.483	0,76%	41,90%
alimentos	0,086575	0,355732	15.606	227.116	0,62%	36,26%
texteis	0,022169	0,572531	1.339	540	32,19%	58,43%
areia	0,012773	0,555221	598.941	11.747	25,64%	39,91%
out_miner	0,024526	-	279.015	-	8,94%	-
termeletrica	0,010887	-	1.281.890	-	54,20%	-

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 28: Insumos detalhados do modelo na abrangência 3 (União e Paraná).

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
saneamento	299.222.146	7.236.213	108	74	0,4208	0,9812
consu_outros	19.773.314	65.695	51	19	1,5235	0,9812
out_cul	6.967.151	-	9	0	0,0375	-
graos	298.832.303	-	347	0	0,1795	-
citrus	24.879.189	-	20	0	1,7622	-
cana	38.753.863	-	62	0	0,0374	-
feijao	62.665.247	-	99	0	0,0699	-
cafe	23.486.971	-	18	0	0,2363	-
horta	27.724.017	-	51	0	0,3493	-
pasto	31.378.086	-	19	0	0,0911	-
fruta	1.859.164	-	8	0	1,6549	-
tilapia	43.867.982	432.858	29	2	0,3295	0,9812
gado	133.865	4.507	6	1	5,0478	0,9811
aves	2.034.693	2.682	6	3	16,9673	0,9810
suino	128.523	-	9	0	6,5274	-
alcool	14.874.210	-	5	1	28,4197	-
acucar	31.610.640	-	8	0	0,7944	-
cimento	-	-	0	0	-	-
ind_geral	75.971	95.006	2	5	4,9156	0,9812
papelcelulose	93.943.214	3.881.212	7	8	1,4709	0,9812
farinha	204.400	138.708	1	4	29,6617	0,9812
oleos	1.095.000	6.570	2	1	0,3795	0,9811
carnes	4.863.960	1.085.610	5	43	0,7870	0,9812
metal	-	2.278	0	2	-	0,9811
leite	905.200	26.753	3	4	134,9429	0,9812
bebidas	8.781.024	733.490	3	10	17,3001	0,9812
couro	730.274	25.546	2	1	0,7580	0,9812
quimicos	5.027.564	296.591	5	6	3,1342	0,9812
alimentos	8.359	467.533	1	6	7,1511	0,9812
texteis	17.498	561	1	3	0,0030	0,9804
areia	5.928.932	-	28	0	0,0498	-
out_miner	684.060	-	4	0	1,1390	-
termeletrica	1.209.600	-	1	1	0,4888	-

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 29: Resultados detalhados do modelo na abrangência 3, cenário referencial.

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,024423	0,230457	7.307.837	1.667.637	5,80%	23,49%
consu_outros	0,035997	0,256161	711.771	16.828	2,36%	26,11%
out_cul	0,014082	-	98.109	-	37,60%	-
graos	0,023424	-	6.999.892	-	13,05%	-
citrus	0,045928	-	1.142.644	-	2,61%	-
cana	0,017134	-	664.014	-	45,80%	-
feijao	0,022999	-	1.441.263	-	32,92%	-
cafe	0,058800	-	1.381.026	-	24,88%	-
horta	0,039742	-	1.101.810	-	11,38%	-
pasto	0,027974	-	877.771	-	30,70%	-
fruta	0,075670	-	140.683	-	4,57%	-
tilapia	0,043252	0,495361	1.897.364	214.421	13,12%	50,49%
gado	0,120658	0,539584	16.152	2.432	2,39%	55,00%
aves	0,102863	0,540203	209.294	1.449	0,61%	55,07%
suino	0,124825	-	16.043	-	1,91%	-
alcool	0,156337	-	2.325.397	-	0,55%	-
acucar	0,044875	-	1.418.514	-	5,65%	-
cimento	-	-	-	-	-	-
ind_geral	0,183916	0,526212	13.972	49.993	3,74%	53,63%
papelcelulose	0,060031	0,425971	5.639.493	1.653.285	4,08%	43,41%
farinha	0,292363	0,518384	59.759	71.904	0,99%	52,83%
oleos	0,076298	0,539164	83.547	3.542	20,10%	54,95%
carnes	0,106006	0,495301	515.610	537.704	13,47%	50,48%
metal	-	0,540039	-	1.230	-	55,04%
leite	0,162202	0,535130	146.825	14.316	0,12%	54,54%
bebidas	0,097831	0,449745	859.052	329.883	0,57%	45,84%
couro	0,119644	0,535368	87.373	13.676	15,78%	54,56%
quimicos	0,111611	0,511124	561.132	151.595	3,56%	52,09%
alimentos	0,191447	0,486352	1.600	227.385	2,68%	49,57%
texteis	0,022213	0,540442	389	303	733,37%	55,13%
areia	0,017833	-	105.732	-	35,79%	-
out_miner	0,126251	-	86.363	-	11,08%	-
termeletrica	0,041852	-	50.625	-	8,56%	-

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 30: Insumos detalhados do modelo na abrangência 4 (Paraná).

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
saneamento	288.720.366	6.163.186	101	60	0,4208	0,9812
consu_outros	18.517.250	3.852	46	1	1,5235	0,9813
out_cul	5.538.735	-	4	0	0,0331	-
graos	66.209.391	-	80	0	0,4126	-
citrus	10.986.251	-	11	0	3,2969	-
cana	32.549.855	-	53	0	0,0242	-
feijao	287.985	-	3	0	0,0404	-
cafe	11.541.234	-	7	0	0,1882	-
horta	7.014.246	-	36	0	0,3888	-
pasto	1.946.180	-	3	0	0,1387	-
fruta	666.673	-	4	0	3,3597	-
tilapia	5.911.982	-	27	0	0,3295	-
gado	133.865	4.507	6	1	5,0478	0,9811
aves	2.034.693	2.682	6	3	16,9673	0,9810
suino	128.523	-	9	0	6,5274	-
alcool	8.705.250	-	4	1	28,4197	-
acucar	31.610.640	-	8	0	0,7944	-
cimento	-	-	0	0	-	-
ind_geral	75.971	95.006	2	5	4,9156	0,9812
papelcelulose	93.943.214	3.881.212	7	8	1,4709	0,9812
farinha	204.400	128.302	1	3	29,6617	0,9812
oleos	1.095.000	6.570	2	1	0,3795	0,9811
carnes	3.468.960	414.197	4	39	0,7992	0,9812
metal	-	2.278	0	2	-	0,9811
leite	905.200	26.753	3	4	134,9429	0,9812
bebidas	8.781.024	733.490	3	10	17,3001	0,9812
couro	730.274	25.546	2	1	0,7580	0,9812
quimicos	5.027.564	296.591	5	6	3,1342	0,9812
alimentos	8.359	62.533	1	5	7,1511	0,9812
texteis	17.498	561	1	3	0,0030	0,9804
areia	60.440	-	2	0	0,0498	-
out_miner	375.180	-	3	0	0,8676	-
termeletrica	1.209.600	-	1	1	0,4888	-

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 31: Resultados detalhados do modelo na abrangência 4, cenário referencial.

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captção (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captção (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captção (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,011415	0,235312	3.295.728	1.450.269	2,71%	23,98%
consu_outros	0,025495	0,570157	472.106	2.196	1,67%	58,10%
out_cul	0,010586	-	58.630	-	32,02%	-
graos	0,012464	-	825.261	-	3,02%	-
citrus	0,017252	-	189.534	-	0,52%	-
cana	0,012990	-	422.820	-	53,76%	-
feijao	0,026428	-	7.611	-	65,40%	-
cafe	0,023518	-	271.430	-	12,50%	-
horta	0,017789	-	124.776	-	4,58%	-
pasto	0,030689	-	59.727	-	22,13%	-
fruta	0,021902	-	14.601	-	0,65%	-
tilapia	0,047567	-	281.214	-	14,43%	-
gado	0,134109	0,569757	17.953	2.568	2,66%	58,07%
aves	0,065334	0,571910	132.935	1.534	0,39%	58,30%
suino	0,116564	-	14.981	-	1,79%	-
alcool	0,032774	-	285.306	-	0,12%	-
acucar	0,016192	-	511.831	-	2,04%	-
cimento	-	-	-	-	-	-
ind_geral	0,140271	0,521248	10.657	49.522	2,85%	53,12%
papelcelulose	0,021466	0,233202	2.016.603	905.106	1,46%	23,77%
farinha	0,260621	0,486447	53.271	62.412	0,88%	49,58%
oleos	0,058112	0,568291	63.633	3.734	15,31%	57,92%
carnes	0,054981	0,461595	190.726	191.191	6,88%	47,04%
metal	-	0,571341	0	1.302	-	58,23%
leite	0,118270	0,553992	107.058	14.821	0,09%	56,46%
bebidas	0,021289	0,306481	186.937	224.801	0,12%	31,24%
couro	0,087957	0,554844	64.233	14.174	11,60%	56,55%
quimicos	0,030035	0,466670	151.004	138.410	0,96%	47,56%
alimentos	0,258154	0,547597	2.158	34.243	3,61%	55,81%
texteis	0,022202	0,572735	388	321	732,99%	58,42%
areia	0,017903	-	1.082	-	35,94%	-
out_miner	0,092267	-	34.617	-	10,63%	-
termeletrica	0,058944	-	71.299	-	12,06%	-

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

Tabela 32: Aplicação da fração do preço unitário de captação em relação ao preço unitário básico (abrangência 2) para embasar eventuais ampliações do mecanismo de cobrança.

Subsetor	Preços Públicos de Captação na abrangência 2 do modelo (R\$/m ³)	Relação do PPU com o PPU de base (R\$ 0,012145/m ³)	Multiplicador para os novos PPUs
Preço Unitário Base	0,012145	100%	1,0000
saneamento	0,011923	98,17%	0,9817
consu_outros	0,019266	158,63%	1,5863
out_cul	0,018210	149,94%	1,4994
grãos	0,010540	86,78%	0,8678
citrus	0,010985	90,45%	0,9045
cana	0,011202	92,23%	0,9223
feijao	0,011587	95,41%	0,9541
cafe	0,021282	175,23%	1,7523
horta	0,011269	92,78%	0,9278
pasto	0,013086	107,75%	1,0775
fruta	0,028897	237,94%	2,3794
tilapia	0,016648	137,08%	1,3708
gado	0,039102	321,96%	3,2196
aves	0,056426	464,60%	4,6460
suino	0,089485	736,81%	7,3681
alcool	0,016030	131,99%	1,3199
acucar	0,014593	120,15%	1,2015
cimento	0,019597	161,36%	1,6136
ind_geral	0,038887	320,19%	3,2019
papelcelulose	0,011921	98,15%	0,9815
farinha	0,021254	175,00%	1,7500
oleos	0,023490	193,42%	1,9342
carnes	0,031373	258,32%	2,5832
metal	0,061247	504,30%	5,0430
leite	0,081612	671,98%	6,7198
bebidas	0,021577	177,66%	1,7766
couro	0,076319	628,40%	6,2840
quimicos	0,023248	191,42%	1,9142
alimentos	0,086575	712,85%	7,1285
texteis	0,022169	182,54%	1,8254
areia	0,012773	105,18%	1,0518
out_miner	0,024526	201,95%	2,0195
termeletrica	0,010887	89,64%	0,8964

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).