

# **ESTUDO DE COBRANÇA DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE**

## **- Resumo Executivo -**

Março /2022



**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E  
SANEAMENTO BÁSICO**

**Superintendente de Apoio ao Sistema  
Nacional de Gerenciamento de Recursos  
Hídricos**

Humberto Cardoso Gonçalves

**CONSÓRCIO ENVEX-FERMA  
ENGENHARIA**

**Coordenação Geral**

Daniel Thá

**Coordenador de Sustentabilidade  
Financeira e Cobrança**

Thiago Gil Barreto Barros

**Coordenação Técnica**

André Luciano Malheiros

**Gestor do Contrato**

Giordano Bruno Bomtempo de Carvalho

**Coordenação Executiva**

Helder Rafael Nocko

**Equipe Técnica da ANA**

Carlos Motta Nunes

Cristiano Cária Guimarães Pereira

Giordano Bruno Bomtempo de Carvalho

Marcelo Mazzola

Marco Antonio Mota Amorim

Wagner Martins da Cunha Vilella

**Equipe Técnica Principal**

André Luciano Malheiros

Daniel Thá

Helder Rafael Nocko

Leonardo Mitre. A. de Castro

Marcelo Ling Tosta da Silva

Mirna Luiza C. Lobo

Nilo Aihara

**Equipe de Apoio**

Glaucia Maria Oliveira

Vandelene Ferreira Melo

**Equipe Complementar**

Paulo Henrique Costa

Thiago André Guimarães

Tiago A. Perez Vieira

## APRESENTAÇÃO

Este relatório sintetiza o ***Estudo de Subsídio à Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande***, contratado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma entre março de 2021 e março de 2022<sup>1</sup>. O estudo é previsto no Programa 07 do Componente Estratégico de Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Grande (PIRH-Grande), elaborado em 2017 e aprovado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (CBH-Grande, <https://www.cbhgrande.org.br>).

O objetivo do Estudo é a proposição de mecanismo de cobrança pelo uso de recursos hídricos nos rios de domínio da União, mediante a definição de objetivos a serem perseguidos e vinculação com a solução de problemas identificados pelo PIRH-Grande. Os mecanismos de cobrança propostos estabelecem o nexo entre os objetivos do Plano de Bacia e os objetivos da cobrança, explicitando o propósito deste instrumento de gestão dos recursos hídricos e permitindo o acompanhamento tanto dos montantes arrecadados quanto da aplicação de seus proventos.

---

<sup>1</sup> Este Resumo Executivo traz uma síntese do estudo completo, realizado em conformidade com o Projeto Básico do Edital de Concorrência nº 02/ANA/2019, Processo nº 02501.002454/2019-18 e Contrato ANA nº 008/2021. O Relatório Final Consolidado traz o detalhamento metodológico e conceitual, construído a partir de três relatórios parciais elaborados pela consultoria e aprovados pela ANA, ao longo da execução do contrato.

Como ponto de partida, realizou-se diagnóstico dos usos e dos problemas na bacia, com base nos resultados do PIRH-Grande - Plano Integrado de Recursos Hídricos da bacia (capítulo 1). Como forma de subsidiar o estudo com a percepção quanto ao instrumento da cobrança, aplicou-se questionário online junto a usuários dos recursos hídricos, bem como realizaram-se entrevistas entidades representativas e órgãos ambientais da bacia (capítulo 2). Sequencialmente, foram delineadas as demandas financeiras para a consecução plena dos objetivos do Plano de Bacia, o que demandou estimativas de custeio para sua Agenda Setorial, bem como estimativas de manutenção da Agência de Bacia ou Entidade Delegatária (capítulo 3).

A partir das estimativas de demandas financeiras para o PIRH-Grande, foi realizada a cenarização dos possíveis papéis da cobrança para fazer frente a essa realidade. Foram delineados seis cenários de cobrança, graduais em sua ambição e correspondente nível de arrecadação necessária, considerando um ciclo de 10 anos que endereça as áreas quali-quantitativamente críticas da bacia e a situação diagnosticada e prognosticada no PIRH-Grande (capítulo 4).

Com base nos cenários de cobrança e seu alcance em relação à consecução, fomento e viabilização do PIRH-Grande, foram realizadas estimativas dos benefícios socioeconômicos potencialmente gerados pela Agenda Setorial, contemplando a coleta e do tratamento de esgoto, reúso de água para agricultura irrigada, controle de perdas na distribuição de água e prestação de serviços ecossistêmicos hídricos de retenção de sedimentos (capítulo 5).

Uma etapa fundamental da análise foi o estabelecimento das relações econômicas de uso da água, investigadas individualmente para as 16 principais atividades

econômicas usuárias das águas de domínio da União na bacia (responsáveis por 90% do volume outorgado de captação). Foram desvendados, assim, os limites da disposição a pagar e os valores de indução econômica (capítulo 6).

O desenvolvimento e a aplicação de um modelo econômico específico para a alocação e otimização de preços unitários buscou determinar o custo de oportunidade do uso do recurso hídrico para embasar a forma ideal, sob a teoria econômica, da realização da cobrança nos rios de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (capítulo 7). Com base no modelo e no conhecimento acumulado sobre a bacia, desvendada pelos capítulos anteriores, delineou-se a proposição de mecanismo de cobrança eficiente no cumprimento de suas funções de incitar o uso racional e promover a arrecadação necessária para que o Comitê de Bacia desempenhe suas funções e implemente o PIRH-Grande (capítulo 8).

Com base no mecanismo proposto, foi possível realizar simulações quanto à sua hipotética aplicação, gerando resultados detalhados para cada um dos seis cenários de cobrança. Foram, também, simulados resultados com outras estruturas de cobrança, permitindo comparar os resultados objetivos e confirmar a adequação do mecanismo ora proposto (capítulo 9).

O capítulo 10, conclusivamente, apresenta os encaminhamentos do estudo, que perpassam a estratégia de implementação da cobrança e o desenho dos mecanismos de monitoramento, bem como uma minuta simplificada de deliberação para o CBH-Grande dispor sobre o mecanismo e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União.

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	ii
1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO GRANDE E DOS USOS DAS ÁGUAS EM RIOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO.....	6
2. DISCUSSÕES COM ATORES-CHAVE .....	16
3. DEMANDAS FINANCEIRAS PARA A GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	20
4. CENÁRIOS DO PAPEL DA COBRANÇA NO ATENDIMENTO ÀS DEMANDAS FINANCEIRAS .....	30
5. CENÁRIOS FINAIS, VALORES-OBJETIVO E BENEFÍCIOS POTENCIAIS .....	49
6. RELAÇÕES ECONÔMICAS DO USO DA ÁGUA .....	59
7. ESTUDOS ECONÔMICOS - MODELO DE OTIMIZAÇÃO DA COBRANÇA.....	87
8. PROPOSIÇÃO DE MECANISMOS E VALORES PARA O CBH-GRANDE .....	94
9. SIMULAÇÕES DOS CENÁRIOS DE COBRANÇA.....	124
10. ENCAMINHAMENTOS DO ESTUDO .....	133
11. REFERÊNCIAS .....	146

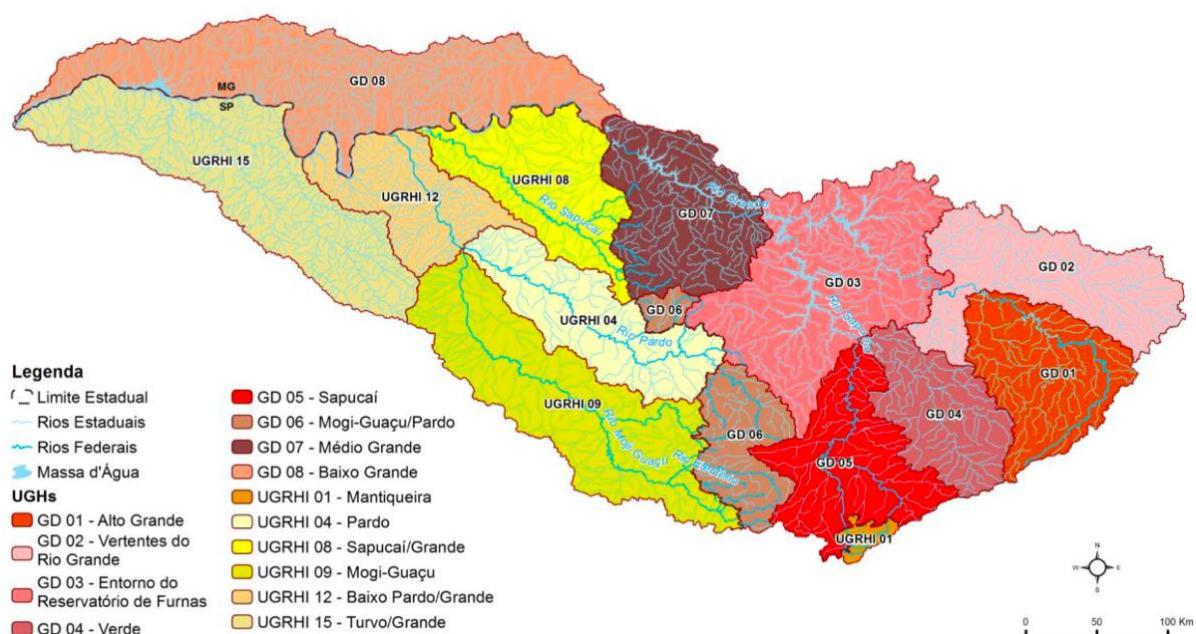
## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO GRANDE E DOS USOS DAS ÁGUAS EM RIOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO

A bacia do Rio Grande é parte integrante da bacia do rio Paraná, uma das mais importantes do País, tanto do ponto de vista econômico (apresentando um PIB de R\$ 349 bilhões em 2018) como do aproveitamento dos recursos hídricos (demanda hídrica média de 83 m<sup>3</sup>/s, sendo que 69% são captados em rios de domínio da União). Com um território de 143.255 km<sup>2</sup>, a bacia ocupa áreas dos estados de São Paulo (40% do total, abrangendo 179 municípios) e de Minas Gerais (60% do total, abrangendo 214).

Vale destacar que 36,2% dos corpos hídricos superficiais da bacia estão sob domínio do estado de São Paulo, 51,4% sob domínio do estado de Minas Gerais e 12,4% são de domínio da União (ANA, 2017). Dos 393 municípios com alguma fração de suas áreas inseridas na bacia, 325 contam com a integralidade de suas áreas na bacia, que abrange um total de 378 sedes municipais. Da totalidade de municípios, 189 deles mantém captações em rios da União (48%), sendo que 98 destes são em Minas Gerais e os demais 91 em São Paulo.

O rio Grande tem sua nascente na Serra da Mantiqueira e tem extensão total de 1.286 km; após percorrer cerca de 216 km, confluui com o rio Aiuruoca e passa a ser de domínio da União. A jusante desse ponto, percorre mais 466 km até receber o rio das Canoas, formando, a partir daí, um limite natural entre os estados de Minas Gerais e de São Paulo, até a sua foz, quando forma o rio Paraná, ao confluir com o rio Paranaíba. Os principais afluentes do rio Grande são os rios Sapucaí, Pardo, Turvo, Verde, Capivari, Sapucaí-Mirim e Mogi Guaçu, pela margem esquerda; e os rios Jacaré, Santana, Pouso Alegre, Uberaba, Verde (ou Feio) e o rio das Mortes, pela margem direita.

A bacia do Rio Grande está subdividida em 14 Unidades de Gestão Hídrica (UGHs), correspondentes às bacias hidrográficas afluentes ao rio Grande, sob a atuação dos comitês estaduais. As UGHs são denominadas diferentemente em cada estado: em São Paulo, as seis UGHs afluentes ao rio Grande são conhecidas por Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs); e em Minas Gerais, as oito UGHs afluentes são chamadas de Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs), codificadas como “GDs”, por serem contribuintes do rio Grande (ANA, 2017). A Figura 1 aponta as UGHs da bacia do Rio Grande.



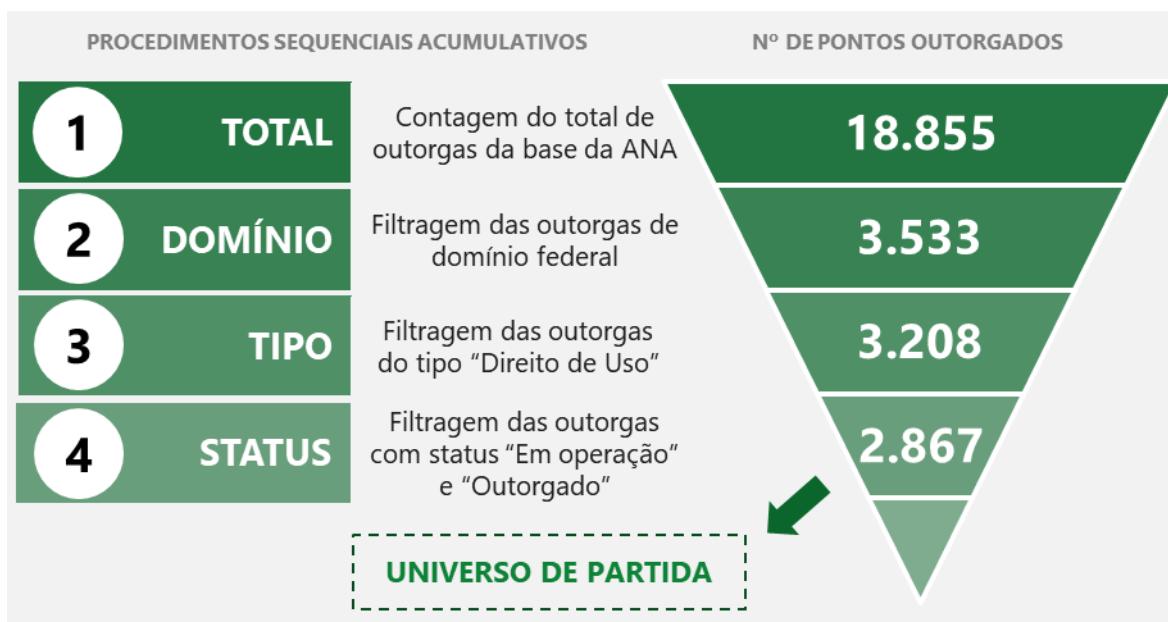
**Figura 1: Unidades de Gestão Hídrica (UGHs) da Bacia do Rio Grande.**

Replicado de PIRH-Grande (ANA, 2017).

Além disso, a bacia do Rio Grande se destaca por abrigar importantes centros urbanos paulistas e mineiros, como, no primeiro caso, os municípios de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Campos de Jordão, Franca e Mogi-Guaçu, e, no segundo, Uberaba, Capitólio, Alfenas, Lavras, Itajubá e São João Del Rei. A bacia é bem servida por uma densa malha rodoviária e também por ferrovias e aeroportos, o que facilita o acesso a seus inúmeros municípios. Esta é também uma das regiões do País com os melhores índices de saneamento básico.

Considerando-se apenas os municípios cuja sede se localiza na bacia do Rio Grande, tem-se uma população total de 8,57 milhões de pessoas, 90% destas em área urbana (segundo estimativas do IBGE para 2020). As cidades mineiras da bacia concentram 3,12 milhões de habitantes, enquanto as paulistas, 4,56 milhões.

O conhecimento dos setores usuários de recursos hídricos parte da análise do banco de dados de outorga disponibilizado pela ANA, do cruzamento de informações espaciais existentes no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Grande (PIRH-Grande) e da pesquisa complementar em banco de dados oficiais.



**Figura 2: Procedimentos para definição do universo de partida**

Elaborado pelo Consórcio Ferma-EnvEx (2021).

Das 2.867 outorgas, 2.593 (90,4%) são de captação e 274 (9,6%) de lançamento de efluentes. A Tabela 1 apresenta o agrupamento das outorgas de captação por grupo de usuário, na qual, nota-se que 60% dos usuários são de irrigação.

*Tabela 1: Outorgas de captação por agrupamento de usuário.*

Agrupamento	Usuários	% do Total
Irrigação	1.532	59,08%
Mineração	419	16,16%
Abastecimento Humano	269	10,37%
Indústria	164	6,32%
Outros	139	5,36%
Criação Animal	65	2,51%
Geração de Energia	5	0,19%

Elaborado pelo Consórcio Ferma-EnvEx (2021).

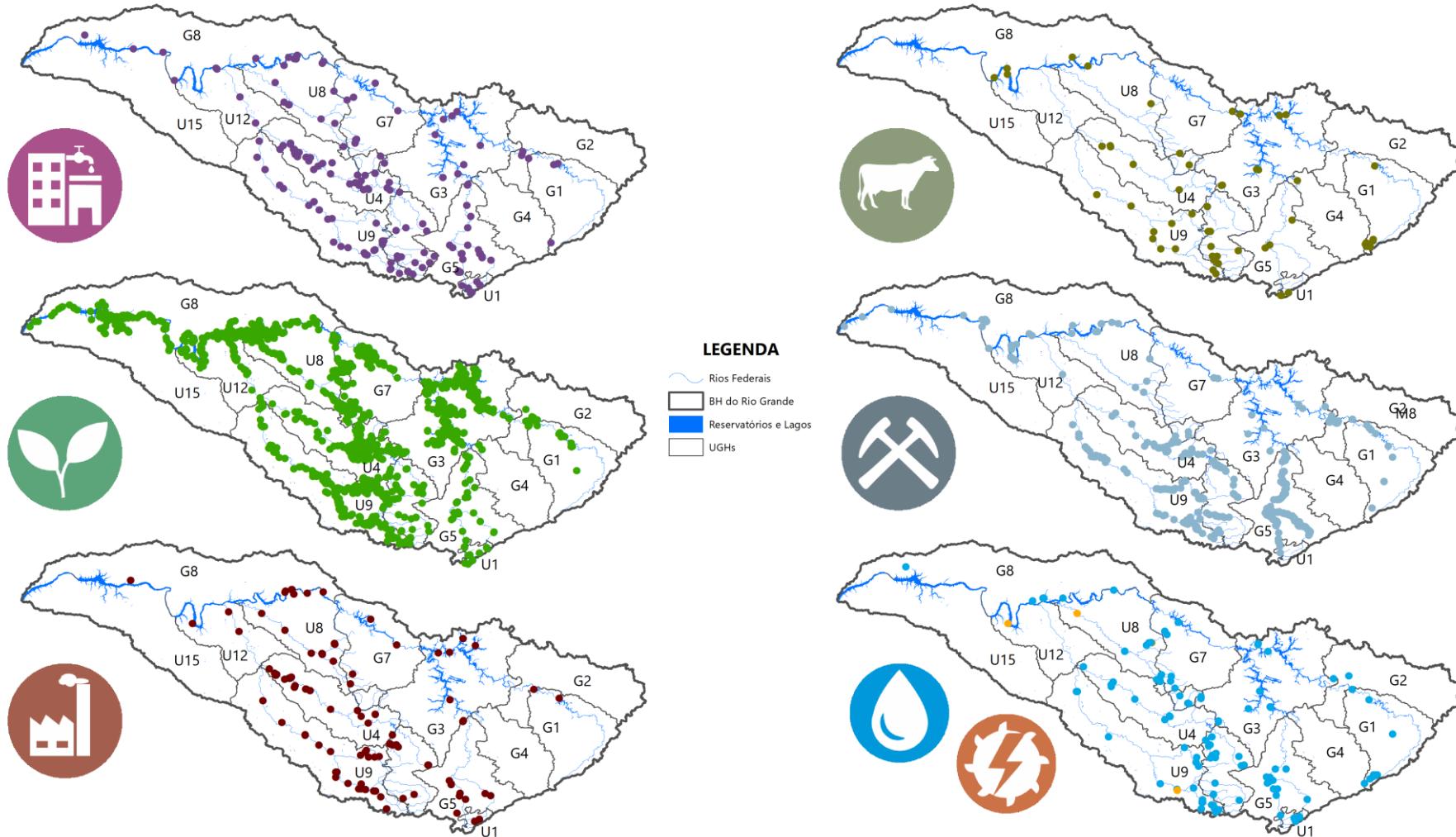
A Tabela 2 apresenta o agrupamento das outorgas de lançamento por grupo de usuário, na qual, nota-se percentuais próximos (de 26 a 29%) entre abastecimento humano, indústria e outros.

*Tabela 2: Outorgas de lançamento por agrupamento de usuário.*

Agrupamento	Usuários	% do Total
Abastecimento Humano	79	28,83%
Indústria	73	26,64%
Outros	71	25,91%
Criação Animal	33	12,04%
Mineração	11	4,01%
Geração de Energia	7	2,55%

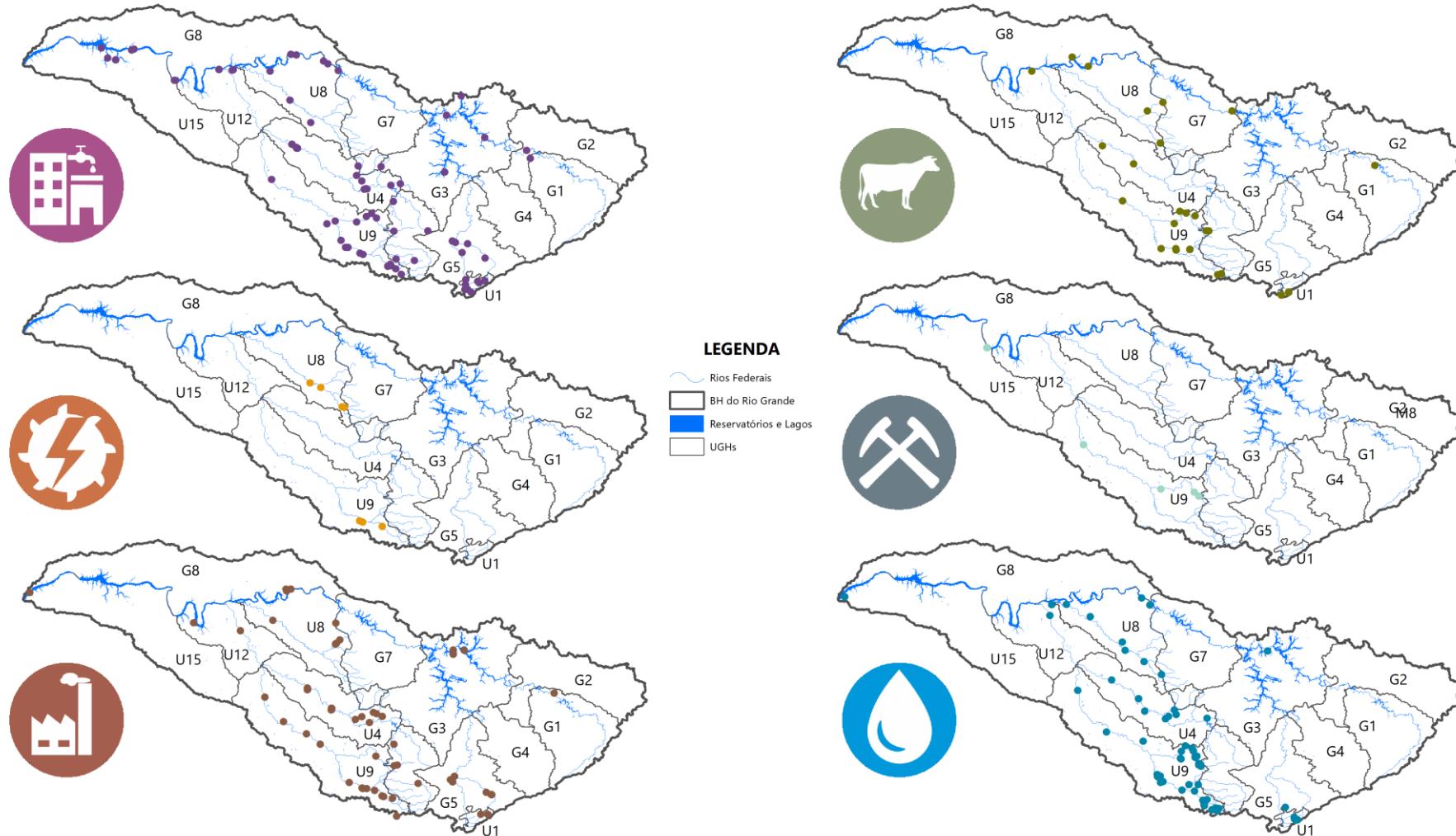
Elaborado pelo Consórcio Ferma-EnvEx (2021).

O mapa da Figura 3 espacializa os usuários de captação por unidade de gestão dos recursos hídricos. O mapa da Figura 4 espacializa os usuários de lançamento de efluentes por unidade de gestão dos recursos hídricos.



**Figura 3: Espacialização dos pontos de captação por agrupamento de usuário.**

Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2021).



**Figura 4: Espacialização dos pontos de lançamento por agrupamento de usuário.**

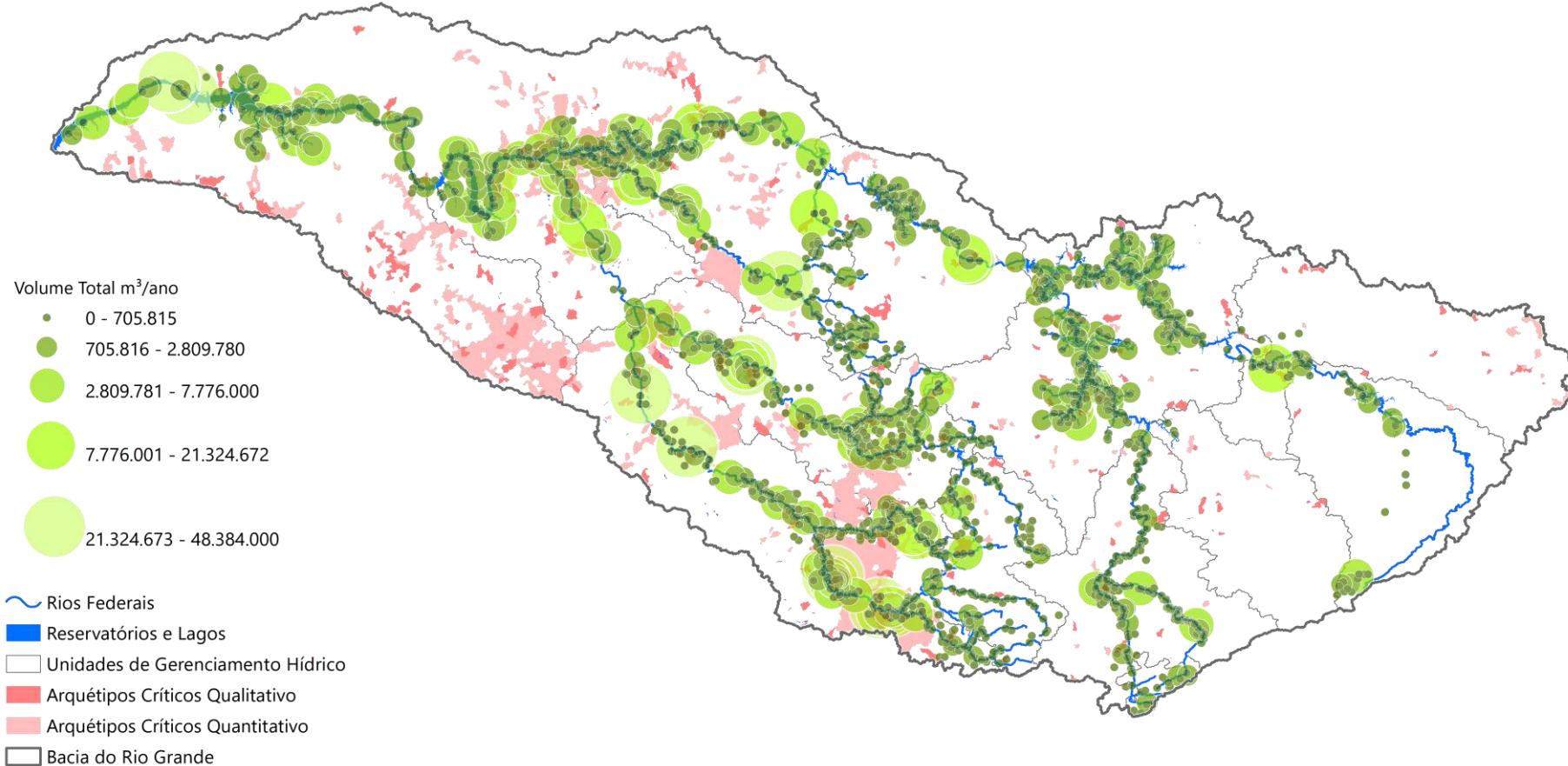
Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2021).

Segundo o PIRH-Grande (ANA, 2017), a gestão das águas do rio Grande enfrenta diversos desafios, dentre eles a ocorrência de extensas áreas críticas, identificadas como tendo demandas hídricas de retirada no limite ou acima do limite da disponibilidade e/ou trechos de corpos d'água que apresentam concentração alta ou excessivamente alta de poluentes.

O Plano de Bacia realizou uma abordagem dos problemas por meio de arquétipos qualitativos e quantitativos (casos-tipo onde os resultados de balanço hídrico quali e quantitativos são críticos, serão críticos ou mesmo tendem a deixar de sê-lo) que permitem a leitura clara, direta e temporal sobre a localização dos conflitos e consequente necessidade de gestão.

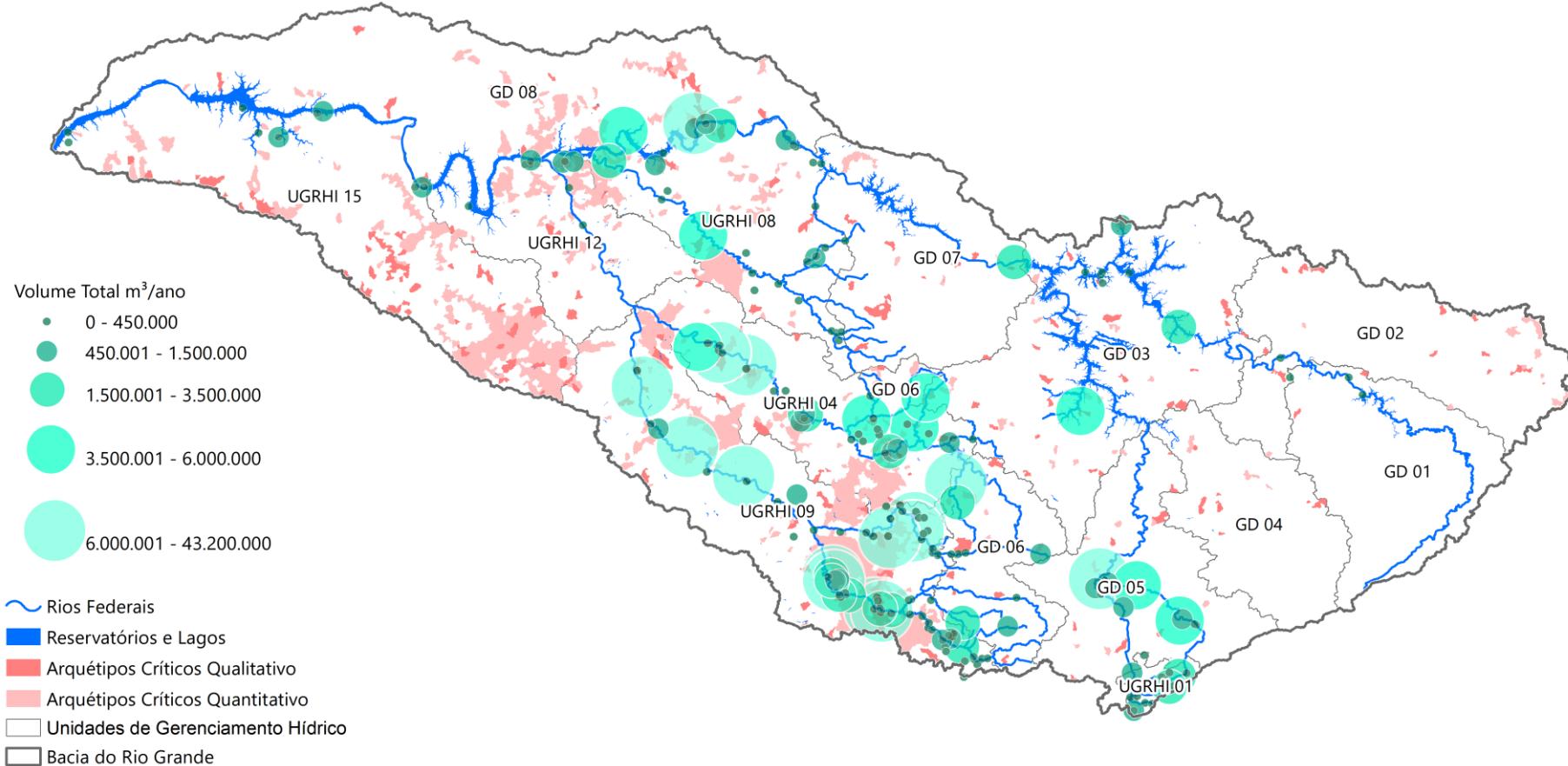
Foram identificadas 6 classes de arquétipos para cada aspecto (qualitativo e quantitativo) por meio de cruzamentos entre a intensidade e a direção dos resultados dos balanços hídricos respectivos, considerando também os resultados dos 4 cenários para 2030 (Tendencial, Moderado, Acelerado e Contingência). No presente estudo, foram consideradas áreas críticas aquelas com arquétipos quali e/ou quantitativos de classe 5 e 6, sob as quais localizam-se a fração de 13% do volume captado e 33% do volume lançado.

O mapa da Figura 5 espacializa o cruzamento das outorgas de captação com arquétipos críticos e o mapa da Figura 6 espacializa o cruzamento das outorgas de lançamento com arquétipos críticos.



**Figura 5: Espacialização das outorgas de captação sobre os arquétipos críticos.**

Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2021).



**Figura 6: Espacialização das outorgas de lançamento sobre arquétipos críticos.**

Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2021)

Somando-se às caracterizações supracitadas, as análises realizadas permitem identificar as áreas críticas dos componentes quantitativo e qualitativo para os 4 cenários futuros do Plano de Bacia por UGH, como se observa na Tabela 3.

*Tabela 3: Principais demandas e principais poluentes por UGH.*

	UGH	QUANTITATIVO Principais demandas	QUALITATIVO Principais poluentes
Minas gerais	GD 01	Irrigação/Indústria	Esgotamento sanitário da área urbana
	GD 02	Irrigação	Esgotamento sanitário da área urbana
	GD 03	Irrigação/Indústria	Esgotamento sanitário da área urbana
	GD 04	Irrigação/Indústria	Esgotamento sanitário da área urbana
	GD 05	Irrigação/Indústria	Esgotamento sanitário da área urbana
	GD 06	Irrigação/Indústria	Esgotamento sanitário da área urbana
	GD 07	Irrigação	Esgotamento sanitário da área urbana
	GD 08	Irrigação	Esgotamento sanitário da área urbana
São Paulo	UGRHI 01	-	Esgotamento sanitário da área urbana
	UGRHI 04	Irrigação	Esgotamento sanitário da área urbana e Lançamento da indústria alimentícia
	UGRHI 08	Irrigação	Esgotamento sanitário da área urbana
	UGRHI 09	Irrigação	Esgotamento sanitário da área urbana, Lançamento de efluentes industriais, Lançamento da Usina sucroalcooleira
	UGRHI 12	Irrigação	Esgotamento sanitário da área urbana, Lançamento de efluentes industriais,
	UGRHI 15	Irrigação	Esgotamento sanitário da área urbana

Fonte: Adaptado do PIRH-Grande (ANA, 2017).

Por fim, é importante destacar dois pontos principais, quais sejam:

- A demanda exigida para uso em irrigação em toda a BH-Rio Grande corresponde a 74% dos consumos médios e a 88% dos máximos.
- A melhoria nos índices de coleta e tratamento pode reduzir até mais da metade da extensão total de trechos compatíveis com a Classe 4, porém, as baixas vazões influenciam na capacidade de diluição e autodepuração. Sendo assim, os investimentos em esgotamento sanitário são de suma importância, mas não necessariamente resolvem por completo a situação, dada as questões intrínsecas da ambiência.

## 2. DISCUSSÕES COM ATORES-CHAVE

### *Pesquisa com usuários*

Com o intuito de escutar e entender as práticas utilizadas pelos usuários, seus modelos de atuação e dificuldades em relação à eficiência hídrica e, principalmente, as respectivas percepções em relação a cobrança pelo uso de recursos hídricos, foi realizada uma pesquisa *online* com todos os usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Grande entre os dias 23 de julho e 05 de agosto de 2021, computando um envio de 3.265 e-mails a cada remessa (duas) e um total de 53 participantes.

O formulário possuía 19 perguntas, cada qual com resposta opcional, sendo algumas com possibilidade de escolher mais de uma resposta, passando por blocos de identificação do usuário e sobre o uso e a cobrança pelo uso de recursos hídricos na BH-Grande. É importante mencionar que estatisticamente a pesquisa não é representativa, portanto, não é utilizada para fins de caracterização. Porém, propicia reflexões e traz percepções valiosas para este Estudo a serem consideradas posteriormente.

Dos 53 participantes, 42% apresentam a irrigação como finalidade de outorga, 21% o uso industrial, 9,4% o consumo humano e 7,5% o abastecimento público. Quanto a dominialidade, das 121 respostas marcadas pelos 53 participantes, 30 são outorgas da União, 26 são outorgas paulistas e 65 são outorgas paulistas.

Foram relacionadas questões visando entender as possibilidades ou margens de mudança de comportamento pelos usuários, relacionando perguntas sobre o grau da dependência de água para os usuários (79% indicando ser essencial, e outros 11% indicando ser muito importante), se os usuários realizam aferição dos volumes captados e/ou lançados (apenas 8% elencou não realizar medição), se já existe ou está

em fase de implantação de medidas de redução de dependência hídrica (Tabela 4) e quais as principais dificuldades respectivas a essa implantação (Tabela 5).

*Tabela 4: Respostas da pergunta "Nos últimos 5 anos foram ou estão sendo avaliadas formas de redução da dependência hídrica? Se sim, por quais motivos?".*

Categoria	Respostas	% dos 53 Participantes
Sim, por decisões empresariais diversas, mas não vinculadas às opções acima (sustentabilidade, posicionamento comercial, demanda de stakeholders, ESG, ...)	18	34%
Sim, pelo custo com energia elétrica e/ou outros custos de operação e manutenção de equipamentos e instalações correlatas	17	32%
Sim, por segurança hídrica (risco de desabastecimento, risco de água em qualidade não adequada, dentre outros)	15	28%
Não	9	17%
Sim, por conflito pelo recurso hídrico (restrição efetiva ou expectativa de restrição)	8	15%
Sim, pelo custo da cobrança pelo uso de recursos hídricos	5	9%

Elaborado pelo Consórcio Ferma – EnvEx (2021).

*Tabela 5: Respostas da pergunta "Quais foram ou deverão ser os principais fatores que dificultam a implantação destas formas de redução da dependência hídrica?".*

Categoria	Respostas	% dos 53 Participantes
Custo de investimento (CapEx) e/ou manutenção e operação (OpEx)	26	37%
Dificuldade técnica ou indisponibilidade de solução pré-concebida	14	20%
Não se aplica	12	17%
Dificuldade de financiamento (obtenção do recurso e/ou custo financeiro)	11	15%
Falta de espaço no empreendimento ou outras restrições operacionais não contempladas pelas opções acima	5	7%
Pouca confiabilidade na eficiência / efetividade	3	4%

Elaborado pelo Consórcio Ferma – EnvEx (2021).

Nota-se que existe uma grande dependência da água para o processo produtivo para a maioria dos participantes e que os custos para implantar e manter formas de redução da dependência hídrica é o principal fator que dificulta esses avanços, seguido ainda pela dificuldade técnica em relação à solução almejada. Em consonância, tem-se

que as principais motivações para implantar melhorias de eficiência hídrica são por decisões empresariais diversas ou pelos custos de energia e manutenção.

Outra questão buscou aferir a influência da cobrança em relação à redução da dependência hídrica, cujas respostas apontam que 36% dos respondentes não são submetidos à cobrança. Dos demais respondentes, para 32% a cobrança não foi motivadora de avaliação ou implementação de formas de redução da dependência hídrica, enquanto 26% dizem ter sido parcialmente motivadora. Apenas para 6% a cobrança foi a principal motivadora.

Embora a quantidade de respondentes não tenha validade estatística para representar toda a Bacia Hidrográfica, a atividade foi de grande valia, corroborada pelo fato de que 21 respondentes indicaram querer contribuir com o estudo. Desta maneira, entende-se que os aspectos necessários para gerar aderência entre o método de cobrança e os usuários estão sendo perseguidos de forma satisfatória.

### *Entrevistas com atores-chave*

O desenvolvimento de assuntos públicos exige, obrigatoriamente, a consulta e participação daqueles diretamente afetados, a fim de garantir que as medidas tomadas sejam as mais adequadas e aderentes às respectivas realidades. Dessa forma, de modo a compreender com maior profundidade a relação dos usuários dos recursos hídricos com a cobrança pelo uso de recursos hídricos, foi conduzida uma série de entrevistas dirigidas.

Estas entrevistas complementam a pesquisa *online* realizada com os usuários, e aconteceram entre novembro/2021 e fevereiro/2022. Ao todo, foram realizadas entrevistas com 29 representantes de 15 usuários, entidades representativas e órgãos gestores de recursos hídricos. Utilizou-se de roteiro semiestruturado com foco na captura das realidades, lições aprendidas, demandas, desafios, entraves e potencialidades em relação à cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Foi possível identificar que, de forma geral, usuários e entidades representativas concordam com a cobrança, mas também possuem preocupações em relação ao seu formato, haja vista que a cobrança impactará diretamente nos custos de operação dos empreendimentos. A outra preocupação recorrente é quanto à destinação e aplicação dos recursos arrecadados, de forma que esse retorno seja “garantido”. Foi indicado também a potencialidade de utilizar o recurso da cobrança para financiamento de projetos de aumento de eficiência hídrica dos usuários, o que corrobora os resultados da pesquisa online realizada.

Em complemento, foi possível constatar que diversos usuários de recursos hídricos já possuem práticas de eficiência hídrica, tanto em virtude das crises hídricas pretéritas, quanto pela própria necessidade de redução de custos e garantia da produção. Nesse ponto também foi trazida a necessidade de mais investimentos para apoio e desenvolvimento de tecnologias que consigam reduzir o consumo de água, sendo fundamental disseminar esses conhecimentos entre os usuários.

Por fim, os entrevistados relataram a grande importância de se ter um direcionamento técnico para a determinação dos preços unitários em relação a captação e lançamento de efluentes, de modo que represente com maior clareza o valor econômico da água para os setores usuários.

### 3. DEMANDAS FINANCEIRAS PARA A GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Apresenta-se, neste capítulo, a identificação e as estimativas de custos das intervenções necessárias na bacia hidrográfica conforme o PIRH-Grande (ANA, 2017), de forma a se compreender as demandas pelos recursos financeiros de forma independente da fração destas que virá a ser financiada pela cobrança (objeto do próximo capítulo). Ou seja, os valores aqui apresentados se fazem necessários para a consecução plena do Plano de Bacia, e podem, em parte, ser fornecidos pelos proventos da cobrança pelo uso de recursos hídricos.

As demandas financeiras podem ser divididas em 4 grandes grupos, abaixo apresentados conforme a nomenclatura padronizada para os Plano de Aplicação Plurianuais (PAPs).

- **Gestão de recursos hídricos:** realização de ações com vistas à implementação dos instrumentos de gestão e ao fortalecimento institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH;
- **Apoio ao comitê de bacia hidrográfica:** prover ao comitê de bacia hidrográfica condições necessárias ao desenvolvimento de sua agenda de trabalho e cumprimento de suas atribuições legais;
- **Manutenção do comitê de bacia hidrográfica e da entidade delegatária:** manutenção do custeio administrativo do comitê de bacia hidrográfica e da entidade delegatária; e
- **Agenda setorial:** programas de execução finalística e que têm elevada dependência de articulação com um ou vários setores de usuários.

#### *Gestão de recursos hídricos e apoio ao Comitê de Bacia Hidrográfica*

Para a consecução dos programas de ações, o PIRH-Grande trabalha com uma previsão orçamentária de R\$ 286,38 milhões, valor que contempla plenamente a sua gestão e a elaboração de estudos e projetos, bem como a execução de alguns serviços

e obras. O enfoque do orçamento é propositalmente dado às ações com vistas à implementação dos instrumentos de gestão e ao fortalecimento institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

De forma a promover a sustentabilidade hídrica da bacia do Rio Grande e a sustentabilidade operacional de seu Plano, foram delineados três componentes estratégicos (Conservação dos Recursos Hídricos; Governança; e Instrumentos de Gestão) que aninham 17 programas alocados em horizontes de curto (2018-2020), médio (2021-2025) e longo prazos (2026-2030) (PIRH-Grande, 2017).

*Tabela 6: Componentes estratégicos e programas do PIRH-Grande*

Componente Estratégico	Programa
I - Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos	Programa para Atualização dos Planos de Recursos Hídricos
	Programa para Fortalecimento da Fiscalização dos Usos de Recursos Hídricos
	Programa para Fortalecimento da Outorga – Critérios Técnicos
	Programa para Fortalecimento da Outorga – Procedimentos Administrativos
	Programa para Gestão do Banco de Dados da bacia do Rio Grande no SNIRH
	Programa para Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na bacia do Rio Grande
	Programa para Implementação de Processos de Alocação de Água
	Programa para Implementação do Enquadramento/Reenquadramento dos Corpos d'Água da Bacia
	Programa para Regularização dos Usos dos Recursos Hídricos na bacia do Rio Grande
II - Conservação dos Recursos Hídricos	Programa de Conservação Hidroambiental
	Programa de Educação para Conservação e Gestão dos Rec. Hídricos
	Programa para Adequação da Rede de Monitoramento Quantitativo Qualitativo dos Recursos Hídricos
	Programa para Compatibilizar os Balanços Hídricos Quantitativos
	Programa para Controle de Cargas Poluidoras
III – Governança	Programa para Acompanhamento da Implementação do Plano
	Programa para Fortalecimento dos Comitês de Bacia
	Programa para Fortalecimento Institucional dos Órgãos Gestores
	Programa para Implantação de Agência de Bacia

Fonte: PIRH-Grande (ANA, 2017).

Os resultados positivos a partir da implantação de melhorias na bacia hidrográfica podem ser perceptíveis tanto em nível local, ou seja, próximo do empreendimento, quanto ao longo do curso hídrico, à jusante, afetando outros empreendimentos, como captação para abastecimento público, por exemplo, e os próprios serviços ecossistêmicos.

### *Manutenção do Comitê de Bacia e da Entidade Delegatária*

O PIRH-Grande deixa clara a necessidade de se estabelecer a cobrança pelo uso de recursos hídricos, bem como a criação da Agência de Bacia, cujos custos de criação e manutenção são justificados pela necessidade de prover condições favoráveis ao desenvolvimento da agenda de trabalho e ao cumprimento de atribuições legais.

De acordo com o estudo “Desenvolvimento de Metodologia para estimar o custeio administrativo de Entidades Delegatárias de funções de Agência de Água”<sup>2</sup>, as despesas de custeio são classificadas nas seguintes categorias: Despesas com pessoal; Serviços de terceiros; Infraestrutura e Utilidade; Tecnologia de Informação; Publicidade e Propaganda; Despesas de viagens; Aluguel ou compra de veículos; e Despesas Gerais. Tais categorias estão proporcionalmente condicionadas a dois principais fatores:

- **Quantidade e complexidade dos projetos:** quantidade e complexidade dos projetos lançados exigem diferentes níveis de esforço da equipe técnica, demandando maiores recursos físicos, materiais e humanos para atender as áreas administrativa, financeira, técnica e jurídica da Agência. Nos casos de projetos de alta complexidade, pode-se identificar a necessidade de contratação de empresas especializadas para avaliação e fiscalização dos projetos, cujos custos precisam ser avaliados em comparação com os custos e capacidade de mobilização e conhecimento técnico da equipe interna.
- **Comportamento dos CBHs:** a forma de condução interna dos CBHs, com maior ou menor número de reuniões e eventos internos e externos, bem como, do nível de articulação junto aos demais entes, impactam

<sup>2</sup> KPMG (2018), Programa de Desenvolvimento do Setor Água - INTERÁGUAS, da ANA.

diretamente nas despesas de logística e de recursos materiais e pessoais da Agência, principalmente os destinados a eventos externos.

A estimativa de valores para essa demanda será realizada posteriormente e apresentada no Capítulo 5.

### *Ações complementares ao PIRH-Grande - Agenda Setorial*

Dos quatro grandes grupos de ação elencados por este capítulo, o denominado Agenda Setorial (ações complementares) é o que aborda os investimentos em recuperação da qualidade da água, gestão da demanda e proteção e conservação dos recursos hídricos, para os quais a cobrança deve se apresentar como suficiente para fazer frente aos graus almejados de intervenção.

Muito embora o Comitê de Bacias não seja exclusivamente responsável pelo andamento dessa agenda, certamente é um de seus essenciais fomentadores, podendo vir a articular os atores envolvidos e a financiar 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.

O plano de bacia apresenta um rol de estudos que são necessários para subsidiar a gestão dos recursos hídricos, cujo valor estimado está contemplado no orçamento de implantação do plano. Diversos destes estudos deverão desembocar em proposições de intervenções finalísticas, conforme se identifica na Tabela 7.

*Tabela 7: Estudos do componente estratégico de conservação dos recursos hídricos recomendados pelo PIRH-Grande que poderão gerar ações derivadas.*

Programa	Atividades
Programa para gestão da demanda e da oferta quantitativa de recursos hídricos	Realizar levantamento de estruturas de barramento para regularização de vazões para uso em irrigação e verificar os balanços hídricos
	Desenvolver estudo para definição de procedimentos que resultem na redução das demandas hídricas para irrigação
	Elaborar estudo para avaliação do potencial de otimização do uso da água nas indústrias
Programa para controle de cargas poluidoras	Elaborar estudos de alternativas de disposição final de esgotos tratados em municípios com altos índices de coleta, tratamento e nível de remoção de cargas orgânicas de 95% ou maior, localizados em áreas com corpos receptores com pequena capacidade de assimilação das cargas remanescentes
	Elaborar estudo para proposição de metas de redução de cargas poluidoras na zona rural
	Elaborar estudo para caracterização e redução das cargas poluidoras de origem industrial
	Elaborar estudos de regionalização para constituição de consórcios públicos regionais na bacia para a gestão dos resíduos sólidos
Programa de conservação hidroambiental	Identificar as áreas prioritárias para a implementação de projetos de PSA
	Contratar e elaborar projeto-piloto para a conservação das nascentes e áreas de recarga de aquíferos, associados a projetos de PSA
	Contratar e elaborar estudo do passivo ambiental da mineração na região de Poços de Caldas/MG
	Elaborar estudo de metodologia para o monitoramento dos resultados de implantação de ações de conservação dos recursos hídricos
Programa de educação para conservação e gestão dos recursos hídricos	Criar, implementar e divulgar um plano para premiação de boas práticas em gestão de recursos hídricos na bacia do Rio Grande
	Elaborar o plano de educação ambiental específico voltado às ações definidas no PIRH-Grande

Fonte: Adaptado de PIRH-Grande (ANA, 2017)

Muito embora seja impossível estimar, no momento atual, quais serão essas demandas de recursos, o estabelecimento da cobrança deve prever alguma margem positiva para contemplar tais ações derivadas. Podem-se vislumbrar, dentre outros:

- Implantação de estruturas de barramento para regularização de vazões para uso em irrigação;
- Implantação de estruturas compartilhadas de tratamento de efluentes industriais, promovendo ganhos de escala para os envolvidos;
- Remediação do passivo ambiental da mineração na região de Poços de Caldas/MG;
- Implantação de banhados construídos (*wetlands*) para redução de cargas poluidoras em áreas com corpos receptores com pequena capacidade de assimilação das cargas remanescentes;
- Recuperação e conservação de nascentes em áreas de recarga de aquíferos mediante modelos específicos ao Grande.

As atividades acima listadas exemplificam os potenciais desdobramentos que podem derivar dos estudos previstos pelo PIRH-Grande e para os quais a cobrança poderá se tornar um elemento definidor no quesito de viabilidade - especialmente após a Resolução ANA nº 53/2020 que regulamenta o acesso dos recursos a tomadores da iniciativa privada, sobretudo os usuários pagadores, abrindo a possibilidade de se realizar chamamentos públicos com os recursos da cobrança, podendo-se aplicar - a cargo do Plano de Aplicação - financiamentos reembolsáveis tanto quanto financiamentos a fundo perdido. Como forma de se contemplar tal margem para a ação, replica-se o valor de investimento equivalente às atividades de elaboração e atualização dos PMSB da bacia, que monta em R\$ 105,80 milhões.

Conforme identificado anteriormente, o Plano de Ações do PIRH-Grande traz diversas intervenções necessárias para a agenda setorial, porém não pormenorizadas em sua necessidade de investimentos - são denominados de orçamentos associados. Dessa forma, faz-se necessário estimar, mesmo que de forma paramétrica, a necessidade de recursos que podem eventualmente ser apoiados com a cobrança.

Como ponto de partida, tem-se as atividades previstas pelo componente estratégico de Conservação dos recursos hídricos, conforme observa-se na Tabela 8. Algumas dessas atividades, que não trazem orçamento definido no Plano, podem ter

seus investimentos necessários estimados por diferentes metodologias, gerando assim uma ordem de grandeza para o dimensionamento do instrumento de cobrança.

*Tabela 8: Programas e atividades do componente estratégico de conservação dos recursos hídricos do PIRH-Grande que podem ser financiados pela cobrança, mas que não trazem orçamentos associados.*

Programa	Atividades
Programa para gestão da demanda e da oferta quantitativa de recursos hídricos	Execução de serviços e obras de redução de perdas e de otimização das técnicas de uso da água na indústria e na agricultura irrigada
Programa para controle de cargas poluidoras	Executar serviços de obras para a redução de cargas poluidoras urbanas atendendo as metas progressivas do enquadramento
	Executar serviços e obras para a redução de cargas poluidoras rurais atendendo as metas progressivas do enquadramento
	Implantar as recomendações do estudo de regionalização da gestão de resíduos sólidos
	Execução de serviços e obras para a redução das cargas poluidoras de origem industrial atendendo as metas progressivas do enquadramento
Programa de conservação hidroambiental	Executar as intervenções recomendadas pelo projeto-piloto (para a conservação das nascentes e áreas de recarga de aquíferos, associados a projetos de PSA)
	Implantar as estruturas e equipamentos de monitoramento propostos (pelo estudo de metodologia para o monitoramento dos resultados de implantação de ações de conservação dos recursos hídricos)
Programa de educação para conservação e gestão dos recursos hídricos	Implementar as ações previstas no plano de educação para conservação e gestão dos recursos hídricos

Fonte: Adaptado de PIRH-Grande (ANA, 2017)

São quatro as atividades dimensionadas e custeadas: (i) universalização da coleta e tratamento de esgoto; (ii) controle de perdas de água na distribuição; (iii) promoção do reúso da água na agricultura irrigada; e (iv) investimentos em infraestrutura natural - serviços ecossistêmicos hidrológicos.

Para a universalização da coleta e tratamento de esgoto, considerou-se primeiramente a necessidade de novas ligações e a extensão das redes: uma população de 371 mil habitantes não conta com coleta, o que significa um total de 172 mil novas ligações de esgotos em um total de 2,2 mil km de rede ao custo estimado total de R\$ 1,06 bilhão. Já para o custeio do tratamento de esgoto, compilou-se as informações do SNIS com as do Atlas Esgotos da ANA (2017 e atualização em 2020). Para os municípios que não contam com ETE, considerou-se sua instalação com capacidade de atendimento para toda a população da área urbana respectiva, respeitando a necessidade de eficiência indicada pelo Atlas. Como parâmetro simplificador, assumiu-se que, caso um dado município já tenha uma ETE com capacidade de atender uma fração menor do que 50% da população, uma nova unidade deve ser implementada para essa fração não atendida, identificando-se assim um déficit de 694 mil habitantes sem tratamento. Para os demais casos, adotou-se a premissa que a ETE atual detenha capacidade ociosa de atendimento e não demande, portanto, de novos investimentos. Com base nas referências de custos em Von Sperling e Salazar (2013), compilou-se uma demanda financeira de R\$ 666 milhões. A somatória dos investimentos necessários para universalizar a coleta e o tratamento de esgotos na bacia, portanto, é de no mínimo R\$ 1,73 bilhão.

Para o controle de perdas de água na distribuição, utilizou-se da Matriz de Avaliação de Perdas da IWA (2000), classificando os municípios aos seguintes balizamentos de nível de perdas atuais na rede de distribuição: categoria D com perdas maiores de 450 litros/ligação por dia; categoria C: perdas maiores que 250 l/l.d; categoria B: maiores que 125 l/l.d; e por fim, categoria A: perdas menores que o limite da categoria B. Um total de 385 municípios ainda detém espaço para redução de perdas, sendo que 200 deles podem passar da categoria D para C; outros 125 podem

passar da C para B, e 60 que já estão na B podem passar para a categoria mais alta<sup>3</sup>. A partir do orçamento de um programa de perdas em um município de categoria B, replicou-se o custo de forma paramétrica, chegando-se a um orçamento de R\$ 844 milhões para controle de perdas na rede de distribuição na bacia.

Para a estimativa da promoção do reúso da água na agricultura irrigada, foram utilizadas curvas de custos elaboradas a partir de projetos de obras semelhantes. Para dimensionar a demanda potencial para o reúso, foi realizado por geoprocessamento a identificação das outorgas de irrigação e os pontos de lançamento das ETEs existentes, computando-se as distâncias, a declividade e a vazão. Com base nessas informações, aplicou-se um filtro para as outorgas de irrigação que realizam suas captações em rios de domínio da União, para então se aplicar um novo filtro relativo à fração de atendimento potencial das outorgas de irrigação por parte de cada ETE. Na média, identificou-se um potencial de suprimento de 13% da vazão de irrigação requerida pelo conjunto de outorgas que se localiza em uma distância média de 8,5 km de ETEs existentes e com vazão suficiente de atendimento. Considerou-se a instalação de tubulação e as estações elevatórias para os casos em que o valor do desnível é negativo, culminando em R\$ 3,14 bilhões (R\$ 3,10 bilhões em emissários e o restante em estações elevatórias).

Por fim, os investimentos em infraestrutura natural - serviços ecossistêmicos hidrológicos - foram estimados com base no custo unitário médio de restauração da vegetação nativa (que varia de R\$ 3,44 a R\$ 10,67 mil) e a estimativa de déficit de áreas de preservação permanente na bacia, estimados pelo Atlas Agropecuário da Imaflora (2017) - cerca de 477 mil hectares de APP, culminando em R\$ 3,36 bilhões.

Existem outras atividades, além destas quatro, que não são aqui dimensionadas. Como exemplo, tem-se as estruturas e equipamentos de monitoramento propostos

<sup>3</sup> Para se ter uma estimativa mínima de custo em programas de redução de perdas, desconsiderou-se os municípios classificados como categoria A, pois para estes a redução é muito difícil e custosa, pois os perfis mais simples de controle já foram superados.

pelo programa de conservação hidroambiental, as recomendações de regionalização da gestão de resíduos sólidos e as obras de saneamento humano rural.

Não obstante, esse conjunto de atividades reflete parte significativa do que é prescrito pela agenda setorial de conservação dos recursos hídricos. As estimativas culminam em uma demanda financeira de R\$ 9,18 bilhões, abrangendo todos os quase 400 municípios componentes da bacia hidrográfica e representando uma fração significativa do PIB nela gerado (~3% em valores de 2018).

## 4. CENÁRIOS DO PAPEL DA COBRANÇA NO ATENDIMENTO ÀS DEMANDAS FINANCEIRAS

O estabelecimento de cenários de cobrança parte da necessidade de se estabelecer o nexo entre os montantes arrecadados e os objetivos vinculados à solução dos problemas identificados na bacia do Rio Grande. Sendo assim, o capítulo atual estabelece a ligação entre as demandas orçamentárias do PIRH-Grande (que por sua vez são vinculadas aos desafios da gestão da bacia hidrográfica) e o viés financeiro da cobrança, visando o financiamento e o fomento de ações capazes de prevenir, mitigar ou solucionar questões e problemas que afetam os usos de recursos hídricos.

Nesse sentido, a partir das demandas financeiras elencadas no capítulo precedente (3), tem-se um extenso rol de ações a serem potencialmente custeadas com os recursos da cobrança, e que devem ser tais que gerem benefícios perceptíveis aos usuários e à sociedade em geral, ou seja, devem estar alinhados aos problemas identificados no plano de bacia e devem atender aos objetivos da gestão das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

### *Papel da cobrança no financiamento das demandas financeiras*

**Financiamento da gestão de recursos hídricos e apoio ao Comitê de Bacia Hidrográfica:** O orçamento do PIRH-Grande traz enfoque nas ações de gestão de recursos hídricos, ou seja, na realização de ações com vistas à implementação dos instrumentos de gestão e ao fortalecimento institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH. Todos os cenários de cobrança, portanto, devem contemplar o financiamento pleno à gestão de recursos hídricos e ao apoio ao Comitê de Bacia Hidrográfica.

Está identificado, no próprio Plano de Bacia, a fração financeira do montante necessário que se vislumbra advir da cobrança pelo uso de recursos hídricos. Essa

fração, no entanto, não está vinculada explicitamente ao programa de intervenções. A Tabela 9 apresenta as fontes de financiamento elencadas pelo PIRH-Grande, quais sejam: o Orçamento Geral da União, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, e os recursos dos estados de Minas Gerais e de São Paulo. Uma parcela dos recursos dessas fontes está assegurada para a bacia, porém, observa-se que boa parte deles deve ser negociada.

*Tabela 9: Fontes de financiamento apontadas pelo PIRH-Grande.*

Fontes de financiamento	Valor estimado pelo Plano (R\$)	Fração do total	Média anual* (R\$)
Governo Federal	153.069.933	53,4%	11.774.610
Cobrança pelo uso de recursos hídricos	96.537.000	33,7%	7.425.923
Governo SP	16.507.300	5,8%	1.269.792
Governo MG	13.270.967	4,6%	1.020.844
Municípios	4.716.000	1,6%	362.769
FEHIDRO SP	640.000	0,2%	49.231
FHIDRO MG	1.640.000	0,6%	126.154
<b>Total</b>	<b>286.381.200</b>	<b>100,0%</b>	<b>22.029.323</b>

\* Considerando o horizonte de 13 anos para a execução do PIRH-Grande.

A título de exemplo, estão contempladas as atividades de revisão e atualização da rede de monitoramento para o atendimento dos usos dos recursos hídricos, vazões de entrega e qualidade da água e a elaboração de relatórios anuais de verificação de vazões outorgadas e qualidade das águas com base na rede de monitoramento revisada, componentes do programa para adequação da rede de monitoramento quanti-qualitativo dos recursos hídricos (no valor de R\$ 9,91 milhões).

Outro exemplo notável são as atividades de elaboração dos PMSB faltantes e atualização permanente dos PMSB de todos os municípios da bacia, aninhados no componente estratégico de conservação dos recursos hídricos, programa para gestão da demanda e da oferta quantitativa. Somando-se ambas as atividades para os

períodos de curto, médio e longo prazos, tem-se um orçamento estimado de R\$ 105,80 milhões, o maior componente individual do plano de ação do PIRH-Grande.

Com base nas fontes de financiamento elencadas pelo PIRH-Grande, pode-se supor que parte significativa da demanda financeira alocada ao Governo Federal possa ser apoiada pelos recursos da cobrança. Caso essa fração seja de 72%, espelhando, grosso modo, 18 de 25 projetos ou ações, tem-se um valor anual de R\$ 8,48 milhões (72% de R\$ 11,77 milhões). Ao se somar a este valor (R\$ 8,48 milhões) os recursos indicados pelo PIRH-Grande para serem financiados exclusivamente pela cobrança (R\$ 7,43 milhões anuais), compõe-se o total de R\$ 15,92 milhões anuais que podem ser cobertos pela cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Em termos da representatividade desse montante no total das necessidades financeiras apontadas pelo Plano de Bacia para sua consecução, tem-se 72% (R\$ 15,92 milhões de R\$ 22,03 milhões, ambos na média anual). Considera-se, adicionalmente, que nesse montante financeiro estejam contemplados recursos suficientes para apoiar ao Comitê de Bacia no desenvolvimento de sua agenda de trabalho e cumprimento de suas atribuições legais.

### **Financiamento da manutenção do Comitê de Bacia e da Entidade Delegatária:**

**Delegatária:** Além dos custos com a gestão e implementação dos instrumentos da PNRH previstos pela legislação, os futuros cenários de arrecadação de recursos por meio da cobrança devem levar em consideração o custeio de criação e manutenção dos entes que compõem o SINGREH, especialmente os Comitês de Bacia Hidrográfica e a Agência de Bacia ou Entidade Delegatária.

A criação da Agência da Bacia ou Entidade Delegatária é de fundamental importância para que o Comitê de Bacias tenha capacidade de execução de suas funções de gestão e de fomento à agenda setorial. Especificamente, no caso da Agência de Bacia ou Agência de Água, o processo de criação, iniciado pela solicitação dos CBHs e posterior aprovação pelos conselhos de recursos hídricos (CNRH ou

CERHs), está condicionado a comprovação da viabilidade financeira assegurada pela cobrança, até o limite de 7,5% do valor arrecadado.

Assim como para o orçamento de gestão de recursos hídricos e apoio ao Comitê de Bacia Hidrográfica, todos os cenários de cobrança devem contemplar o financiamento pleno à manutenção do Comitê de Bacia Hidrográfica e da Entidade Delegatária.

### **Financiamento das ações complementares ao PIRH-Grande - Agenda Setorial:**

O capítulo 3 apresentou o dimensionamento da necessidade financeira para a consecução plena do PIRH-Grande, incluindo quatro atividades da agenda setorial, quais sejam: universalização da coleta e tratamento de esgotos em áreas urbanas, controle de perdas na distribuição, promoção do reúso da água na agricultura irrigada e infraestrutura natural para a prestação de serviços ecossistêmicos hidrológicos. Adicionalmente, contemplou orçamento para a realização de ações derivadas de estudos recomendados pelo PIRH-Grande em equivalência ao orçamento de elaboração e atualização dos PMSB.

Não se espera que a gestão das águas da bacia, mesmo que respaldada por diplomas legais e instrumentada pela Entidade Delegatária, consiga financiar a totalidade das ações por meio dos recursos da cobrança. Essa agenda, como a própria definição traz, aborda ações finalísticas que têm elevada dependência de articulação com um ou vários setores de usuários<sup>4</sup>. Com base nas intervenções e investimentos, a identificação do rol de possibilidades de implementação com os recursos da cobrança

---

<sup>4</sup> Conforme ANA (2021), é importante lembrar que, segundo o que estabelece o art. 19 da Lei nº 9.433, de 1997, a cobrança é apenas um dos instrumentos que visa assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões adequados aos respectivos usos, cujo atingimento depende do pleno funcionamento de todos os instrumentos em todo o território da bacia (Planos de Recursos Hídricos; Enquadramento dos Corpos de Água em Classes, segundo os usos preponderantes da água; Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos; Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos; e Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos), assim como da atuação coordenada dos entes do SINGREH, num ambiente de múltiplo domínio das águas.

demandar assumir alguns pressupostos, como se realiza abaixo para cada uma das atividades associadas.

A universalização da coleta e tratamento de esgotos em áreas urbanas da bacia demanda investimentos estimados em R\$ 1,73 bilhão que não devem ser plenamente financiados pela cobrança. Afinal, são serviços públicos remunerados pela população via tarifa e com disponibilidade de recursos creditícios específicos<sup>5</sup>. Não obstante, os recursos da cobrança pelo uso de recursos hídricos podem ser utilizados para estruturar e viabilizar a tomada de crédito dos prestadores do serviço de abastecimento de água, ainda mais com a possibilidade trazida pela Resolução ANA nº 53, de 04 de dezembro de 2020, que regulamenta o acesso dos recursos a tomadores da iniciativa privada, sobretudo os usuários pagadores, via financiamentos reembolsáveis.

Dessa forma, pressupõe-se que a cobrança possa vir a financiar as análises socioeconômicas de custo-benefício para priorizar investimentos e alternativas estratégicas, os projetos básicos e executivos, estudos ambientais (exceto custos ambientais e licenciamentos) e outros serviços técnicos especializados de engenharia e de planejamento. Estes custos tipicamente representam de 8% a 12% do valor do CapEx, sendo que quanto maior a obra, menor a participação relativa de serviços desse tipo deve ser.

Uma vez que não há excessiva sofisticação nos projetos de engenharia de saneamento básico, tal como na sua modelagem econômica e jurídica, adota-se 8% do investimento que pode ser financiado pela cobrança - valor mínimo do intervalo tipicamente associado aos custos que se vislumbram financeirar com os proventos da cobrança. Raciocínio equivalente pode ser adotado para os investimentos em controle de perdas na distribuição de água por parte dos prestadores de serviços de

---

<sup>5</sup> A exemplo dos recursos do FGTS, do FAT e do FINEM, disponibilizados respectivamente via Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

saneamento básico, podendo-se supor que 8% do investimento estimado para essa atividade (de R\$ 844 milhões para a bacia) possa ser financiado pela cobrança.

A promoção do reúso da água na agricultura irrigada, cujo orçamento estimado para a bacia é de R\$ 3,14 bilhões, perfaz atividade que alinha interesses entre os prestadores de serviços de saneamento básico e os irrigantes, pois ao direcionar os efluentes da primeira para aproveitamento econômico da segunda, tem-se ganhos para ambos sob os aspectos ambientais e de segurança hídrica.

Por mais que esse interesse mútuo possa vir a ser, em um momento futuro, suficiente para a adoção autóctone dessa relevante atividade, atualmente ainda há necessidade de se preencherem lacunas técnicas, econômicas e jurídicas para que se atinja tal patamar. Pode-se pressupor, então, que a cobrança pelo uso de recursos hídricos precise financiar tais estudos, assumindo-se a fração superior do intervalo típico (12%) para tal.

Já quanto ao investimento em infraestrutura natural para a promoção de serviços ecossistêmicos hidrológicos, tem-se uma atividade tipicamente financiada pela cobrança, pois se trata da promoção de externalidades positivas e difusas que não encontram paralelo ao serviço tarifado de esgotamento sanitário, por exemplo<sup>6</sup>.

A restauração total das áreas de preservação permanente degradadas na bacia demanda recursos da ordem de R\$ 3,36 bilhões, e claramente não pode recair exclusivamente sobre a cobrança dos recursos hídricos. Por um lado, existem recursos de doação disponíveis para financiar a recuperação da vegetação nativa<sup>7</sup> e, por outro,

<sup>6</sup> Os Comitês da bacia PCJ (federais, estado de São Paulo e estado de Minas Gerais) investem cerca de 2% dos seus recursos na restauração da floresta como infraestrutura natural. Fonte: Padovezi et al. 2012.

<sup>7</sup> Como demonstra o Programa Reflorestar no Espírito Santo que investiu, desde sua fundação, R\$ 52 milhões com recursos do Fundo Global para o Meio Ambiente (Global Environment Facility – GEF), por meio do projeto Florestas para a Vida (Espírito Santo *Biodiversity and Watershed Conservation and Restoration Project*). Fonte: WRI, 2021. Projetos como o Movimento Água para São Paulo mobilizam recursos e viabilizam tanto o custeio da restauração florestal como o pagamento por serviços ambientais aos proprietários de terras envolvidos nas melhorias ambientais. Fonte: TNC, 2013.

pode-se priorizar a restauração em áreas de maior contribuição para a prestação dos serviços ecossistêmicos hídricos, reduzindo de forma mais do que proporcional a quantidade absoluta de áreas em relação aos benefícios hidrológicos que se podem esperar.

Pode-se estabelecer, para dimensionamento do papel da cobrança no financiamento de tais ações, a fração arbitrária de 25% do total financeiro requerido: essa fração é significativa e suficiente para estruturar os esquemas de pagamento por serviços ambientais, focar a restauração em áreas prioritárias, e também para estruturar a eventual contribuição financeira de doadores e demais parceiros institucionais.

O percentual escolhido se alinha, grosso modo, como o descrito em WRI (2021) como sendo possível de uso para o programa de infraestrutura natural no manancial da Região Metropolitana da Grande Vitória (18%). Implica, não obstante, que embora a cobrança passe a fornecer uma base sólida para a restauração, é necessária uma combinação de financiamentos para fazer frente aos grandes desafios apostos de restauração e pagamento pelos serviços ambientais.

Por fim, para a execução das ações derivadas da elaboração de estudos recomendados pelo plano de bacia, que se espelha no dimensionamento financeiro de elaboração e atualização dos Planos Municipais de Saneamento Básico, pressupõe-se que a totalidade (100%) destas estimativas possam ser financiadas com os recursos da cobrança, permitindo ao CBH alocar recursos de forma a otimizar o prescrito no Plano.

Com base nos pressupostos acima detalhados, tem-se os investimentos na agenda setorial que podem ser financiados com os recursos da cobrança, conforme apostado na Tabela 10.

*Tabela 10: Estimativa de investimentos na agenda setorial que podem ser financiados com recursos da cobrança.*

Agenda setorial (orçamentos associados)	Investimento total (R\$, mil)	Fração que cabe à cobrança	Investimento com recursos da cobrança (R\$, mil)
Ações derivadas de estudos do PIRH-Grande	105.800	100%	105.800
Universalização da coleta e tratamento de esgotos	1.726.419	8,0%	138.113
Controle de perdas na distribuição	843.985	8,0%	67.519
Reúso da água na agricultura irrigada	3.142.546	12,0%	377.106
Infraestrutura natural - serviços ecossistêmicos	3.364.173	25,0%	841.043
<b>TOTAL</b>	<b>9.182.923</b>	<b>16,7%</b>	<b>1.529.581</b>

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma (2021).

O total dos investimentos passíveis de serem financiados com recursos da cobrança - para a agenda setorial - representam, na média, 16,7% do total estimado como necessário para a totalidade da implantação dos cinco orçamentos associados em todo o território da BH-Grande (cerca de 0,5% do PIB gerado na bacia).

Como se trata de um conjunto amplo e bastante intenso de investimentos, não se pode conceber sua execução em um único momento, mas sim em um período de tempo no qual tais investimentos possam ser postos em prática. As inversões, afinal, deverão se desdobrar em metas de execução de atividades do programa correlato do plano de bacia, o que faz com que, em termos ideais, o tempo deva estar contido no ciclo pré-definido pelo comitê de bacia para a atualização ou revisão do plano.

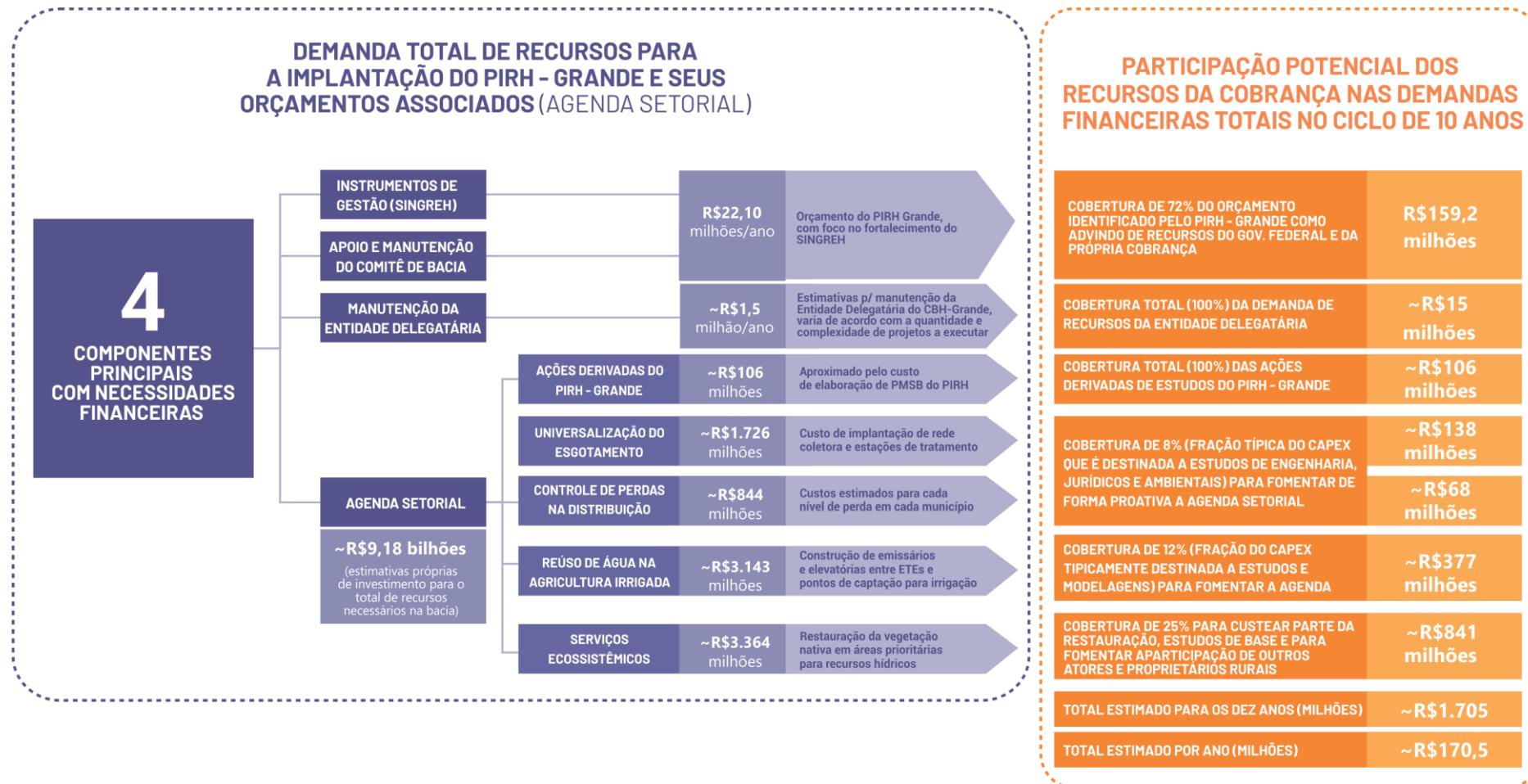
Dado o horizonte de 15 anos do PIRH-Grande e o tempo transcorrido desde seu estabelecimento formal (2017), adota-se o prazo de 10 anos como ideal para a execução das atividades (ao menos de forma hipotética para fins desse estudo), que é coerente tanto com a amplitude de recursos estimada como em relação à expectativa de se rever o PIRH-Grande. Ao final do horizonte de dez anos, inclusive, a cobrança deve ser revista para possibilitar o atingimento das metas atualizadas ou revisadas, refletindo a realidade dinâmica da bacia hidrográfica.

Consequentemente, tem-se que a cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia do Rio Grande pode vir a financiar um orçamento associado de R\$ 152,96 milhões por ano, na média, ao longo de dez anos. Esse montante pode ser visto como o limite superior para a arrecadação na bacia, incluindo todos os domínios (federal e estaduais).

A Figura 7 sintetiza a demanda total de recursos para a implantação do PIRH-Grande e seus orçamentos associados, assim como identifica a participação potencial dos recursos da cobrança nas demandas financeiras totais. Além disso, essa figura adiciona, aos orçamentos associados:

- (i) a participação da cobrança na cobertura de 72% do orçamento identificado pelo PIRH-Grande (apresentado no início do corrente item, equivalente a R\$ 15,92 milhões por ano ou 159,2 milhões em dez anos);
- (ii) a cobertura total da demanda de recursos financeiros da Entidade Delegatária (detalhada no capítulo 5, que é de aproximadamente R\$ 1,5 milhão por ano ou 15,0 milhões em dez anos).

Dessa forma, a Figura 7 antecipa a demanda máxima de recursos financeiros que podem vir a ser financiados pela cobrança pelo uso de recursos hídricos, de R\$ 170,54 milhões por ano, na média, ao longo de dez anos. Destaca-se que não cabe à cobrança, necessariamente, arrecadar todo esse montante - tópico que é discutido a seguir, com a composição dos cenários gradativos de cobrança.



**Figura 7: Relação entre a demanda total de recursos do PIRH-Grande e a participação potencial dos recursos da cobrança.**

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2021).

## Definição dos cenários e objetivos

O item anterior apresentou os valores que se fazem necessários para colocar à cabo a execução do PIRH-Grande, além dos orçamentos associados (agenda setorial), representados por cinco grandes atividades. Partindo de tais bases de valores, pode-se definir os cenários - passo fundamental na metodologia proposta para este estudo por ser a base de entrada para o teste dos mecanismos de cobrança.

Os cenários devem representar objetivos claros a serem perseguidos com a cobrança pelo uso de recursos hídricos para a solução dos problemas identificados, considerando:

- A complementariedade entre a cobrança de nível federal e as estaduais;
- A necessidade de se financiar, minimamente, os instrumentos de gestão dos recursos hídricos, que se espelham no orçamento do PIRH-Grande e de sua fração estimada para a cobrança;
- A adição, a posteriori, dos custos de criação e manutenção da Agência de Água, pois seu dimensionamento depende do resultado do próprio cenário;
- A compatibilidade da capacidade de pagamento dos usuários contemplando os objetivos e focos das intervenções (foco dos estudos econômicos que sequenciam o presente capítulo);
- O horizonte temporal de 10 (dez) anos para as intervenções prioritárias, que devem posteriormente estar estabelecidas nos Planos de Aplicação Plurianual (PAP).

Os cenários se estruturam a partir da precificação da cobrança com base nos efeitos de remediação, ou seja, tendo como meta o repasse de recursos dos setores usuários para o CBH para que esse possa realizar os investimentos necessários nas internalizações das externalidades geradas por aqueles. Claramente, além desse efeito compensatório também se espera que quanto maior a cobrança, mais intenso será o efeito incitativo. Este deve fazer com que os usuários busquem redução de desperdícios e formas de reduzir a dependência hídrica até o ponto em que o valor destinado à cobrança se iguale ao custo marginal de abatimento.

Na busca por cenários que vinculem com clareza os valores arrecadados com os objetivos explícitos e claros de gestão, tem-se o estabelecimento de cenários graduais em termos de intensidade: partindo do valor que se pode considerar como ideal para a execução dos orçamentos associados no âmbito dos rios da União até o valor mínimo que pressupõe o financiamento do componente de gestão de recursos hídricos do plano de bacia e os estudos prescritos no plano.

**O Cenário 1 - Foco nos rios Federais** traz a regionalização dos orçamentos descritos anteriormente com enfoque nos rios de domínio da União, supondo ser esse o primeiro e mais amplo objetivo da cobrança. Uma vez que vários dos orçamentos associados são calculados com base nas sedes municipais, como a universalização da coleta e tratamento de esgotos, foram consideradas aquelas que se localizam em municípios onde ocorrem rios de domínio da União.

Do total das demandas financeiras para levar a cabo, em toda a bacia, os orçamentos associados (ações derivadas de estudos do PIRH-Grande, a universalização da coleta e tratamento de esgotos, o controle de perdas na distribuição, a promoção do reúso da água na agricultura irrigada e o aporte de infraestrutura natural), 51% recaem sob os pressupostos do Cenário 1. Ou seja, do orçamento total de R\$ 9,18 bilhões, R\$ 4,71 bilhões se concentram em rios da União.

Conforme descrito anteriormente, a cobrança deve fornecer recursos para uma fração dessa demanda financeira, que varia de acordo com os pressupostos adotados para cada um dos componentes dos orçamentos associados. Aplicando-se para cada uma das atividades os pressupostos correspondentes, tem-se que a cobrança pode arcar com R\$ 896,54 milhões, ou seja, R\$ 89,65 milhões por ano na média de dez anos.

Somando-se a esse orçamento associado a necessidade de se cobrir, em quaisquer cenários, o valor de financiamento do PIRH-Grande (estimado em R\$ 15,92 milhões por ano), tem-se uma demanda financeira total de R\$ 105,57 milhões por ano no Cenário 1. Pressupõe-se que as ações derivadas de estudos do Plano sejam

integralmente cobertas por este cenário que traz as maiores demandas financeiras dentre os seis estabelecidos. Em relação ao total de recursos necessários para a bacia, de R\$ 940,39 milhões por ano, na média, o Cenário 1 cobre uma fração correspondente de 9,8% - além do financiamento dos instrumentos de gestão.

**O Cenário 2 - Foco nas priorizações específicas de cada investimento** apresenta um enfoque distinto do Cenário 1, pois não é mais regionalizado nas porções cobertas pelos rios da União, mas sim nas áreas de maior prioridade de ação conforme as especificidades de cada um dos orçamentos associados.

Para o orçamento associado em coleta e tratamento de esgotos, adotou-se como prioridade a promoção da universalização em municípios que não contam com ETE, pois são os locais geradores de cargas que não contam com tratamento. Para o controle de perdas na distribuição, considerou-se apenas os sistemas de abastecimento classificados como C e D pela matriz internacional de avaliação de perdas, nos quais os menores investimentos retornam os maiores volumes poupadados. Já para o reúso da água na agricultura irrigada, considerou-se apenas as situações nas quais o volume gerado representa ao menos 50% da demanda de irrigação no entorno das ETEs. Por fim, neste cenário de prioridades, o apporte de infraestrutura natural (promoção dos serviços ecossistêmicos) se dá apenas nos municípios onde ocorrem áreas identificadas pelo PIRH-Grande como prioritárias para pagamento por serviços ambientais (PSA), segundo os critérios elencados no plano.

Do total das demandas financeiras para levar a cabo, em toda a bacia, os orçamentos associados, 36,7% recaem sob os pressupostos do Cenário 2. Ou seja, do orçamento total de R\$ 9,18 bilhões, R\$ 3,37 bilhões se concentram em áreas priorizadas para cada uma das atividades elencadas. Aplicando-se para cada uma das atividades os pressupostos correspondentes da fração correspondente à cobrança, esta pode arcar com R\$ 558,04 milhões, ou seja, R\$ 55,80 milhões por ano na média de dez anos.

Somando-se a esse orçamento associado a necessidade de se cobrir, em quaisquer cenários, o valor de financiamento do PIRH-Grande (estimado em R\$ 15,92 milhões por ano), tem-se uma demanda financeira total de R\$ 71,72 milhões por ano no Cenário 2. Pressupõe-se que 80% das ações derivadas de estudos do Plano possam ser cobertas por este cenário, que traz demandas financeiras intensas, mas não tanto quanto no Cenário 1. Em relação ao total de recursos necessários para a bacia, de R\$ 940,39 milhões por ano, na média, o Cenário 2 cobre uma fração correspondente de 6,1% - além do financiamento dos instrumentos de gestão.

**O Cenário 3 - Foco nas áreas críticas em qualidade e quantidade**, apresenta um enfoque distinto dos cenários 1 e 2, pois não é mais regionalizado nas porções cobertas pelos rios de domínio da União, bem como não segue as prioridades de ação conforme as especificidades de cada uma das atividades (orçamentos associados): seu enfoque é nas áreas da bacia mais críticas em quantidade e qualidade de água. Essa criticidade é obtida pela leitura dos arquétipos desenvolvidos no PIRH-Grande, que representam a síntese atual e prospectiva de locais com comprometimento existente ou eminente em termos de balanço hídrico.

Para o orçamento associado em coleta e tratamento de esgotos, adotou-se como prioridade a promoção da universalização em municípios que se localizam em áreas críticas sob o aspecto qualitativo. Para o controle de perdas na distribuição, considerou-se os sistemas de abastecimento localizados em áreas críticas sob o aspecto quantitativo. Para o reúso da água na agricultura irrigada, também se considerou os investimentos em áreas críticas sob o aspecto quantitativo. Por fim, neste cenário, o apporte de infraestrutura natural se dá nos locais críticos tanto sob aspectos qualitativos como quantitativos, espelhando os benefícios multifacetados da promoção dos serviços ecossistêmicos hidrológicos.

Do total das demandas financeiras para levar a cabo, em toda a bacia, os orçamentos associados, 24,9% recaem sob os pressupostos do cenário 3. Ou seja, do

orçamento total de R\$ 9,18 bilhões, R\$ 2,28 bilhões se concentram em áreas críticas sob aspectos qualitativos e quantitativos, a depender de cada uma das atividades elencadas. Aplicando-se para cada uma das atividades os pressupostos correspondentes da fração correspondente à cobrança, esta pode arcar com R\$ 440,64 milhões, ou seja, R\$ 44,06 milhões por ano na média de dez anos.

Somando-se a esse orçamento associado a necessidade de se cobrir, em quaisquer cenários, o valor de financiamento do PIRH-Grande, tem-se uma demanda financeira total de R\$ 59,98 milhões por ano. Pressupõe-se que 60% das ações derivadas de estudos do Plano possam ser cobertas, trazendo demandas financeiras menos intensas que os cenários 1 e 2. Em relação ao total de recursos necessários para a bacia, de R\$ 940,39 milhões por ano, na média, o Cenário 3 cobre uma fração correspondente de 4,8% - além do financiamento dos instrumentos de gestão.

**O Cenário 4 - Foco nas áreas críticas em quantidade**, apresenta um objetivo mais restrito do que o do Cenário 3, pois não aborda o aspecto qualitativo. Essa diferenciação se alinha ao objetivo demonstrativo dos cenários em representar possibilidades de ação a partir de demandas arrecadatórias distintas: estas não apenas reduzem a necessidade financeira e, consequentemente, os valores pagos por cada usuário, mas na mesma medida reduzem as possibilidades de intervenção do CBH nas ações necessárias.

Nesse contexto, não são contemplados os orçamentos associados de coleta e tratamento de esgotos, pois estes atendem, primordialmente, aos aspectos qualitativos. Já para o controle de perdas na distribuição e para o reúso da água na agricultura irrigada, considerou-se no Cenário 4 a mesma priorização que o Cenário 3: investimentos em áreas críticas sob o aspecto quantitativo. Por fim, o aporte de infraestrutura natural se dá nos locais críticos apenas sob o aspecto quantitativo.

Do total das demandas financeiras para levar a cabo, em toda a bacia, os orçamentos associados, 15,1% recaem sob os pressupostos do Cenário 4. Ou seja, do

orçamento total de R\$ 9,18 bilhões, R\$ 1,39 bilhão se concentram em áreas críticas sob o aspecto quantitativo. Aplicando-se para cada uma das atividades os pressupostos correspondentes da fração correspondente à cobrança, esta pode arcar com R\$ 252,96 milhões, ou seja, R\$ 25,29 milhões por ano na média de dez anos.

Somando-se a esse orçamento associado a necessidade de se cobrir, em quaisquer cenários, o valor de financiamento do PIRH-Grande, tem-se uma demanda financeira total de R\$ 41,21 milhões por ano no Cenário 4. Pressupõe-se que 40% das ações derivadas de estudos do PIRH-Grande possam ser cobertas por este cenário, que traz demandas financeiras menos intensas que os outros cenários. Em relação ao total de recursos necessários para a bacia, de R\$ 940,39 milhões por ano, na média, o Cenário 4 cobre uma fração correspondente de 2,8% - além do financiamento dos instrumentos de gestão do PIRH-Grande.

**O Cenário 5 - Foco nas áreas críticas em qualidade** se assemelha ao Cenário 4, mas dessa vez a ênfase das ações se dá no aspecto qualitativo, deixando de abordar, então, o aspecto quantitativo. Nesse contexto, não são contemplados os orçamentos associados de controle de perdas na distribuição e de reúso da água na agricultura irrigada, pois estes atendem, primordialmente, aos aspectos quantitativos. Já para a promoção da universalização da coleta e tratamento de esgotos, considerou-se no Cenário 5 a mesma priorização que o Cenário 3: investimentos em áreas críticas sob o aspecto qualitativo. Por fim, o aporte de infraestrutura natural se dá nos locais críticos apenas sob o aspecto qualitativo.

Do total das demandas financeiras para levar a cabo, em toda a bacia, os orçamentos associados, 7,0% recaem sob os pressupostos do Cenário 5. Ou seja, do orçamento total de R\$ 9,18 bilhões, R\$ 0,64 bilhão se concentram em áreas críticas sob o aspecto qualitativo. Aplicando-se para cada uma das atividades os pressupostos correspondentes da fração correspondente à cobrança, esta pode arcar com R\$ 139,40 milhões, ou seja, R\$ 13,94 milhões por ano na média de dez anos.

Somando-se a esse orçamento associado a necessidade de se cobrir, em quaisquer cenários, o valor de financiamento do PIRH-Grande, tem-se uma demanda financeira total de R\$ 29,86 milhões por ano no Cenário 5. Pressupõe-se que 40% das ações derivadas de estudos do PIRH-Grande possam ser cobertas por este cenário, pois assim como no Cenário 4, este traz demandas financeiras menos intensas que nos cenários 1, 2 e 3. Em relação ao total de recursos necessários para a bacia, de R\$ 940,39 milhões por ano, na média, o Cenário 5 cobre uma fração correspondente de 1,5% - além do financiamento dos instrumentos de gestão do PIRH-Grande.

**O Cenário 6 - Sem recursos disponíveis para orçamentos associados** é autoexplicativo, pois apresenta a cobertura exclusiva da demanda financeira mínima para suportar o financiamento do PIRH-Grande, estimada em R\$ 15,92 milhões por ano. Nesse contexto, não há recursos disponíveis para orçamentos associados, tais como para as ações derivadas de estudos do PIRH-Grande, coleta e tratamento de esgotos, controle de perdas na distribuição, promoção do reúso da água na agricultura irrigada ou mesmo para a promoção do aporte de infraestrutura natural.

### *Síntese dos cenários e preços unitários básicos*

Os objetivos representados por cada um dos cenários relevam, por meio da priorização dos investimentos na agenda setorial, diferentes graus de ambição para a implementação do Plano de Bacia. Detalha-se na Tabela 11 a diferença entre cada um deles em relação aos objetivos e valores demandados por ano.

Tabela 11: Cenários e objetivos a serem financiados com recursos da cobrança.

Atividades e demandas financeiras (R\$, mil/ano)	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Manutenção do Comitê e Entidade Delegatária*	-	-	-	-	-	-
Instrumentos de gestão de RH (PIRH-Grande)	15.917	15.917	15.917	15.917	15.917	15.917
Ações derivadas de estudos do PIRH-Grande	10.580	8.464	6.348	4.232	4.232	0
Universalização da coleta e tratamento de esgotos	2.441	7.518	2.448	0	2.448	0
Controle de perdas na distribuição	2.575	1.809	518	518	0	0
Reúso da água na agricultura irrigada	23.495	13.887	10.624	10.624	0	0
Infraestrutura natural - serviços ecossistêmicos	50.564	24.126	24.126	9.922	7.261	0
<b>TOTAL</b>	<b>105.571</b>	<b>71.721</b>	<b>59.981</b>	<b>41.213</b>	<b>29.858</b>	<b>15.917</b>

\* A ser definida a posteriori - Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

O Cenário 1 demanda uma arrecadação 6,6 vezes maior do que o Cenário 6, mas consegue endereçar ~51% do orçamento necessário para o deslanchar da agenda setorial em toda a bacia; já no Cenário 6, não há previsão de recursos para essa agenda setorial, com as ações estritamente restritas ao previsto pelo PIRH-Grande para a implementação dos instrumentos de gestão e ao fortalecimento institucional SINGREH. A medida entre estes dois cenários extremos é o grau de protagonismo que o Comitê de bacia do Rio Grande almeja na condução de sua realidade para assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões adequados aos respectivos usos.

Os seis cenários pressupõem que haja capacidade de pagamento suficiente por parte dos usuários dos recursos hídricos para suportar os valores prescritos em cada situação. Essa capacidade de pagamento varia de usuário para usuário, mas tem como ponto de partida o preço unitário básico (PUB) - divisão entre o valor anual médio de recursos financeiros demandados em cada cenário e o volume outorgado em

captações em rios da União. Esse volume é de 1,81 bilhão de m<sup>3</sup> por ano, e caso cada mil litros captados sejam cobrados de forma linear, os preços unitários básicos iriam de R\$ 0,0583 (Cenário 1) até R\$ 0,0088 (Cenário 6).

## 5. CENÁRIOS FINAIS, VALORES-OBJETIVO E BENEFÍCIOS POTENCIAIS

Conforme abordado no capítulo antecedente, os objetivos representados por cada um dos seis cenários elaborados para a cobrança nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande relevam, por meio da priorização dos investimentos na agenda setorial, diferentes graus de ambição para a implementação do plano de bacia. Importante destacar que a cobrança pelo uso de recursos hídricos é de responsabilidade dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs).

O presente capítulo apresenta, além da estimativa de custeio da entidade delegatária, uma quantificação e valoração econômica dos benefícios que são potencialmente gerados pela implementação da cobrança e da obtenção dos recursos necessários para a viabilização e o fomento da Agenda Setorial. Afinal, essa agenda, que objetiva endereçar problemas identificados na bacia, resulta na promoção de benefícios para todos os seus usuários, haja vista que a hidrogeografia conecta a todos desse vasto território. Pequenos efeitos difusos, quando somados, podem resultar em alterações significativas para o conjunto. Os benefícios potencialmente gerados para a sociedade são expressivos e abrangentes.

### *Estimativa de custeio da Entidade Delegatária*

A demanda financeira para manutenção do comitê de bacia hidrográfica e da entidade delegatária tem seu custeio condicionado ao número de projetos desenvolvidos, por grau de complexidade e por existência ou não de apoio de empresas gerenciadoras de projetos. Com a definição dos cenários, foi possível aplicar ferramenta de apoio a ANA na estimativa dos valores<sup>8</sup>, de forma a compor, assim, o

<sup>8</sup> Relatórios disponíveis em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/agencias-de-agua/agencias-de-agua>, no portal 'Estimativa de custeio'.

orçamento finalístico que cada cenário almeja obter, incluindo o custeio necessário ao funcionamento de uma entidade delegatária. Para subsidiar a aplicação da ferramenta no contexto da cobrança nos rios de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, compilou-se o número de projetos médios, por ano, estimados para cada um dos cenários<sup>9</sup>.

*Tabela 12: Estimativa de projetos para dimensionamento da Entidade Delegatária.*

Quantidade de projetos estimados por ano*	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Instrumentos de gestão de RH (PIRH-Grande)	1	1	1	1	1	1
Ações derivadas de estudos do PIRH-Grande	2	2	1	1	1	0
Universalização da coleta e tratamento de esgotos	6	16	4	0	4	0
Controle de perdas na distribuição	5	10	1	1	0	0
Reúso da água na agricultura irrigada	18	8	5	5	0	0
Infraestrutura natural - serviços ecossistêmicos	10	7	7	5	5	0
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>44</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>1</b>

\* Média anual do período de 10 anos, com valores arredondados à unidade.

A Tabela 13 (abaixo) resume a estimativa de custeio para uma ED Grande a partir do quantitativo de projetos acima listados e as considerações nele descritas. Os valores apostos são referentes ao atendimento exclusivo ao CBH Grande, sem escritórios descentralizados na bacia. Os valores de saída do modelo foram acrescidos de 24% para correção da inflação medida pelo IPCA no período entre 2018 e 2021. A Tabela 13 também apresenta os valores para uma ED instalada no Estado de Minas Gerais

---

<sup>9</sup> Considerou-se que um projeto ocorre quando o orçamento associado indica a necessidade da ação correspondente no município. Para os instrumentos de gestão de recursos hídricos do PIRH-Grande, considerou-se o resultado da média em 10 anos dos 10 estudos listados no Programa “Instrumentos de gestão dos recursos hídricos” do Plano. Já para o segundo item, que são as ações derivadas de estudos do Plano, considerou-se o resultado da média em 10 anos dos 15 estudos do componente estratégico de conservação dos recursos hídricos recomendados pelo PIRH-Grande que poderão gerar ações derivadas.

(local do escritório de apoio atual) quanto para eventual deslocamento da ED para o Estado de São Paulo, que acresceria cerca de 30% ao custeio.

Na simulação com gerenciamento interno, onde a ED não contrata gerenciadora de projeto, observa-se uma equivalência de custos caso a quantidade de projetos anuais não seja grande; já a partir do momento que a quantidade de projetos aumenta, torna-se menos custosa a contratação de gerenciamento: a diferença no Cenário 2 (que apresenta a maior quantidade de projetos) da opção de gerenciamento interno para aquela por terceiros chega a ser de 12%.

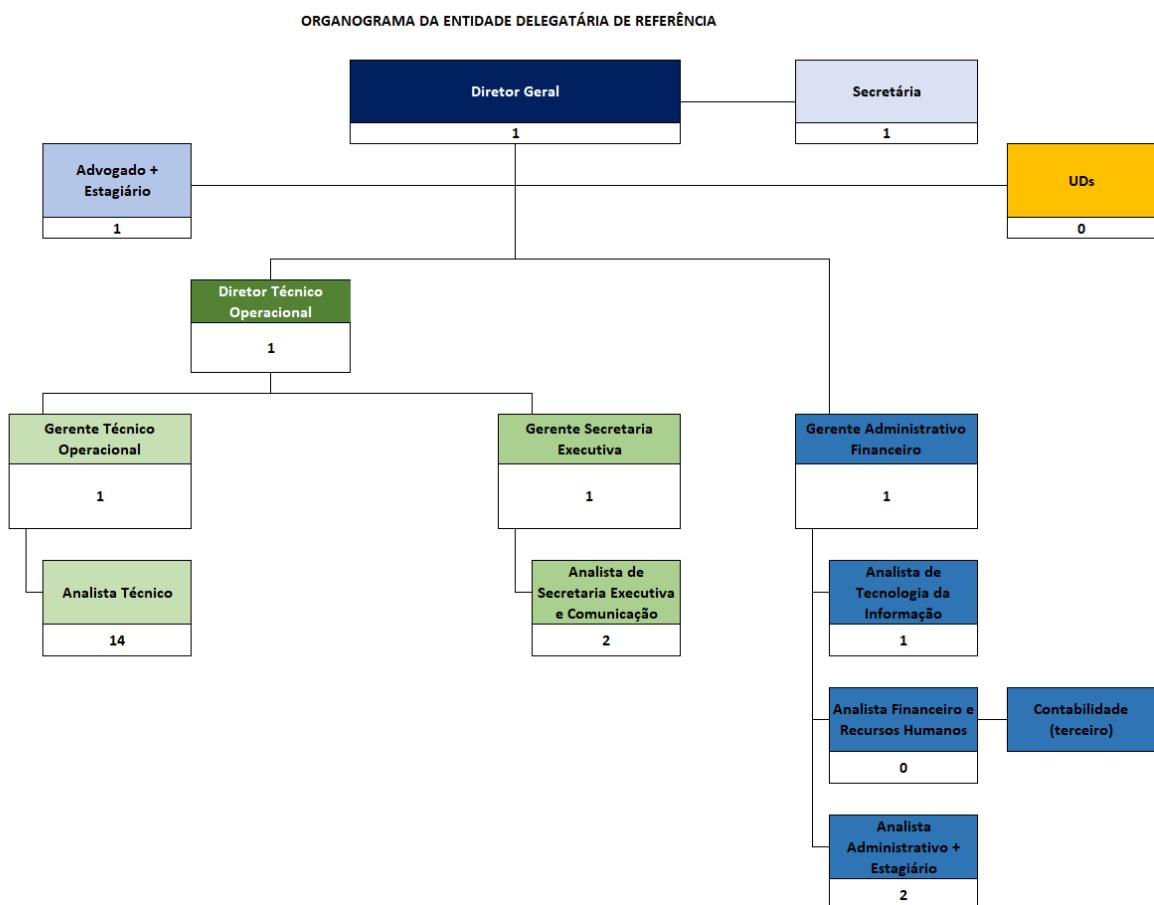
*Tabela 13: Estimativa de custeio da Entidade Delegatária Grande (R\$).*

Cenário	Qtde. de projetos	Gerenciamento Interno MG	Gerenciamento Interno SP	Gerenciamento por Terceiros MG
1	42	1.655.111	2.283.228	1.482.792
2	44	1.662.035	2.290.152	1.482.792
3	19	1.489.716	2.117.834	1.468.943
4	13	1.482.792	2.110.909	1.462.019
5	11	1.482.792	2.110.909	1.462.019
6	1	1.455.095	2.083.212	1.455.095

Fonte: ANA, com base na quantidade de projetos estimada pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Nota-se que há um ganho de escala significativo em relação ao custeio por projeto, uma vez que as variações de valor a maior, a partir do gerenciamento de uma quantidade maior de projetos, não são tão significativas. Considerando-se os valores de gerenciamento interno em Minas Gerais como referência, tem-se que o custeio médio por projeto no Cenário 5 é de R\$ 135 mil por ano, enquanto no Cenário 2 esse valor unitário cai para apenas R\$ 37,8 mil. Isso representa, sob outra ótica, a rigidez da estrutura mínima necessária para que se tenha a Entidade Delegatária em pleno funcionamento, independente da quantidade de projetos que sejam administrados por ano.

A Figura 8 apresenta o organograma da entidade delegatária para o cenário 2, que é aquele que traz a maior quantidade de projetos. A estrutura mínima que é demandada pela ED não varia grandemente entre os cenários: no Cenário 1, que prevê a execução de 42 projetos por ano (na média), são 13 analistas técnicos; já no Cenário 5, que ilustra a expectativa de se terem 11 projetos anuais, são necessários 5 analistas.



**Figura 8: Organograma da Entidade Delegatária de Referência do Cenário 2**  
Elaborado por ANA (2021).

### Valores-Objetivos por cenário

Para fins de simulação da cobrança nos corpos d'água de domínio da União da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, adotou-se como base de custeio para a Entidade Delegatária a manutenção da sede do comitê em Minas Gerais e a condução dos trabalhos com gerenciamento interno. Ao se adicionar estas estimativas de custeio às

demais atividades e demandas financeiras, os cenários passam a ter seus orçamentos finalísticos determinados, como se coloca na Tabela 14.

*Tabela 14: Cenários e objetivos a serem financiados com recursos da cobrança.*

Atividades e demandas financeiras (R\$, mil/ano)	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Manutenção do Comitê e Entidade Delegatária	1.655	1.662	1.490	1.483	1.483	1.455
Instrumentos de gestão de RH (PIRH-Grande)	15.917	15.917	15.917	15.917	15.917	15.917
Ações derivadas de estudos do PIRH-Grande	10.580	8.464	6.348	4.232	4.232	0
Universalização da coleta e tratamento de esgotos	2.441	7.518	2.448	0	2.448	0
Controle de perdas na distribuição	2.575	1.809	518	518	0	0
Reúso da água na agricultura irrigada	23.495	13.887	10.624	10.624	0	0
Infraestrutura natural - serviços ecossistêmicos	50.564	24.126	24.126	9.922	7.261	0
<b>TOTAL</b>	<b>107.226</b>	<b>73.383</b>	<b>61.471</b>	<b>42.696</b>	<b>31.341</b>	<b>17.372</b>
<b>Preço unitário básico*</b> (R\$/m <sup>3</sup> captado)	<b>0,0592</b>	<b>0,0405</b>	<b>0,0339</b>	<b>0,0236</b>	<b>0,0173</b>	<b>0,0096</b>

\* Resultado da divisão entre o valor anual médio e o volume outorgado em captações em rios da União.

Os seis cenários são compatíveis com a capacidade de pagamento por parte dos usuários dos recursos hídricos, embora varie de usuário para usuário. O ponto de partida, no entanto, é comum: trata-se do **preço unitário básico** (PUB) - divisão entre o valor anual médio de recursos financeiros demandados em cada cenário e o volume outorgado em captações sob domínio da União (de 1,81 bilhão de m<sup>3</sup> por ano). Caso cada mil litros captados sejam cobrados de forma linear, os preços unitários básicos iriam de R\$ 0,0592 (Cenário 1) até R\$ 0,0096 (Cenário 6). A Figura 9 sintetiza os cenários graduais em ambição e correspondente nível de cobrança, considerando o ciclo de 10 anos.

## CENÁRIOS GRADUAIS EM AMBição E CORRESPONDENTE NÍVEL DE COBRANÇA E ARRECADAÇÃO, CONSIDERANDO CICLO DE 10 ANOS

	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3	CENÁRIO 4	CENÁRIO 5	CENÁRIO 6
	FOCO NOS RIOS FEDERAIS	PRIORIZAÇÕES ESPECÍFICAS DE CADA AGENDA	FOCO EM ÁREAS CRÍTICAS EM QUALIDADE E QUANTIDADE	FOCO EM ÁREAS CRÍTICAS EM QUANTIDADE	FOCO EM ÁREAS CRÍTICAS EM QUALIDADE	APENAS GESTÃO
GESTÃO (SINGREH)	Cobertura de 100% do orçamento alocado à cobrança	R\$15,92 milhões/ano	Cobertura de 100% do orçamento alocado à cobrança	R\$15,92 milhões/ano	Cobertura de 100% do orçamento alocado à cobrança	R\$15,92 milhões/ano
APOIO E MANUTENÇÃO DO COMITÉ DE BACIA	~R\$1,66 milhão/ano	~R\$1,66 milhão/ano	~R\$1,49 milhão/ano	~R\$1,48 milhão/ano	~R\$1,48 milhão/ano	~
MANUTENÇÃO DA ENTIDADE DELEGATÁRIA	Cobertura de 100% da necessidade da ED	~R\$10,60 milhões/ano	Cobertura parcial (80%)	~R\$8,46 milhões/ano	Cobertura parcial (60%)	~R\$6,35 milhões/ano
AÇÕES DERIVADAS DO PIRH -GRANDE	Cobertura integral (100%)	~R\$2,44 milhões/ano	Municípios sem ETE	~R\$7,52 milhões/ano	Áreas críticas sob aspecto qualitativo	~R\$2,45 milhões/ano
UNIVERSALIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO	~R\$2,58 milhões/ano	Municípios com maiores perdas	~R\$1,81 milhões/ano	Não contemplado no cenário	R\$0	Áreas críticas sob aspecto qualitativo
CONTROLE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	~R\$23,50 milhões/ano	Capacidade de cobrir ≥50% das demandas de irrigação	~R\$13,89 milhões/ano	Áreas críticas sob aspecto quantitativo	~R\$0,52 milhões/ano	~R\$2,45 milhões/ano
REÚSO DE ÁGUA NA AGRICULTURA IRRIGADA	~R\$50,56 milhões/ano	Áreas críticas sob aspecto qual-quantitativo	~R\$24,13 milhões/ano	Áreas críticas sob aspecto quantitativo	~R\$10,62 milhões/ano	Não contemplado no cenário
SERVIÇOS ECOSISTÉMICOS	TOTAL: R\$107,23 MILHÕES/ANO	TOTAL: R\$73,38 MILHÕES/ANO	TOTAL: R\$61,47 MILHÕES/ANO	TOTAL: R\$42,70 MILHÕES/ANO	TOTAL: R\$31,34 MILHÕES/ANO	TOTAL: R\$17,37 MILHÕES/ANO

**Figura 9: Cenários graduais em ambição e correspondente nível de cobrança e arrecadação.**

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2021).

## *Benefícios potenciais gerados pela Agenda Setorial nos cenários de cobrança*

A partir do levantamento dos valores-objetivo de cada cenário de cobrança e do estabelecimento do nexo destes com as ações que o Comitê de Bacias pode promover no fomento e viabilização da Agenda Setorial, é possível traçar considerações acerca dos benefícios que deverão ser obtidos pela sociedade, contrastando os resultados por cenários e qualificando a demonstração dos efeitos esperados na bacia provenientes de sua implementação. Os benefícios são demonstrados pelo atingimento potencial dos objetivos da Agenda Setorial do PIRH-Grande, e variam de acordo com os cenários, que embutem os diferentes graus de ambição que podem ser perseguidos pelo Comitê de Bacia. O intuito da valoração é revelar a ordem de grandeza dos ganhos societários (circunscritos à bacia do Rio Grande) que se espera obter pela execução dos orçamentos associados ao Plano de Bacia.

Primeiramente, destacam-se os benefícios físicos: tem-se desde a melhoria da qualidade da água até a economia de volumes captados que passam, portanto, a estarem liberados para outros usos concorrentes (Tabela 15).

*Tabela 15: Benefício anual físico potencialmente gerado em cada cenário.*

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Carga de DBO abatida (ton/ano) <sup>1</sup>	7.719	22.678	8.149	0	8.149	0
Volume economizado (m <sup>3</sup> /ano, mil) <sup>2</sup>	25.309	63.406	6.821	6.821	0	0
Volume de reúso (m <sup>3</sup> /ano, mil) <sup>3</sup>	132.742	56.558	44.611	44.611	0	0
Variação promovida na exportação de sedimentos aos corpos d'água (mil t/a) <sup>4</sup>	-30,28	-14,45	-14,45	-5,94	-4,35	0
Variação promovida na exportação de sedimentos na paisagem (mil t/a) <sup>4</sup>	-5.134	-2.450	-2.450	-1.008	-737	0

Notas: **1)** Considerou-se o abatimento de 80% das cargas geradas que passam, com os cenários de cobrança, a ter coleta e tratamento. **2)** Considerou-se que os municípios investidos na redução de perdas atingiriam uma categoria superior de desempenho, de acordo com a matriz de avaliação de perdas da IWA: caso a categoria do município seja D (450 L/lig.dia de perdas), passa a ser, com o investimento, categoria C (250 L/lig.dia de perdas), economizando no processo 200 litros por dia por ligação. A partir do conhecimento da quantidade de ligações, é possível calcular o volume teórico de economia. **3)** O dimensionamento se faz possível com base nos próprios pressupostos que deram origem ao dimensionamento do custeio da promoção do reúso, que compara as vazões das estações de tratamento de esgotos com as interferências de irrigação localizadas nas proximidades (distância média de 8,5 km). **4)** Realizou-se modelagem do comportamento hidrossedimentológico da bacia com base no modelo *Sediment Delivery Ratio* da plataforma *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* (InVEST). Dada a complexidade da aplicação de tal modelo, seu roteiro metodológico de aplicação se detalha como apêndice do relatório consolidado. Simplificadamente, foram realizadas duas diferentes rodadas do modelo, sendo os resultados apresentados oriundos da diferença entre estes cenários. O primeiro teve como entrada o uso do solo atual (que contempla um déficit de APP equivalente a 57% destas áreas); o segundo teve um uso do solo hipotético que contempla a recuperação das APPs em áreas prioritárias para a produção de sedimentos (303,76 mil hectares).

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

O abatimento de carga de DBO promovido pela universalização da coleta e tratamento de efluentes chega a representar, no Cenário 2, pouco mais que o dobro de toda carga lançada com outorga (que é de 11,04 mil ton/ano). Para outra importante referência, tem-se pelo PIRH-Grande uma estimativa de geração total de 141,41 mil ton/ano de DBO, sobre a qual a promoção dos benefícios do Cenário 2 representaria uma significativa fração de 16%.

Os orçamentos associados de controle de perdas na distribuição de água e de reúso de efluentes na agricultura irrigada, além de promoverem a segurança hídrica para o importante setor de irrigação, que passaria a contar com um “manancial” garantido, promovem a economia de um volume muito significativo de água. Deixar-se-ia de captar, no Cenário 2, um total de 119,96 mil m<sup>3</sup> por ano, o que equivale a 6,6% do volume de captação total outorgado nos rios interestaduais da bacia.

Já o orçamento associado de infraestrutura natural, que promove a restauração florestal de áreas de preservação permanente e áreas estratégicas para retenção de sedimentos, gera serviços ecossistêmicos que beneficiam diretamente os usuários dos recursos hídricos (para além do cumprimento da legislação ambiental), sejam os prestadores do serviço de abastecimento de água, sejam os agricultores, as indústrias ou mesmo as usinas de geração de energia elétrica, que passam a contar com reservatórios menos assoreados. A Tabela 16 apresenta a somatória dos benefícios.

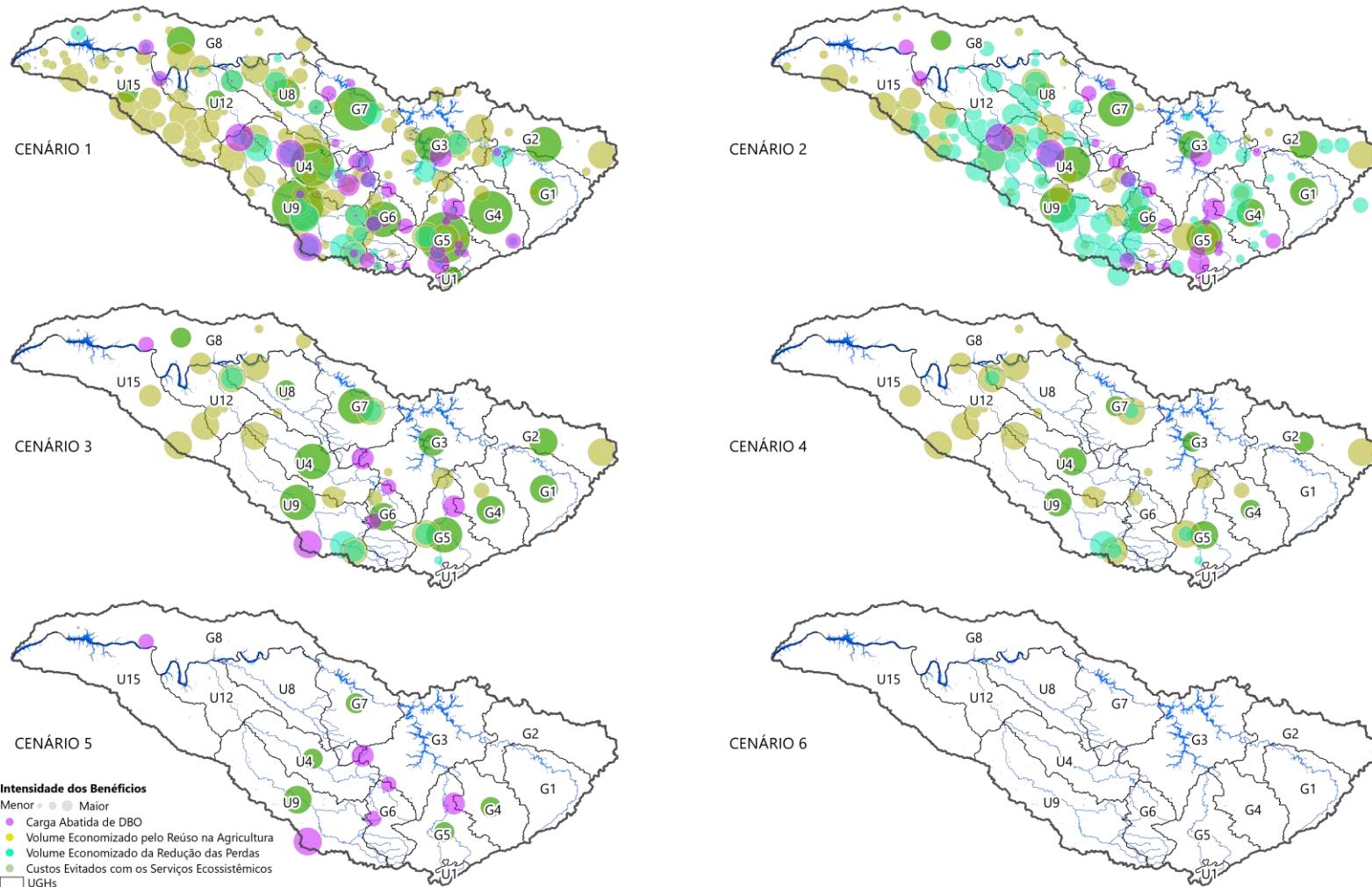
Tabela 16: Benefício anual econômico potencialmente gerado em cada cenário.

(R\$, mil)	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Benefício da universalização da coleta e tratamento de esgotos <sup>1</sup>	91.983	276.961	88.801	0	88.801	0
Benefício do controle de perdas de água na distribuição <sup>2</sup>	55.053	137.927	14.838	14.838	0	0
Benefício da promoção do reúso de efluentes na agric. irrigada <sup>3</sup>	319.762	136.242	107.464	107.464	0	0
Infra. Natural: benefício da redução dos custos de tratamento de água <sup>4</sup>	59.559	28.418	28.418	11.688	8.552	0
Infra. Natural: benefício do custo evitado de dragagem por menor assoreamento <sup>5</sup>	7.172	3.422	3.422	1.407	1.030	0
Infra. Natural: benefício do custo evitado de reposição de nutrientes <sup>6</sup>	63.308	30.207	30.207	12.423	9.091	0
<b>Benefício total promovido pela cobrança</b>	<b>596.837</b>	<b>613.177</b>	<b>273.150</b>	<b>147.821</b>	<b>107.473</b>	<b>0</b>

Notas: **1)** Valoração pela disposição a pagar (DAP) pelos serviços de coleta e tratamento de esgoto obtido via proxy de estudo em São Paulo para despoluição do rio Tietê, de R\$ 38,66 por domicílio beneficiado por mês, a valores de 2021 (BID, 2018). **2)** Utilizou-se como proxy o valor de indução da água na geração de valor econômico do setor de saneamento (R\$ 2,18/m<sup>3</sup>, valor que representa quantos reais de valor de produção econômica são gerados por metro cúbico usado de água pelo setor em sua atuação na bacia do Rio Grande). **3)** Utilizou-se como proxy o valor de indução econômica da água, expressa pela sua relação de insumo na geração de valor adicionado bruto médio ponderado do setor de agricultura irrigada, calculada na bacia do Rio Grande, de R\$ 2,41/m<sup>3</sup>). **4)** Aplicação das relações trazidas em Price e Heberling (2018) e aplicação nos custos de tratamento na bacia por meio do produto entre dois indicadores do SNIS: despesa total com os serviços por m<sup>3</sup> faturado (IN003) e volume de água consumido (AG010). **5)** Valor da dragagem pelo SICRO/DNIT nos estados de São Paulo e de Minas Gerais (R\$ 710,52/m<sup>3</sup> dragado) e taxa de decantação de sedimentos em suspensão de 50%, a partir de Sousa Junior (2011). **6)** Estimativa de perda laminar de solo e correspondentes nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) em Pereira, Tôsto e Romeiro (2019) no município de Araras (UGRHI 09); cotações de mercado para o valor de fertilizantes; e suposição de que a taxa de redução de perda de sedimentos na paisagem como um todo se replique nas áreas agrícolas com base em proporção linear destas, desvendadas por sua vez por geoprocessamento.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

O mapa da Figura 10 espacializa a dimensão do valor dos benefícios nos seis cenários definidos.



**Figura 10: Espacialização da valoração dos benefícios econômicos potenciais nos diferentes cenários.**

Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2021).

## 6. RELAÇÕES ECONÔMICAS DO USO DA ÁGUA

O estabelecimento de mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos requer a alocação e otimização de preços unitários entre as atividades econômicas usuárias das águas de domínio da União na bacia do Rio Grande, de forma a balancear os objetivos duplos da cobrança de: (i) sinalizar o valor econômico do recurso hídrico e sua escassez; e (ii) viabilizar a gestão da bacia hidrográfica por meio do efeito arrecadatório.

Afinal, dada a limitação do recurso natural em uma dada UGH, qual usuário detém capacidade de realizar a arrecadação de maior preço unitário, de forma a prejudicar ao mínimo sua própria atividade econômica (captura de uma fração do excedente do produtor) e permitir que outro usuário de menor capacidade de pagamento mantenha sua produção, mas também seja instigado a contribuir com a cobrança? Para endereçar estas questões, deve-se conhecer as relações econômicas do uso da água.

O objetivo dessa seção, portanto, é explorar a geração de valor e eficiência hídrica associados ao uso da água. Para isso, primeiramente se realiza a associação entre as interferências outorgadas e as atividades econômicas subjacentes, permitindo derivar cruzamentos com outras bases de dados e informações de cunho econômico.

O item seguinte traz a contextualização dos valores econômicos envolvidos com os principais usos dos recursos hídricos com base nas interferências outorgadas de captação nos rios de domínio da União e a classificação de atividades econômicas usuárias pela classe de atividade da CNAE, permitindo compor um rol de informações que servirá de insumo para as demais etapas de trabalho.

O ponto de partida é a identificação dos volumes de recursos hídricos superficiais captados ( $m^3/ano$ ) para cada uma das 16 principais atividades econômicas usuárias,

para as quais é realizada a estimativa de dois importantes aspectos da relação econômica com os recursos hídricos:

- O excedente do produtor, tratado aqui pelo termo **disposição a pagar máxima** (DAP) pela água como um insumo de produção. É calculada pelo excedente operacional bruto da atividade econômica, líquido de custos dos bens ou serviços produzidos. A medida é comumente utilizada para inferir o limite superior de valor de recursos ambientais, pois representa a capacidade máxima de pagamento que um determinado setor pode comprometer com a remuneração aos ativos não produzidos. Em seu limite, indica o ponto de indiferença entre desempenhar ou não a atividade econômica, fato pelo qual se deve trabalhar apenas com bastante inferiores a 100% nas simulações de cobrança. Em termos práticos, essa medida representa a diferença entre o valor da produção e seus custos totais, excedente que inclui, portanto, o retorno econômico a qualquer ativo não produzido e/ou remunerado, incluindo não apenas a água, mas também outros fatores como a marca, recursos de marketing e retorno a ativos não contabilizados; e
- A **eficiência hídrica de uso da água** espelha a razão entre o valor adicionado bruto de uma atividade econômica e o volume de água usado pela mesma. O resultado representa, portanto, quantos reais de valor de produção econômica são gerados por metro cúbico usado de água, demonstrando assim a indução econômica da água.

Nota-se que os cálculos ora realizados tomaram como base as interferências outorgadas, que não necessariamente equivalem as retiradas efetivas. As outorgas tendem a superar os volumes efetivamente captados, pois embutem algum grau de segurança e/ou de reserva de mercado.

Já o terceiro item apresenta as reduções potenciais de uso dos recursos hídricos com base no estabelecimento da cobrança, utilizando-se para tanto dos resultados dos itens precedentes. Os dados desvendados neste capítulo são, então, insumo para o modelo econômico apresentado no próximo capítulo (7).

## *Associação de outorgas e atividades econômicas*

O capítulo 1 apresentou os usuários dos recursos hídricos nos cursos d'água de interesse, permitindo conhecer suas localizações, quantidade de interferências e volumes de uso. Estes usuários devem ser agregados, então, em categorias potenciais para a cobrança, ou seja, grupos de uso que possam ter preços unitários iguais.

Um passo importante para o conhecimento dos setores usuários de recursos hídricos é a associação das outorgas dos direitos de uso de recursos de domínio da União às atividades econômicas realizadas. Utilizou-se, para tanto, a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), que está estruturada em cinco níveis hierárquicos de interesse, quais sejam: seção (21 atividades), divisão (87 atividades), grupo (285 atividades), classe (673 atividades) e subclasse (definido para uso da Administração Pública).

O resultado da leitura das categorias de interferências é apresentado na Tabela 17, que traz as vinte principais atividades econômicas usuárias por suas classes do IBGE para a captação de água nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande. A atividade que mais demanda água é a de Cultivo de cana-de-açúcar (15,9% do total), seguido da atividade de Captação, tratamento e distribuição de água (13,8%) e da atividade de Fabricação de açúcar em bruto (12,4%). Uma vez que há um vínculo claro entre o cultivo de cana-de-açúcar e a atividade de fabricação de açúcar em bruto, nota-se que é a atividade que representa, sozinha, 28,3% da retirada das águas. Os cultivos de cereais (preponderantemente milho), outros da lavoura temporária, café e laranja representam também atividades econômicas de alta relevância.

Tabela 17: Vinte principais classes de atividade econômica usuária para captação.

Atividade econômica usuária, seguindo a nomenclatura das classes da CNAE/IBGE	Volume (m <sup>3</sup> /ano)	Outorgas	% cumulativa
Cultivo de cana-de-açúcar	288.593.291	167	15,9%
Captação, tratamento e distribuição de água	249.610.719	125	29,7%
Fabricação de açúcar em bruto	224.956.782	53	42,1%
Cultivo de cereais	171.884.716	211	51,6%
Cultivo de plantas de lavoura temporária não especif. ant.	168.821.614	439	60,9%
Cultivo de café	142.654.258	234	68,8%
Cultivo de laranja	103.179.297	52	74,5%
<i>null -&gt; irrigação sem identificação da atividade*</i>	69.800.925	149	78,4%
Fabricação de papel	53.753.520	4	81,3%
Horticultura	47.984.920	139	84,0%
Cultivo de frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva	43.154.534	84	86,3%
Cultivo de soja	41.667.572	47	88,6%
Extração de pedra, areia e argila	30.526.008	424	90,3%
<i>Consumo humano sem ser companhias de abastecimento</i>	25.732.403	144	91,8%
Aquicultura em água doce	23.233.797	52	93,0%
Geração de energia elétrica	23.093.432	8	94,3%
Fabricação de produtos alimentícios não especif. ant.	16.441.757	7	95,2%
Fabricação de intermediários para fertilizantes	13.140.000	1	95,9%
<i>Interferências do tipo "Outros" *</i>	12.253.813	141	96,6%
Fabricação de álcool	9.417.820	2	97,1%

\* Das 149 interferências sem classe de atividade econômica identificada, 148 são de irrigação. A somatória das interferências do tipo "Outros" representa 0,7% do volume captado total, com 141 outorgas.

A Tabela 18 identifica as vinte maiores atividades econômicas quanto ao lançamento (em volume por ano). Nota-se que há preponderância da atividade de Gestão de redes de esgoto, onde se enquadram os serviços de saneamento básico das companhias (prestadores) de saneamento, muitas das quais contam com estações de tratamento de esgotos. A segunda atividade econômica que mais lança efluentes é a de Fabricação de açúcar em bruto. A atividade de Fabricação de papel também desonta como relevante.

Tabela 18: Vinte principais classes de atividade econômica usuária para lançamento.

Atividade econômica usuária, seguindo a nomenclatura das classes da CNAE/IBGE	Volume (m <sup>3</sup> /ano)	Outorgas	% cumulativa
Gestão de redes de esgoto	124.081.815	54	28,9%
Fabricação de açúcar em bruto	96.679.312	10	51,4%
Fabricação de papel	90.035.280	4	72,4%
<i>Interferências do tipo "Outros" *</i>	64.772.314	71	87,5%
Aquicultura em água doce	15.692.002	24	91,1%
Fabricação de intermediários para fertilizantes	10.512.000	1	93,6%
Fabricação de produtos de minerais não metálicos não especificados anteriormente	7.732.800	1	95,4%
Condomínios prediais	3.162.276	25	96,1%
Moagem e fabricação de pr. de origem vegetal não especificados anteriormente	3.066.000	1	96,8%
Abate de suíños, aves e outros pequenos animais	2.717.568	6	97,4%
Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	1.752.000	1	97,8%
Metalurgia do alumínio e suas ligas	1.559.280	1	98,2%
Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente	1.051.200	1	98,5%
Fabricação de adubos e fertilizantes	814.680	1	98,6%
Abate de reses, exceto suíños	765.641	6	98,8%
Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	698.610	1	99,0%
Preparação do leite	613.200	1	99,1%
Fabricação de especiarias, molhos, temperos e condimentos	525.600	1	99,3%
Extração de pedra, areia e argila	499.547	11	99,4%
Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	384.310	5	99,5%

\* Um único usuário das interferências do tipo "Outros" representa 68% do volume lançado total desse grupo.

### Estimativas de DAP e de eficiência hídrica para as atividades econômicas usuárias

**Atividade de abastecimento humano:** Com base no Contas Econômicas Ambientais da Água (ANA e IBGE, 2020), a eficiência do uso da água pela atividade de "água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação" (nível de atividade econômica mais desagregado do estudo), que inclui o setor de saneamento básico, é

de R\$ 0,86/m<sup>3</sup> na região Sudeste. Caso esse parâmetro seja multiplicado pelo volume de captação da atividade econômica usuária de “captação, tratamento e distribuição de água” (249 milhões de m<sup>3</sup>) dos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande, tem-se uma estimativa de R\$ 215 milhões em valor agregado bruto gerado pelo uso do recurso hídrico.

Com base na mesma publicação (ANA e IBGE, 2020), o coeficiente de eficiência no consumo da água, por este mesmo setor, é de R\$ 17,32/m<sup>3</sup> na região Sudeste, o que resulta na geração de um valor econômico de R\$ 4.324 milhões na bacia. Essa significativa diferença se justifica pelo fato de que o insumo água é intermediário no valor agregado da economia, sendo que da água os mais altos valores unitários se obtêm nas atividades terciárias. O setor de saneamento, nesse sentido, entrega um recurso precioso para a geração de valor econômico pelas demais atividades, pois a razão dos valores gerados pelo consumo/uso é de 20 vezes.

Com base no volume outorgado para captação dessa atividade específica, pode-se utilizar dos dados do SNIS para inferir o faturamento da atividade que utiliza das águas superficiais da União na bacia do Rio Grande: com base na proporção entre o volume de água consumido (AG010) e o volume total produzido (AG006), pode-se multiplicar a tarifa média (IN005) para obter o faturamento estimado das outorgas, que totaliza R\$ 542,98 milhões, conforme Tabela 19. Outra estimativa possível é a das despesas totais, ressalvando-se tratar de indicador (IN003) que captura o total dos serviços prestados por m<sup>3</sup> faturado, incluindo a operação de esgotamento sanitário.

*Tabela 19: Estimação do faturamento e despesas totais (incluindo esgotos) na atividade de captação, tratamento e distribuição de águas.*

Volume Captado (m <sup>3</sup> , mil)	Faturamento Estimado (R\$, mil)	Tarifa Média de Água (R\$/m <sup>3</sup> )	Despesas Totais com os Serviços* (R\$, mil)
<b>249.611</b>	<b>542.975</b>	<b>2,18</b>	<b>461.335</b>

\* As despesas totais incluem os serviços de esgotamento sanitário.

A diferença entre o faturamento estimado com água e as despesas totais (incluindo esgotos) é da ordem de R\$ 81,64 milhões. Esse valor representa a diferença entre o valor da produção e seus custos totais, excedente que pode ser dividido pelo volume total captado para produzir a métrica de disposição a pagar, cujo resultado é de R\$ 0,33/m<sup>3</sup>.

No mesmo âmbito da contabilização integrativa de dados econômicos, ambientais e sociais em uma única estrutura estatística (Contas Econômicas Ambientais), o IBGE publicou a "Valoração do serviço do ecossistema de provisão de água azul" (IBGE, 2021). A água azul é tida como a água bruta, ou seja, aquela disponível para captação nos corpos hídricos superficiais e reservas subterrâneas das quais captam os usuários diretos.

De acordo com IBGE (2021), o m<sup>3</sup>/ano de água captada pela atividade econômica de Captação, tratamento e distribuição de água, no Brasil, tem o potencial de ser remunerado em R\$ 0,33 por parte deste setor (média, entre 2013 e 2017). Trata-se do valor equivalente à renda do recurso ambiental obtido pela atividade econômica, e deve apresentar variações de bacia para bacia, sendo um parâmetro nacional. O conceito de renda do recurso é obtido pelo excedente operacional bruto da atividade, líquido de custos de usuários de bens produzidos. Essa renda espelha o retorno a ativos não produzidos, como a própria água e também a marca ou recursos de marketing, estes últimos ignorados na formulação apresentada por IBGE (2021). Trata-se, portanto, da disposição a pagar máxima pelo recurso hídrico, conforme definição no início do presente capítulo 6, e cujo valor é igual ao calculado para os prestadores do serviço de abastecimento de água na bacia do Rio Grande.

Multiplicando-se o parâmetro de renda dos serviços ambientais de água azul pelo volume de captação das 125 interferências outorgadas dessa atividade econômica, tem-se um valor de R\$ 82,37 milhões por ano. Dada a estrutura de produção e custo da atividade de "captação, tratamento e distribuição de água", os resultados de IBGE

mostram o potencial de remuneração do capital natural por parte do setor, sendo que a renda do recurso ambiental equivale aproximadamente à 31% de seu valor adicionado.

Além da disposição a pagar, outra métrica importante a ser estimada é a de indução econômica da água, ou seja, a razão entre o valor adicionado bruto da atividade econômica e o volume de água usado pela mesma. Uma vez que o faturamento das companhias é de R\$ 543,98 milhões, pode estimar um coeficiente mínimo de eficiência hídrica de R\$ 2,18/m<sup>3</sup> para o setor.

**Atividade de agricultura irrigada:** As atividades econômicas de cultivos irrigados são as preponderantes em relação ao volume captado e também quanto à quantidade de interferências de captação outorgadas. Os parágrafos abaixo apresentam aproximações do valor econômico gerado para cada classe econômica de cultivos na bacia do Rio Grande com outorgas em rios de domínio da União, iniciando-se pela mais expressiva delas em volume captado, a da cana-de-açúcar.

Além da base de interferências, as estimativas utilizam dos levantamentos sobre custos de produção específicos para diferentes culturas, consultados junto à Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)<sup>10</sup>. De forma a diluir eventuais variações que fogem ao comum, os custos foram consultados para 2018, 2019 e 2020, utilizando-se a média destes anos. Estes custos são, então, subtraídos do faturamento estimado para se obter o excedente de produção (que é interpretado como a disposição a pagar máxima). Para as estimativas de faturamento, duas informações são por sua vez necessárias: preço e quantidade. Para as estimativas de preço, novamente

<sup>10</sup> A CONAB publica, sistematicamente, os custos de produção agrícola de diversas culturas nos seus municípios de maior representatividade, expressos em reais por hectare (R\$/ha) e seguindo a metodologia detalhada no documento Custos de Produção Agrícola: A metodologia da CONAB (2010). Uma vez que as estimativas de custos de produção incluem todos os fatores de produção (materiais e equipamentos, trabalho humano, capital, terra), incluindo o custo de oportunidade associado a cada fator, tem-se a leitura necessária dos custos totais de produção.

consultou-se a base de dados da CONAB, que realiza pesquisa de preços de mais de uma centena de produtos agropecuários, compondo extenso banco de dados com referências de preços de mercado no nível de comercialização do produtor<sup>11</sup>. Tal como para os custos, foram utilizadas as médias de R\$/kg dos anos 2018 a 2020.

Já quanto a produtividade das culturas, em ton/ha, novamente utiliza-se dos dados sistematizados por CONAB, respeitando-se a coerência entre as consultas de custos, preço e produtividade. Também foram utilizados os valores médios de 2018 a 2020. Com base no conjunto de informações da CONAB e das interferências outorgadas de captação, que trazem as áreas cultivadas e os volumes de captação, pode-se realizar a estimativa do faturamento ao produtor, do custo de produção e, consequentemente, do retorno líquido da atividade. Sobre esse excedente, calcula-se a disposição a pagar máxima. Com base no faturamento, obtém-se o parâmetro de indução econômica da água.

A atividade econômica de **cultivo da cana-de-açúcar** não apenas responsável pela maior fração das águas de domínio da União captadas dentre os cultivos, mas também frente a todos os demais usos: as 167 outorgas vinculadas à atividade consomem o equivalente a 15,9% da vazão captada. Somando-se as áreas cultivadas com cana-de-açúcar conforme a base de outorgas, pode-se identificar apenas 50 mil ha declarados, o que claramente não condiz com a vazão demandada e com a estimativa trazida pelo PIRH-Grande de 409 mil hectares irrigados.

Com base nos dados utilizados pelo Plano, pode-se refinar a área total irrigada com cana-de-açúcar com base na proporção da área irrigada na (409 mil ha na cena atual do PIRH) e sua vazão (8,34 m<sup>3</sup>/s máxima de retirada), inferindo-se um total atualizado de 418,44 mil ha para a vazão máxima de 9,15 m<sup>3</sup>/s de retirada.

<sup>11</sup> Disponível em: <https://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>

Eis que 93,2% da área é irrigada por aspersão (diversos subsistemas), e outros 6,8% irrigado por gotejamento. Pelo PIRH-Grande, identificam-se dois tipos de irrigação diferenciados para a cultura, que independem do sistema de irrigação, mas sim remetem à forma de uso da água, sendo que a fertirrigação (irrigação de mistura) tem uma demanda hídrica unitário correspondente a 18% da irrigação suplementar:

- Irrigação suplementar, com lâmina média 0,0177 L/s/ha; e
- Irrigação de mistura, ou fertirrigação, com lâmina média 0,0032 L/s/ha.

Em relação ao perfil de uso de cada uma das técnicas, pode-se estimar que dos 418 mil ha, a menor fração, de 58,67 mil ha (14%), utilize a suplementar, universo que poderia ser incentivado a substituir a técnica com a cobrança. Dos demais 365 mil ha, não se pode esperar muita margem de redução de demanda, pois já se utiliza da técnica menos demandante de recursos hídricos.

Quanto à produção de valor econômico a partir da irrigação da cultura da cana-de-açúcar, pode-se estimar no rendimento de R\$ 5,54 mil/ha com base na PAM/IBGE (2019), considerando que não há diferenciação entre o valor da produção da cana-de-açúcar irrigada e a de sequeiro. Na somatória dos 393 municípios da bacia do Rio Grande, identificou-se uma área cultivada total de 2,76 milhões de hectares de cana-de-açúcar, que renderam em 2019, um volume de 217,88 milhões de toneladas e um valor econômico de R\$ 15,31 bilhões.

Com base na área irrigada ajustada das outorgas de captação de domínio da União, pode-se estimar uma produção de R\$ 2,39 bilhões. Há uma clara concentração da produção na GD 08, em Minas Gerais, e nas UGRHI 08, 12 e 15 em São Paulo. Estimando-se o valor da produção econômica exclusivamente para a área cultivada sob irrigação suplementar, tem-se um faturamento de R\$ 338,57 milhões, fruto de 58,67 mil hectares que rendem cerca de R\$ 5,54 mil/ha (segundo PAM/IBGE). Dado o volume de captação, tem-se uma estimativa de indução econômica da água de R\$ 1,17/m<sup>3</sup>.

Para a estimativa da disposição a pagar máxima, parte-se das seguintes referências da CONAB para Penápolis/SP, na média entre 2018 a 2020: custo médio de produção de R\$ 3,86 mil/ha; produtividade média de 81,74 ton/ha; e preço médio de R\$ 75,82/ton. Aplicando-se os dados à área e ao volume captado nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande, tem-se a estimativa de um retorno líquido de R\$ 2,34 mil/ha e uma disposição a pagar máxima de R\$ 0,48/m<sup>3</sup>.

A atividade econômica de **cultivo de cereais** é responsável pela segunda maior fração das águas de domínio da União captadas dentre os cultivos, com 211 outorgas que equivalem a 9,5% da vazão total captada. As seguintes culturas praticadas no Rio Grande se enquadram na classe econômica: cultivo de arroz, milho (doce, verde e pipoca) e sorgo. Dentre estes, 99% da área irrigada e da vazão é dedicada ao cultivo de milho, indistintamente de seu tipo (18,62 mil ha). Identificaram-se 110 ha de sorgo e ainda 57 ha de arroz irrigado.

Utilizando-se da razão entre a vazão e a área médias para completar as outorgas que não identificaram as áreas cultivadas, somam-se um total de 19,38 mil ha de cereais irrigados. Destes, 91,4% são irrigados por aspersão por sistema de pivô central, 7,1% por outras aspersões, e 1,1% com outras técnicas. A lâmina de irrigação média identificada é de 0,2816 litros/seg. para cada hectares, sendo que no PIRH-Grande foi considerada uma lâmina menor para as culturas irrigadas com pivô central, de 0,1725.

Já quanto à produção econômica associada a esse cultivo, novamente consultou-se a PAM/IBGE (2019), que permitiu identificar, para o somatório dos 393 municípios da bacia do Rio Grande, uma quantidade de 540,72 mil hectares cultivados, dos quais obteve-se uma produção de 3,75 milhões de toneladas que correspondem a um valor de R\$ 2,14 bilhões, ou seja, um rendimento médio de R\$ 3,96 mil por ha.

Conforme observa-se por ANA (2021), a produção irrigada é maior, ou seja, em um mesmo hectare se pode produzir mais quantidades, o que se traduz em um valor maior de venda, haja vista a uniformidade do valor de venda, que não distingue entre

milhos cultivados por irrigação ou qualquer outro sistema. Dessa forma, pode-se traçar um limite inferior de valor da produção, com base no rendimento de R\$ 3,96 mil/ha, e outro superior, que pode chegar ao dobro. Com base na área irrigada ajustada das outorgas de captação de domínio da União, pode-se estimar uma produção entre R\$ 71 e R\$ 141 milhões. A produção de cereais não apresenta predominância espacial como a cana-de-açúcar, sendo produzida de forma mais homogênea pela bacia.

Pela razão entre o valor superior da produção e do volume captado, tem-se uma estimativa de indução econômica da água de R\$ 0,82/m<sup>3</sup>. Já para a estimativa da disposição a pagar máxima, parte-se das seguintes referências da CONAB para Unaí/MG, para o cultivo do milho, na média entre 2018 a 2020: custo médio de produção de R\$ 4,46 mil/ha; produtividade média de 9,0 ton/ha; e preço médio de R\$ 678,76/ton. Aplicando-se os dados à área e ao volume captado nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande, tem-se a estimativa de um retorno líquido de R\$ 1,65 mil/ha e uma disposição a pagar máxima de R\$ 0,19/m<sup>3</sup>.

A atividade econômica de **cultivo de plantas de lavoura temporária não especificadas anteriormente** é responsável pela terceira maior fração das águas de domínio da União captadas dentre os cultivos, com 439 outorgas que equivalem a 9,3% da vazão total captada, equivalendo-se em volume ao cultivo de cereais (que é 99% milho). A Tabela 20 traz as culturas identificadas na base de outorgas que compõe essa classe de atividade econômica, juntamente com as áreas cultivadas e os volumes de captação correspondentes.

*Tabela 20: Plantas de lavoura temporária não especificadas anteriormente*

Feijão <b>5.702 ha   132.477 mil m<sup>3</sup></b>	Batata <b>3.132 ha   21.945 mil m<sup>3</sup></b>	Abóbora <b>28 ha   183 mil m<sup>3</sup></b>
Grama <b>209 ha   1.923 mil m<sup>3</sup></b>	Pastagem <b>829 ha   8.991 mil m<sup>3</sup></b>	Capim/Forragem <b>71 ha   1.073 mil m<sup>3</sup></b>

Elaborado pelo Consórcio Ferma – EnvEx (2021).

Nota-se que 57% da área irrigada e 79% da vazão corresponde ao cultivo de feijão; já 31% e 13%, respectivamente, é com a cultura da batata. Os sistemas/métodos de irrigação identificados para o cultivo do feijão apontam que 92,7% são irrigados por aspersão por sistema de pivô central e 2,9% com aspersão convencional. Já para a batata, verifica-se que 75,1% são irrigados por aspersão por sistema de pivô central, e 13,8% com aspersão convencional. Já quanto às pastagens, 59% se dão por pivô central, 21,5% por aspersão autopropelida e outros 17% por sistema de aspersão convencional.

Quanto à produção econômica associada ao cultivo do feijão, consultou-se a PAM/IBGE (2019), que permitiu identificar, para o somatório dos 393 municípios da bacia do Rio Grande, uma quantidade de 103 mil ha cultivados, dos quais obteve-se uma produção de 174 mil toneladas que correspondem a um valor de R\$ 543 milhões, ou seja, um rendimento médio de R\$ 5,28 mil por ha. Já quanto à batata, consultou-se a mesma base que permitiu identificar a quantidade de hectares cultivados de 20,67 mil ha, dos quais obteve-se uma produção de 637 mil toneladas que correspondem a um valor de R\$ 866 milhões, ou seja, um rendimento médio de R\$ 41,89 mil por ha.

Somando-se as culturas principais (feijão e batata), com seus valores de produção econômica ponderados pelas respectivas áreas cultivadas de cada cultura em cada um dos municípios, tem-se resultados que apontam um rendimento médio de R\$ 17,23 mil por ha até cerca do dobro disso, a considerar o acréscimo de produtividade propiciado pela irrigação frente a produtividade obtida pelo cultivo em sequeiro. Pela razão entre o valor superior da produção e do volume captado, tem-se uma estimativa de indução econômica da água de R\$ 2,13/m<sup>3</sup>, que é representativo da ponderação entre os cultivos de batata e feijão.

Já para a estimativa da disposição a pagar máxima, parte-se das referências da CONAB para o cultivo do feijão em Taquarituba/SP e da batata em Bueno Brandão/MG. Para o feijão, na média entre 2018 a 2020: custo médio de produção de R\$ 7.328/ha;

produtividade média de 2,7 ton/ha; e preço médio de R\$ 3,22/kg. Aplicando-se os dados à área e ao volume captado nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande, tem-se a estimativa de um retorno líquido de R\$ 1,52 mil/ha. Já para a batata, na média entre 2018 a 2020, o custo médio de produção foi de R\$ 27,98 mil/ha; produtividade média de 32 ton/ha; e preço médio de R\$ 1,76/kg. Aplicando-se os dados à área e ao volume captado nos rios de domínio da União da bacia do Rio Grande, tem-se a estimativa de um retorno líquido de R\$ 28,21 mil/ha. Ponderando-se os resultados finais pela participação de cada cultivo na área da categoria de lavoura temporária não especificada anteriormente, tem-se uma disposição a pagar máxima de R\$ 1,59/m<sup>3</sup>.

A atividade econômica de **cultivo de café** é responsável pela quarta maior fração das águas de domínio da União captadas dentre os cultivos, com 234 outorgas que equivalem a 7,9% da vazão total captada. O total de áreas irrigadas da base de outorgas é de 18,12 mil ha, sendo que ao completar as outorgas com informações faltantes com base na razão entre volume captado e área, tem-se um total de 19,24 mil ha.

A maior parte dessa área (81,6%) é irrigada de forma localizada com gotejamento, técnica que embute uma eficiência de irrigação de 95%. Outros 9,1% são irrigados por pivô central, outros 5,8% por aspersão autopropelida, e ainda outros 3,5% por aspersão convencional. A lâmina média identificada é de 0,2352 litros por segundo por hectare.

Quanto à produção econômica associada ao cultivo do café, consultou-se a PAM/IBGE (2019), que permitiu identificar, para o somatório dos 393 municípios da bacia do Rio Grande, uma quantidade de 609 mil ha cultivados, dos quais se obteve uma produção de 980 mil toneladas que correspondem a um valor de R\$ 6,55 bilhões, ou seja, um rendimento médio de R\$ 10,76 mil por ha. Observa-se o valor estimado de R\$ 214 milhões por ano como limite inferior. Para os limites superiores, estimou-se um fator de 1,5 vezes mais produtividade.

Pela razão entre o valor superior da produção e do volume captado, tem-se uma estimativa de indução econômica da água de R\$ 2,26/m<sup>3</sup>. Já para a estimativa da disposição a pagar máxima, parte-se das seguintes referências da CONAB para Patrocínio/MG, na média entre 2018 a 2020: custo médio de produção de R\$ 15,69 mil/ha; produtividade média de 1,98 ton/ha; e preço médio de R\$ 8,93/kg. Aplicando-se os dados à área e ao volume captado nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande, tem-se a estimativa de um retorno líquido de R\$ 1,99 mil/ha e uma disposição a pagar máxima de R\$ 0,27/m<sup>3</sup>.

A atividade econômica de **cultivo de laranja** é responsável pela quinta maior fração das águas de domínio da União captadas dentre os cultivos, com 52 outorgas que equivalem a 5,7% da vazão total captada. O total de áreas irrigadas da base de outorgas é de 12,83 mil ha, sendo que ao completar as outorgas com informações faltantes com base na razão entre volume captado e área, tem-se um total de 15,30 mil ha.

A maior parte dessa área (85,2%) é irrigada por gotejamento, sendo essa técnica de irrigação localizada muito eficiente. Outros 10,1% são irrigados por aspersão autopropelida, 3,4% por aspersão convencional e ainda 1,3% por outros métodos, incluindo micro-aspersão (que é técnica localizada, mas ligeiramente menos eficiente que o gotejamento). A lâmina média identificada é de 0,2138 litros por segundo por hectare.

Quanto à produção econômica associada ao cultivo da laranja, consultou-se a PAM/IBGE (2019), que permitiu identificar, para o somatório dos 393 municípios da bacia do Rio Grande, uma quantidade de 185 mil ha cultivados, dos quais obteve-se uma produção de 5,91 milhões de toneladas que correspondem a um valor de R\$ 3,08 bilhões, ou seja, um rendimento médio de R\$ 16,64 mil por ha. Observa-se o valor estimado de R\$ 251 milhões por ano como limite inferior. Para os limites superiores, estimou-se um fator de 1,5 vezes mais produtividade.

Pela razão entre o valor superior da produção e do volume captado, tem-se uma estimativa de indução econômica da água de R\$ 3,65/m<sup>3</sup>. Já para a estimativa da disposição a pagar máxima, parte-se das seguintes referências da CONAB para Frutal/MG, na média entre 2018 a 2020: custo médio de produção de R\$ 20,90 mil/ha; produtividade média de 48,39 ton/ha; e preço médio de R\$ 0,51/kg. Aplicando-se os dados à área e ao volume captado nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande, tem-se a estimativa de um retorno líquido de R\$ 3,78 mil/ha e uma disposição a pagar máxima de R\$ 0,56/m<sup>3</sup>.

A sexta maior atividade relacionada à agricultura irrigada é a de **horticultura**, que com base nas outorgas em rios de domínio da União, é praticada para uma extensa lista de culturas, tais como: abobrinha, alface, batatinha, beterrabas, brócolis, cebola, cenoura, couve, ervilha, jiló, hortaliças, morango, pepino, tomate e vagem. Praticamente a totalidade da horticultura é irrigada com base em aspersão convencional (99,6%).

O volume captado pela horticultura é de 47,98 milhões de m<sup>3</sup>, irrigando uma área de 114 mil hectares na bacia do Rio Grande e gerando um valor econômico estimado em R\$ 457,36 milhões (com base nos dados da PAM/IBGE). Pela razão entre o valor superior da produção e do volume captado, tem-se uma estimativa de indução econômica da água de R\$ 9,53/m<sup>3</sup>. Já para a estimativa da disposição a pagar máxima, parte-se do cultivo da cebola em Coimbra/MG como representante da categoria, que teve na média entre 2018 a 2020, nas referências da CONAB: custo médio de produção de R\$ 21,95 mil/ha; produtividade média de 25 ton/ha; e preço médio de R\$ 1,81/kg. Aplicando-se os dados à área e ao volume captado nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande, tem-se a estimativa de um retorno líquido de R\$ 23,38 mil/ha e uma disposição a pagar máxima de R\$ 3,29/m<sup>3</sup>.

Já quanto ao **cultivo de frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva**, tem-se a identificação de uma variedade grande de frutas, como: abacaxi, atemóia,

banana, coco verde, lichia, lima, limão, mamão, manga, tangerina e pomares diversificados. Assim como os cultivos, as formas de irrigação são também bastante diversificadas.

O volume captado pela fruticultura é de 43,15 milhões de m<sup>3</sup>, sendo que cerca de 60% são dedicados a banana. Utilizando-se essa cultura como representativa do grupo de cultivos de frutas permanentes exceto laranja, identifica-se uma área irrigada de 14,74 mil hectares na bacia do Rio Grande e gerando um valor econômico estimado em R\$ 260,69 milhões (com base nos dados da PAM/IBGE). Pela razão entre o valor superior da produção e do volume captado, tem-se uma estimativa de indução econômica da água de R\$ 9,91/m<sup>3</sup>. Já para a estimativa da disposição a pagar máxima, parte-se dos dados da CONAB para Brazópolis/MG, que teve na média entre 2018 a 2020: custo médio de produção de R\$ 21,11 mil/ha; produtividade média de 25 ton/ha; e preço médio de R\$ 1,83/kg. Aplicando-se os dados à área e ao volume captado nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande, tem-se a estimativa de um retorno líquido de R\$ 24,54 mil/ha e uma disposição a pagar máxima de R\$ 2,87/m<sup>3</sup>.

Por fim, tem-se o **cultivo de soja**, que é predominantemente realizado com pivô central (99,5%) e ocupa uma área de 5,6 mil hectares. A demanda hídrica outorgada para esse cultivo é de 41,67 milhões de m<sup>3</sup>, gerando um valor econômico estimado em R\$ 30,93 milhões (com base nos dados da PAM/IBGE). Pela razão entre o valor superior da produção e do volume captado, tem-se uma estimativa de indução econômica da água de R\$ 0,74/m<sup>3</sup>. Já para a estimativa da disposição a pagar máxima, parte-se das referências da CONAB para Assis/SP, que teve na média entre 2018 a 2020: custo médio de produção de R\$ 3,18mil/ha; produtividade média de 3 ton/ha; e preço médio de R\$ 1,47/kg. Aplicando-se os dados à área e ao volume captado nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande, tem-se a estimativa de um retorno líquido de R\$ 1,23 mil/ha e uma disposição a pagar máxima de R\$ 0,17/m<sup>3</sup>.

A **fabricação de açúcar em bruto** é a maior indústria da bacia em volume de captação (com captação em rios de domínio da União), abrangendo 53 outorgas e 12,4% do volume captado total. Como forma de se investigar o valor econômico dessa atividade, recorre-se à CNI (2013) e sua matriz de coeficientes técnicos, que indica o uso de 17 m<sup>3</sup> de água para cada tonelada de açúcar produzida. Segundo ÚNICA, a produção no estado de São Paulo na safra 2019/2020 foi de 18,52 milhões de toneladas, o que faz com que a região represente cerca de 71,5% do total produzido no estado.

Observa-se também que o faturamento estimado com a atividade é de R\$ 15,53 bilhões, com base no valor de referência de R\$ 58,69/saca de 50 kg. Esse valor é obtido com base na PIA/IBGE, que apresenta para o país como um todo, a produção de 13.150.580 toneladas de açúcar cristal em bruto e um valor da produção associado de R\$ 15.437.010 mil, o que resulta em R\$ 1.174/ton. Essa estimativa corresponde a 26% do valor adicionado bruto da indústria somada nos municípios da bacia, e prepondera nos municípios paulistas da UGH 09 e 04.

Pela razão entre o faturamento estimado para a fabricação de açúcar em bruto e o volume hídrico outorgado para captação pela atividade, tem-se um coeficiente de indução econômica da água de R\$ 69,05/m<sup>3</sup>. A estimativa da disposição a pagar máxima demanda conhecer o excedente da atividade, o que se faz possível com base na razão entre o valor adicionado e o valor bruto da produção, obtidos novamente em consulta à PIA/IBGE para o ano de 2019. Segundo essa estimativa, a razão de 37,96% para a atividade de fabricação e refino de açúcar pode ser aplicada ao faturamento estimado, permitindo derivar o coeficiente de R\$ 26,21/m<sup>3</sup> para a disposição a pagar máxima.

A **fabricação de papel** é a segunda maior indústria da bacia em volume de captação (com captação em rios de domínio da União), abrangendo 4 outorgas e 3% do volume captado total. Como forma de se investigar o valor econômico dessa

atividade, recorre-se à CNI (2013) e sua matriz de coeficientes técnicos, que indica o uso de 28,15 m<sup>3</sup> de água para cada tonelada de papel produzido. Pode-se então estimar uma produção de 1,91 milhão de toneladas, praticamente toda concentrada na unidade de gerenciamento paulista 09.

Quanto ao faturamento, a média de preços da tonelada de papéis sem desconto e sem ICMS e IPI, de acordo com o Grupo de Economia Florestal da ESALQ/USP, em meados de 2020 foi de R\$ 2.835 (abrangendo papel miolo, capa reciclada, testliner, kraftliner e sack kraft). O total econômico em um ano pode ser estimado em R\$ 5,41 bilhões.

Pela razão entre o faturamento estimado e o volume hídrico outorgado para captação pela atividade, tem-se um coeficiente de indução econômica da água de R\$ 100,70/m<sup>3</sup>. Para a estimativa da disposição a pagar máxima, recorre-se novamente à razão entre o valor adicionado e o valor bruto da produção para o ano de 2019 (PIA/IBGE), que indica 28,65%. Com base nessa fração do faturamento, deriva-se a disposição a pagar máxima de R\$ 28,85/m<sup>3</sup>.

As atividades industriais de fabricação de açúcar e fabricação de papel, acima descritas, representam 72% do volume industrial captado nos rios de domínio da União na bacia do Rio Grande. Não obstante, outras três atividades merecem destaque por comporem, juntas, 10,1% do volume industrial: Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente (4,3%); Fabricação de intermediários para fertilizantes (3,4%); e Fabricação de álcool (2,4%). Com a pormenorização destes três setores, encerra-se a investigação específica das atividades econômicas usuárias industriais, pois as demais frações de captação (17,4%) são espalhadas em diversas classes de atividades do setor secundário, cada qual com uma baixa representatividade do total.

A **fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente** é responsável por uma captação de 16,44 milhões de m<sup>3</sup>/ano. Segundo CNI (2013), o coeficiente de retirada dessa atividade é de 4,72 m<sup>3</sup>/ton, o que implica em uma

produção aproximada de 3,48 milhões de toneladas. Para se realizar a estimativa do valor econômico dessa produção, utilizou-se da razão do valor bruto da produção por empresa, declarada na PIA/IBGE, aplicada ao conjunto de sete empresas atuantes na bacia do Rio Grande. O resultado dessa estimativa é de R\$ 41,27 milhões, que dividido pelo volume hídrico outorgado traz um coeficiente de indução econômica de R\$ 2,51/m<sup>3</sup>. Para a estimativa da disposição a pagar máxima, utiliza-se da razão entre o valor adicionado e o valor bruto da produção para o ano de 2019 (PIA/IBGE), de 29,88%. Com base nessa fração do faturamento, deriva-se a disposição a pagar máxima de R\$ 0,75/m<sup>3</sup>.

A **fabricação de intermediários para fertilizantes** é responsável por uma captação de 13,14 milhões de m<sup>3</sup>/ano. Segundo CNI (2013), o coeficiente de retirada dessa atividade é de 4,5 m<sup>3</sup>/ton, o que implica em uma produção aproximada de 2,92 milhões de toneladas. A estimativa do valor econômico dessa produção foi realizada com a mesma metodologia que para a atividade de fabricação de produtos alimentícios, resultando em R\$ 144 milhões, que dividido pelo volume hídrico outorgado traz um coeficiente de indução econômica de R\$ 10,96/m<sup>3</sup>. A razão entre o valor adicionado e o valor bruto da produção para o ano de 2019 (PIA/IBGE), de 17,02%, permite estimar a disponibilidade a pagar máxima de R\$ 1,87/m<sup>3</sup>.

A **fabricação de álcool** é responsável por uma captação de 9,42 milhões de m<sup>3</sup>/ano. Segundo CNI (2013), o coeficiente de retirada dessa atividade é de 2,0 m<sup>3</sup>/ton, o que implica em uma produção aproximada de 4,71 milhões de toneladas. A estimativa do valor econômico dessa produção foi realizada com a mesma metodologia que para as atividades anteriores, resultando em R\$ 663 milhões, que dividido pelo volume hídrico outorgado traz um coeficiente de indução econômica de R\$ 70,43/m<sup>3</sup>. A razão entre o valor adicionado e o valor bruto da produção para o ano de 2019 (PIA/IBGE), de 36,21%, permite estimar a disponibilidade a pagar máxima de R\$ 25,50/m<sup>3</sup>.

Dentre as demais atividades econômicas de relevância quanto ao uso dos recursos hídricos de domínio da União na bacia do Rio Grande, dois se sobressaem como importantes para o estabelecimento da relação de uso econômico: a mineração e a criação animal, ambos tratados na sequência sob a mesma lógica de se identificar a disposição a pagar pela água como insumo de produção e a eficiência hídrica de uso da água.

A mineração representa uma demanda de retirada equivalente a 1,8% do total das águas da União, e dentre as atividades econômicas desse setor, a de **extração de pedra, areia e argila**, por sua vez, é responsável por 94,5%. A captação, de 29,79 milhões de m<sup>3</sup>/ano, é associada à produção de 212,75 milhões de toneladas, estimadas segundo o coeficiente de retirada de 0,14 m<sup>3</sup>/ton (CNI, 2013). Para se realizar a estimativa do valor econômico dessa produção, utilizou-se do valor de R\$ 1,21/ton, obtido pela média de faturamento e produção para as substâncias de areia e correlatos, nos 14 municípios de mais alto valor da Contribuição Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), consultadas junto ao portal de informações da Agência Nacional de Mineração (ANM)<sup>12</sup>. O resultado dessa estimativa é de R\$ 256 milhões, que dividido pelo volume hídrico outorgado traz um coeficiente de indução econômica de R\$ 8,61/m<sup>3</sup>. Para a estimativa da disposição a pagar máxima, utiliza-se da razão entre o valor adicionado e o valor bruto da produção para o ano de 2019 (PIA/IBGE), de 44,99%. Com base nessa fração do faturamento, deriva-se a disposição a pagar máxima de R\$ 3,87/m<sup>3</sup>.

A última das atividades econômicas usuárias de interesse é a de criação animal, responsável por uma captação equivalente a 1,5% do total. Desse volume, 85% são demandados pela atividade econômica de **aquicultura em água doce**, na qual se

<sup>12</sup> Disponível em: [https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/arrecadacao\\_cfem.aspx](https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/arrecadacao_cfem.aspx)  
Os municípios consultados foram: Itajubá, Mogi Guaçu, Casa Branca, Itapira, Itapagipe, Piranguinho, Tambaú, São João da Boa Vista, São Carlos, Santa Rita do Sapucaí, Miguelópolis, Igarapava, Lavras e Aguai.

focam as análises. A atividade aquícola é focada, basicamente, na tilapicultura, que representa 91,4% do volume de produção e 87% do valor econômico da atividade, ambas informações compiladas a partir da Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE<sup>13</sup>. Estivou-se a relação da produção física com a demanda hídrica de retirada com base na média dessa relação (kg/volume) para os municípios da bacia do Rio Grande que apresentam essa produção, obtendo-se o coeficiente de 5,47 kg/m<sup>3</sup>. Com estas informações, foi possível estimar o faturamento da atividade respectivo às outorgas, que é de R\$ 27,08 milhões. A razão entre este resultado e o volume de retirada resulta no coeficiente de indução econômica de R\$ 1,17/m<sup>3</sup>. Para a estimativa da disposição a pagar máxima, utiliza-se da cotação de preços ao produtor na praça de São Paulo, que é de R\$ 6,38, derivando-se a disposição a pagar máxima de R\$ 0,53/m<sup>3</sup>.

### *Identificação das possíveis reduções de usos*

Os itens anteriores permitiram estimar as relações de uso da água, geração de valor e eficiência hídrica para os principais setores econômicos detentores de outorgas de captação superficial nos rios de domínio da União nabacia. As relações apresentadas foram realizadas após a associação das outorgas às atividades econômicas. Os principais resultados foram a estimação da disposição a pagar pela água e do valor de eficiência hídrica de uso da água (valor da indução econômica). No total, foram identificadas outorgas de captação em rios de domínio da União relativas a um total de 63 classes de atividades econômicas (segundo a CNAE), muito embora 90% do volume total se concentre em 16 delas, para as quais se estimaram a disposição a pagar e a eficiência hídrica.

<sup>13</sup> Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>

Tabela 21: Relações econômicas do uso da água por atividade econômica usuária.

Atividades econômicas usuárias preponderantes no uso dos recursos hídricos (apresentadas pelas classes CNAE/IBGE)	Volume de Uso (m <sup>3</sup> , mil)	Eficiência Hídrica (R\$/m <sup>3</sup> )	Disposição a Pagar (R\$/m <sup>3</sup> )
Captação, tratamento e distribuição de água	224.650	2,1753	0,3271
Fabricação de açúcar em bruto	202.461	69,0509	26,2141
Fabricação de papel	48.378	100,7034	28,8519
Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	14.798	2,5102	0,7499
Fabricação de intermediários para fertilizantes	11.826	10,9583	1,8655
Fabricação de álcool	8.476	70,4261	25,5018
Extração de pedra, areia e argila	27.473	8,6101	3,8733
Aquicultura em água doce	20.910	1,1655	0,5276
Cultivo de cana-de-açúcar	259.734	1,1732	0,4753
Cultivo de cereais	154.696	0,8224	0,1861
Cultivo de plantas de lavoura temporária não especificadas anteriormente	151.939	2,1345	1,5903
Cultivo de café	128.389	2,2573	0,2686
Cultivo de laranja	92.861	3,6547	0,5606
Horticultura	43.186	9,5313	3,2858
Cultivo de frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva	38.839	9,9075	2,8707
Cultivo de soja	37.501	0,7423	0,1672

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Uma vez que estes resultados foram calculados ao nível das classes de atividades econômicas usuárias, pode-se adotar alguns pressupostos para os valores das demais que congregam a totalidade das outorgas de captação nos rios de domínio da União. Para estas, que representam 17% do volume captado pelas 5 principais atividades, adotam-se valores de eficiência hídrica e de disposição a pagar equivalentes a uma terça-parte dos valores observados pela média ponderada das demais indústrias.

Para a atividade de criação animal, adota-se o pressuposto de metade dos valores para as demais outorgas, que representam 15% do total captado por esse usuário, que para a classe preponderante: a aquicultura em água doce. Para a

mineração, atividade na qual 95% do volume captado recai sobre a classe de extração de pedra, areia e argila, adota-se uma ponderação de cinco vezes estes valores para um equivalente à do setor industrial (uma vez que as demais minerações tendem a ser mais intensivas em capital). Por fim, para os setores de abastecimento humano e irrigação, adotam-se as médias ponderadas dos maiores usuários (Tabela 22).

*Tabela 22: Relações econômicas do uso da água aproximadas para os setores usuários.*

Atividades econômicas agregadas	Volume de Uso (m <sup>3</sup> , mil)	Eficiência Hídrica (R\$/m <sup>3</sup> )	Disposição a pagar (R\$/m <sup>3</sup> )
Abastecimento humano	249.611	2,1753	0,3271
Indústria	384.818	60,0896	21,3042
Irrigação	1.079.665	2,4089	0,8086
Criação animal	27.339	1,1429	0,5015
Mineração	32.298	9,0743	4,0313

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Os resultados permitem inferir as reduções de usos (efeito incitativo) a partir de um determinado nível de cobrança. Por meio da disposição a pagar máxima, tem-se uma estimativa de valor para a água como insumo de produção por meio da aplicação dos graus de elasticidade-preço da demanda. Afinal, esse grau de elasticidade expressa o movimento esperado na demanda (pela água) dado uma variação de 1% no preço.

Para o setor econômico de captação, tratamento e distribuição de água, identificou-se na literatura apenas os graus de elasticidade-preço da demanda para os usuários finais do recurso hídrico, ou seja, para os domicílios atendidos pelos prestadores do serviço via rede geral de abastecimento de água. Conforme levantamento abrangente de Cruz e Oliveira (2019), que se alinha às demais publicações apresentadas, trata-se de um coeficiente inelástico (onde uma modificação no preço, de +1%, gera uma redução menor do que 1% na demanda) de -0,166.

Pode-se supor que esse coeficiente seja ainda menor quando se trata da elasticidade dos prestadores do serviço de abastecimento de água, pois muito embora sua oferta tenha de estar alinhada à demanda, existem perdas na distribuição e consumo de água operacional. Arbitrariamente, supõe-se que o grau de elasticidade para esse setor econômico seja metade daquele calculado por Cruz e Oliveira (2019).

Já para o setor industrial, utilizou-se dos graus de elasticidade-preço trazidas por Feres e Reynaud (2005), realizando a seguinte associação para com as classes de atividades econômicas usuárias: fabricação de açúcar em bruto e fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente com -0,82 (alimentos e bebidas); fabricação de papel com -0,76 (papel e celulose); fabricação de intermediários para fertilizantes com -0,71 (química); extração de pedra, areia e argila com -0,22 (minerais não-metálicos); e -0,33 para outros setores, como a fabricação de álcool. Dentre as principais atividades industriais na bacia do Rio Grande com outorga de captação sob domínio da União, não foram identificadas indústrias têxteis, de vestuário, de madeira, borracha e plástico, de metalurgia, de máquinas e equipamentos ou mesmo de material de transporte.

Para as atividades econômicas de criação animal e de agricultura irrigada, não foram identificados graus de elasticidade-preço da demanda por água na literatura. Não obstante, a pesquisa realizada com os usuários da bacia obteve vinte respostas de irrigantes cuja mediana das respostas traz reduções de uso hídrico da ordem de 7,5% com investimentos de cerca de R\$ 100 mil. Sabe-se que essa relação econômica não é equivalente ao grau de elasticidade, muito embora seja um parâmetro obtido a partir da percepção de atores locais. Conforme os dados trazidos anteriormente em relação à eficiência dos sistemas de irrigação utilizados na bacia, há pouca margem para adoção de novas tecnologias mais eficientes, mas sim oportunidades para um uso mais controlado e preciso, evitando desperdícios.

Com base nos dados acima descritos, pode-se simular a redução nas demandas hídricas a partir de um determinado nível de preço de cobrança pelo uso de recursos hídricos. Para tanto, os seguintes passos metodológicos são necessários:

- A disposição a pagar espelha o valor máximo que uma determinada atividade econômica pode pagar por quaisquer ativos não produzidos e/ou remunerados, dentre eles a água (sendo, portanto, um valor de referencial teórico. Arbitrariamente e para fins de simplificação, assume-se o limite máximo de 75% da disposição a pagar para fins de remuneração pela água).
- Uma vez que a disposição a pagar representa o preço limite que se pode remunerar qualquer ativo não remunerado, incluindo o recurso hídrico, a partir de um dado valor de cobrança se pode estabelecer uma proxy para a variação no preço do recurso, permitindo a aplicação dos graus de elasticidade correspondentes.
- Para as atividades agropecuárias que não tem grau estimado de elasticidade-preço da demanda, utilizou-se a relação direta do valor cobrado para com a fração correspondente de redução indicada pela pesquisa, limitando-se a redução de uso em 7,5%.

Os passos descritos representam uma clara simplificação da realidade, mas que permitem inferir as grandezas na redução dos usos que se podem esperar pela instituição da cobrança pela captação. Para se perscrutar estas ordens de grandeza, aplicaram-se valores de cobrança uniformes de um e dez centavos por metro cúbico - valores cujo intuito é tão somente identificar as ordens de grandeza das reduções de volume demandado antevistas. As variações percentuais relativamente pequenas são esperadas dado os coeficientes inelásticos apresentados pela literatura (Tabela 23). Conforme dados da pesquisa realizada junto aos usuários, 90% julgam ser dependentes (11%) e muito dependentes (79%) da água para o desenrolar de sua atividade econômica.

Tabela 23: Ordens de grandeza de reduções de volume captado dada a cobrança.

Setores usuários	Cobrança hipotética de R\$ 0,01/m <sup>3</sup>			Cobrança hipotética de R\$ 0,10/m <sup>3</sup>		
	Cobrança / disposição a pagar*	Redução volumétrica (mil m <sup>3</sup> /ano)	Redução percentual (%)	Cobrança / disposição a pagar*	Redução volumétrica (mil m <sup>3</sup> /ano)	Redução percentual (%)
Abastecimento Humano	3,06%	1.168	0,47%	30,57%	13.117	5,25%
Indústria	0,05%	678	0,18%	0,47%	6.958	1,81%
Irrigação	1,24%	23.652	2,19%	12,37%	67.727	6,27%
Criação animal	1,99%	621	2,27%	19,94%	1.663	6,08%
Mineração	0,25%	34	0,11%	2,48%	347	1,07%
<b>Total</b>	-	<b>26.154</b>	<b>1,44%</b>	-	<b>89.812</b>	<b>4,96%</b>

\* Média do setor usuário ponderado pelo volume de captação

Uma cobrança hipotética de R\$ 0,10 por m<sup>3</sup> linear (para todos os usuários) deve causar uma redução de 5,0% na demanda total, o que representa uma economia volumétrica de 89,81 milhões de m<sup>3</sup>/ano (vazão de 2,85 m<sup>3</sup>/s). Estes resultados são calculados para cada outorga e somados ao nível de setor usuário, sob os pressupostos apresentados anteriormente. A aplicação dessa cobrança não representa o mesmo peso econômico para todos os setores usuários, no entanto.

Para o setor de abastecimento humano, a cobrança de R\$ 0,10/m<sup>3</sup> representa cerca de 31% da disposição a pagar da água (estimado em R\$ 0,33/m<sup>3</sup>), o que causaria uma redução de demanda de captação da ordem de 5,3%. Nota-se que esse mesmo nível de cobrança representa, para o setor industrial, cerca de 0,5% da sua disposição a pagar (estimada em R\$ 21,30/m<sup>3</sup>) para a ponderação das atividades industriais que ocorrem na bacia e utilizam de captação superficial nos rios de domínio da União), o que motiva uma redução de 1,8% do volume demandado.

Em contrapartida, a instituição de um valor hipotético e linear de cobrança de R\$ 0,01/m<sup>3</sup> faz com que haja uma redução de consumo de cerca de 1,4%, o que representa um volume anual de 26,15 milhões de m<sup>3</sup> (vazão equivalente a 0,83 m<sup>3</sup>/s). Tem-se uma redução menor, proporcionalmente, do que a redução da diferença no valor cobrado. O contraste destes valores hipotéticos revela que, quando o valor da cobrança reflete o custo de oportunidade marginal de uso do recurso ao usuário-pagador, a alternativa de reduzir a demanda hídrica passa a ser uma estratégia de adaptação à cobrança. Para tanto, os valores a serem cobrados de cada usuário devem ponderar o volume de água captado, a capacidade de pagamento (disposição a pagar) e a eficiência na conversão da água para valor econômico.

Conforme a pesquisa realizada junto aos usuários da bacia, diversas opções de investimentos podem ser realizadas para a redução da dependência hídrica<sup>14</sup>. Algumas outras formas requerem modificações mais substanciais, como nos processos produtivos. A pesquisa também revelou que, para 51% dos respondentes, a principal restrição da implantação dessas formas de economia de água são os custos de investimento e manutenção. Caso a cobrança reflita uma fração significativa da disposição a pagar, o valor que o usuário empenhará anualmente com a cobrança deve motivar a adoção de tais estratégias de redução de consumo. Ainda de acordo com a pesquisa, apenas 3 de 34 respondentes que são submetidos a cobranças estaduais na bacia do Rio Grande apontaram esta (a cobrança) como tendo tido um papel preponderante na motivação de implantação das formas de redução da dependência hídrica, demonstrando que o desejado efeito incitativo não ocorre.

---

<sup>14</sup> Tais como a redução de perdas no processo produtivo (redutores de pressão, medição de vazão, horas de funcionamento, dentre outros), reúso de água, redução do desperdício (campanhas de comunicação, programas de bonificações, dentre outros) e aproveitamento de água de chuva.

## 7. ESTUDOS ECONÔMICOS - MODELO DE OTIMIZAÇÃO DA COBRANÇA

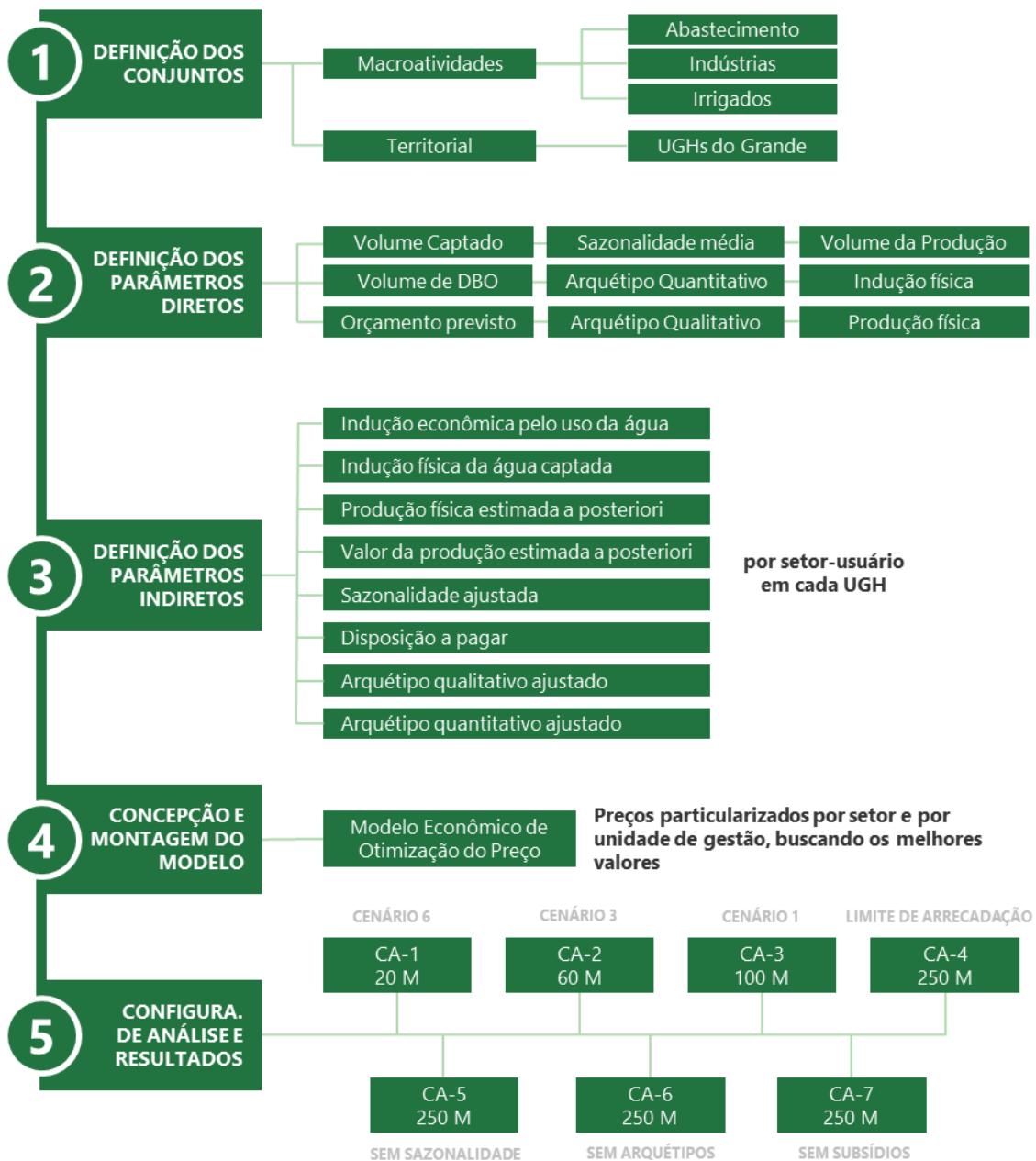
Os estudos econômicos foram desenvolvidos almejando determinar o custo de oportunidade do uso do recurso hídrico para embasar a forma ideal, sob a teoria econômica, da realização da cobrança. Persegue-se, em detrimento a outras perspectivas de análise, a forma de se gerar a maior eficiência econômica possível com base nos seguintes fatores: quantidade captada e lançada por cada classe de atividade econômica, capacidade de pagamento, eficiência hídrica na conversão da água em valor econômico, localização na bacia, criticidade da localização e sazonalidade.

Para tanto, desenvolveu-se um modelo econômico que preza pela eficiência de utilização do recurso hídrico e busca, como resultado, o preço unitário ideal para cada classe econômica em cada unidade de gestão, fundamentado no teorema definido por Baumol e Oates (1976) para a abordagem de cobranças e padrões<sup>15</sup>. Ressalta-se que os valores foram produzidos sob os ideais de eficiência postulados pela teoria econômica. Devem, portanto, ser interpretados como uma importante referência técnica, mas não como a sugestão de valores a serem praticados pelo CBH-Grande ou mesmo sugeridos para tal por este estudo. Outras perspectivas de análise (percepção dos usuários, negociações com os setores produtivos, preços praticados em outras bacias etc.) serão consideradas tanto na proposição dos mecanismos e valores (capítulo 8), como no processo de efetiva implementação da cobrança junto ao CBH-Grande.

---

<sup>15</sup> Os modelos de programação matemática foram implementados em C++ e resolvidos em um computador equipado com Intel(R) Xeon(R), CPU E5-2683, sistema operacional Linux(R) e solver GLPK-GNU versão 4.32 a partir de resolução sequencial.

A concepção e implementação da modelagem econômica é apresentada na Figura 11, que também detalhada sua sequência lógica.



**Figura 11: Etapas para implementação da modelagem econômica.**

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma (2021).

As diversas configurações de análise, apresentadas na Figura 11, trazem o intuito de sensibilizar a visão de otimização econômica para os preços unitários de cobrança

por ele sugerida. São testadas, ao todo, sete configurações de análise (CA), sendo que as quatro primeiras utilizam o modelo de otimização em sua concepção original (descrita nos itens precedentes) e os três últimos testam concepções distintas ao suprimir parâmetros a fim de avaliar seu efeito no todo.

Uma importante consideração quanto às configurações de análise é que todas trazem orçamentos-objetivo possíveis de implementação, mesmo que não necessariamente desejáveis ou factíveis. O que se releva, independentemente, é que há um conjunto de setores econômicos outorgados nos rios de domínio da União na bacia com capacidade de pagamento suficiente para se chegar (e possivelmente superar) a uma arrecadação anual da ordem de R\$ 250 milhões (CA-4 - configuração de análise 4). Esse resultado se faz possível com uma cobrança bastante diferenciada entre os setores usuários e as unidades de gestão, pois espelha um preço unitário ótimo sob o ponto de vista econômico.

Certamente, uma cobrança do nível estudado pelo CA-4 não é plausível e sequer é desejada, pois, primeiramente, dificilmente haveria projeto suficientemente maduro para ser executado e/ou capacidade de implementação por parte da Entidade Delegatária. Sobretudo - e de forma muito relevante - os usuários estariam sendo cobrados por frações muito significativas em relação às suas capacidades máximas de pagamento. Os resultados da configuração de análise CA-4 apontam para um preço unitário médio de captação de R\$ 0,084/m<sup>3</sup> para o abastecimento humano, R\$ 0,401/m<sup>3</sup> para a indústria e de R\$ 0,106/m<sup>3</sup> para os irrigantes. Já para o lançamento de carga, essa cobrança seria de R\$ 0,14/kg de DBO para o esgotamento sanitário e de R\$ 0,22/kg para o setor industrial.

Com uma hipotética arrecadação de R\$ 250 milhões por ano, o setor que acabaria tendo o maior peso da cobrança em relação a sua capacidade de pagamento seria o de irrigação por meio dos cultivos de café, soja e cereais, bem como a aquicultura em água doce. Outro setor que seria cobrado ao equivalente de 26% de

sua capacidade máxima de pagamento é o de abastecimento humano. Uma vez que as disposições a pagar dos setores industriais são significativamente maiores do que os demais setores, mesmo com preços unitários por unidade ( $m^3$ ) maiores, a cobrança sob a configuração de análise 4 (CA-4) pesaria de forma relativamente maior para os demais setores (irrigação e abastecimento humano) em detrimento ao setor industrial.

Em contraste, os preços unitários médios para a configuração de análise 1 (CA-1) são de R\$ 0,010/ $m^3$  para o abastecimento humano, R\$ 0,020/ $m^3$  para a indústria e de R\$ 0,017/ $m^3$  para os irrigantes. Já para o lançamento de carga, essa cobrança seria de R\$ 0,01/kg de DBO para o esgotamento sanitário e de R\$ 0,03/kg para o setor industrial.

No caso da arrecadação prevista pela configuração de análise 1 (CA-1), o cultivo de soja continua sendo onerado a uma fração maior de captura do excedente do pagador do que os demais setores, muito embora haja uma redução generalizada de tal captura. A atividade de aquicultura em água doce também é cobrada de forma mais do que proporcional às demais. Já o abastecimento humano tem uma captura equivalente a 3% de sua capacidade limite.

O que fica claro pelas respostas dadas pelo modelo é que o setor agrícola detém uma capacidade de pagamento bastante superior ao que se infere pelos valores praticados pela cobrança em outras bacias hidrográficas. Nas quatro configurações de análise, o preço unitário médio ponderado dos irrigantes supera o do abastecimento humano. Nota-se que estes resultados são específicos da bacia do Rio Grande, e variam grandemente de acordo com a unidade de gestão hídrica - naquelas com maiores conflitos de uso, os irrigantes perfazem os principais usuários. Na configuração CA-1, por exemplo, o cultivo de cereais na UGRHI 09 traz um preço unitário de R\$ 0,19, enquanto na UGRHI 08 esse mesmo preço unitário é de apenas R\$ 0,01.

Esse achado corrobora com as conclusões de Brito (2021) sobre a cobrança deste setor usuário na bacia do rio São Francisco. O autor pontua que "os valores de

cobrança pagos pelos irrigantes são frações de 1 centavo para cada  $m^3$  utilizado – variando de 2 a 7 décimos de centavo –, enquanto os valores econômicos variam de R\$ 0,06 a R\$ 1,44 por  $m^3$ .

*Tabela 24: Preços unitários médios para cada configuração de análise (CA) e cada setor agregado.*

(R\$/m <sup>3</sup> captado)	CA-1	CA-2	CA-3	CA-4
A: Abastecimento humano	0,010	0,032	0,057	0,084
I: Indústria	0,020	0,049	0,094	0,401
R: Irrigação	0,017	0,046	0,073	0,106

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

O que o modelo econômico desenvolvido revela, portanto, é que há uma grande disparidade entre os valores econômicos gerados pela atividade e aqueles efetivamente cobrados nas demais bacias. Para que a bacia do Rio Grande supere esse paradigma e trate os usuários de suas águas de forma que reconheçam a água como bem econômico, os irrigantes deverão participar com uma fração mais significativa da cobrança - resultando na transmissão da escassez do recurso natural, fomentando assim seu uso racional conforme preconizado pela Lei das Águas.

Os resultados do modelo apontam os setores econômicos que trazem uma combinação ótima entre as maiores capacidades de pagamento, os mais intensos usos dos recursos hídricos (volume captado e carga lançada), e as menores eficiências em termos de seu uso - ponderando o papel da água na geração de valor físico e econômico de produção. Tais setores são os mais cobrados, em detrimento dos demais que acabam por receber preços unitários menores. Nota-se que as considerações aqui tecidas se referem aos resultados médios ponderados pelo volume de captação de cada setor econômico em cada uma de suas unidades de gestão hídrica.

A pormenorização destas unidades e destes setores permitiu identificar onde, na bacia, cada setor detém maior peso no uso dos recursos hídricos em função das

características de captação, capacidade de pagamento, perfil de uso e retorno econômico da atividade, combinadas com a criticidade da UGH e com a sazonalidade da captação. Na configuração limite da análise, a CA-4, a UGRHI 12 prevê um preço unitário médio de captação de R\$ 0,53/m<sup>3</sup>, contrastada ao preço unitário praticamente irrigório (relativamente) de R\$ 0,03/m<sup>3</sup> na GD 02. Para o preço unitário de lançamento, a média da UGRHI 12 é de R\$ 0,68/kg de DBO, enquanto na maioria das demais unidades é de apenas (relativamente) R\$ 0,01.

As configurações de análise CA-05 e CA-06 refletem rodadas do modelo com o orçamento-objetivo de R\$ 250 milhões, mas desconsiderando-se, respectivamente, os locais críticos e as captações sazonais. A comparação do resultado detalhado de ambas estas configurações com a CA-4 (que tem o mesmo orçamento-objetivo) revela diferenças pontuais para alguns setores em algumas unidades de gestão, mas sem afetar os resultados médios ponderados por setor. Estes resultados apontam para a consistência da análise, embora também denotem que a forma de computar os locais críticos no modelo (limitadas às médias por setor econômico em cada unidade de gestão) não sensibilizou os resultados conforme se concebeu.

Torna-se também interessante contrastar os resultados das configurações de análise CA-4 e a CA-7. Ambas trazem o orçamento-objetivo de R\$ 250 milhões, mas a última desconsidera a concessão de subsídio para o preço unitário de captação. Há uma inversão de valores médios do preço unitário entre setores, o que faz com que o preço unitário médio do abastecimento humano praticamente dobre de R\$ 0,084 para R\$ 0,162, bem como preço unitário do setor de extração de pedra, areia e argila, que o tem incrementado em 38%. Em contrapartida, o setor de fabricação de álcool tem seu preço unitário reduzido para apenas R\$ 0,01, deixando de ter o maior deles.

Um apontamento interessante do modelo, em sua aplicação na bacia do Rio Grande, é a diferença notória entre a capacidade de arrecadação pelo direito de uso dos volumes de água captados em contraste a de carga de DBO lançada. De acordo

com as premissas do modelo, a cobrança pelo lançamento de carga acaba por contribuir apenas em 0,7% para o valor final arrecadado. Parte dessa diferença é a própria fonte de informações utilizada como base para a simulação da cobrança, pois esta é falha no registro das cargas lançadas. Mesmo assim, a proporção deve pesar, sempre e muito, para a arrecadação pela captação.

Ressalta-se que os valores apontados pelo modelo são resultantes dos pressupostos de eficiência econômica, tal como postulado na teoria, e que são condicionadas aos dados de entrada. Dentre estes, estão as estimativas de eficiência econômica do uso da água e das disposições a pagar, que não são reveladas de forma precisa, mas sim estimadas com base em pressupostos e matrizes de coeficiente que podem não refletir com precisão o que ocorre para um dado usuário na bacia.

Não obstante, os resultados apontam com clareza para as ordens de grandeza econômica que diversos setores usuários derivam do uso da água, considerando a criticidade dos locais em que estão (por meio dos arquétipos quali-quantitativos), a sazonalidade das captações (se concentradas na época de menor disponibilidade) e a convivência com os demais usuários em uma mesma unidade de gestão.

Dada a limitação do recurso natural em uma dada UGH, qual usuário detém capacidade de realizar a arrecadação de maior preço unitário, de forma a prejudicar ao mínimo sua própria atividade econômica e permitir que outro usuário de menor capacidade de pagamento mantenha sua produção, mas também seja instigado a contribuir com a cobrança? Estas são as respostas fornecidas pelo modelo, que devem ser interpretadas como importantes referências técnicas para, em conjunto a outras perspectivas de análise, tecer as propostas de cobrança efetiva na bacia.

## 8. PROPOSIÇÃO DE MECANISMOS E VALORES PARA O CBH-GRANDE

A implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos, prevista como um dos instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos, deve presar por um modelo que garanta aderência à situação atual e previsões da bacia hidrográfica em questão, seja em relação à qualidade dos recursos hídricos, criticidade de disponibilidade e tipos de usuários, por exemplo.

Com base nisso e a partir dos estudos da Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2019) e da Governança dos Recursos Hídricos no Brasil (OCDE, 2017), foram elencados Fatores Críticos de Sucesso para guiar a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos nos corpos d'água de domínio da União na BH-Grande, quais sejam: (i) Equações simples; (ii) Preços diferenciados por finalidade (saneamento, indústria, agropecuária etc.); (iii) Preços diferenciados em função do balanço qualitativo por área e/ou sazonalidade; (iv) Revisões da cobrança em ciclos previamente definidos, atrelados aos ciclos de revisões do Planos de Recursos Hídricos; (v) Metas claras a serem perseguidas pela cobrança; (vi) Implantação progressiva no tempo, com percentual do total do valor estipulado, e (vii) Concentrar as atenções no grupo de usuários que mais impacta os recursos hídricos, seja para captação quanto para lançamento de efluentes.

Em virtude disso, às caracterizações do contexto das captações e lançamentos existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Grande que serão apresentados na sequência deste documento poderão dar bases para determinar o modelo de cobrança mais adequado para os usuários da Bacia. Nesse sentido, deve-se atentar à fórmula de cobrança, a qual deve conseguir traduzir de forma simples, qualificada e representativa as condições encontradas na BH-Rio Grande.

Como alternativa à adoção de valores para cobrança que são balizados nos mecanismos de outras bacias hidrográficas, propõe-se para a cobrança nos corpos d'água de domínio da União na BH-Grande um mecanismo exclusivo e que tem como fundamentação os estudos desenvolvidos especificamente para tal.

O que o modelo econômico fundamentalmente demonstra é que a cobrança deve ser diferenciada o máximo possível por setor (atividade econômica usuária) e por localização, haja vista que a combinação entre disposições a pagar, eficiências econômicas, volumes captados e cargas lançadas, assim como a localização das captações, resulta em preços unitários muito distintos. Como principais resultados do modelo, portanto, tem-se a noção da capacidade de pagamento de cada usuário e a fração de sua disposição a pagar que se configura como uma cobrança relevante no sentido da eficiência econômica. Afinal, para que a cobrança possa sinalizar ao usuário o valor de escassez do recurso, fomentando seu uso racional, não é preciso que este se aproxime em demasia do valor econômico teórico da água (dado pela disposição a pagar), mas é fundamental que não seja colocado de forma irrisória.

Para que essa eficiência econômica seja alcançada, além da diferenciação entre locais críticos e setores usuários, deve-se também contemplar uma formulação simples, evitando ponderações e ajustes que não sejam o reflexo da própria demanda hídrica do usuário e de seu local de captação e/ou lançamento, haja vista que o volume envolvido já reflete a eficiência do uso pelo usuário.

Adicionalmente, a proposição do mecanismo tem como ponto de partida os valores-objetivos de cada um dos seis cenários de cobrança (capítulo 4), espelhados em seus preços unitários básicos, articulando a captura da disposição a pagar da água que incite o uso ótimo do recurso para cada setor (atividade econômica usuária).

Importante ressaltar que os resultados dos estudos econômicos (capítulo 7) apontam para uma capacidade de pagamento suficiente para se chegar (e possivelmente superar) uma arrecadação anual da ordem de R\$ 250 milhões pelas

outorgas de domínio da União na bacia do Rio Grande. Esse nível de arrecadação não é desejável, uma vez que captura uma fração significativa da disposição a pagar dos usuários das águas. Não obstante, é conceitualmente relevante por apontar que todos os orçamentos-objetivo dos cenários de cobrança (de R\$ 107 milhões/ano no Cenário 1 aos 17 milhões/ano no Cenário 6) estão em um intervalo plausível e razoáveis em relação ao uso econômico da água na bacia.

**Diferenciação por local crítico - Captação e Lançamento:** Para se dimensionar a diferenciação de valores de cobrança para os locais críticos, procedeu-se com uma adaptação da diferenciação apontada pelo modelo econômico, pois os resultados apresentados pelo exercício conceitual são demasiadamente acentuados - como observado no início do presente tópico, uma fração muito expressiva do total cobrado recairia exclusivamente sobre as interferências em locais críticos. Buscou-se, além da coerência com o modelo, a manutenção da plausibilidade do acréscimo nos preços unitários no sentido de torná-lo alto o suficiente para sinalizar a maior escassez do recurso hídrico nestes locais, porém sem penalizar demasia as interferências nestes locais ao ponto de que a cobrança representasse um fardo muito pesado. Esse último critério foi avaliado em relação à captura do excedente do pagador, com base na disposição a pagar máxima.

A partir destes objetivos, realizou-se uma sequência de experimentações de acréscimo dos preços unitários de captação e de lançamento de carga de DBO para as interferências em locais críticos com a base de outorgas de domínio da União, de forma a se identificar aquela que mais guardava coerência. As conclusões são:

- Para os preços unitários de captação em locais críticos, o acréscimo ideal em relação ao valor de cobrança é de 75%; e
- Para os preços unitários de lançamento em locais críticos, o acréscimo ideal em relação ao valor de cobrança é de 25%.

Como resultado dos acréscimos previstos, os preços unitários de captação e lançamento que ocorrem em locais críticos passam a ser multiplicados por, respectivamente, 1,75 e 1,25, mantendo-se o mecanismo final o mais simples possível.

Importante ressaltar que os locais críticos não são estanques no tempo: medidas de gestão, medidas de infraestrutura, condicionantes econômicas e o próprio comportamento dos usuários podem retornar um local crítico para um não crítico. Cada revisão do PIRH-Grande atualizará as áreas críticas, sempre identificadas por critérios técnicos e, preferencialmente, vinculados ao Plano de Bacia.

**Mecanismo para lançamento - Diferenciação por setor usuário:** O modelo econômico contemplou a alocação ótima de preços unitários para a geração de carga poluente. Esta cobrança pelo lançamento, no entanto, é restrita às cargas lançadas de DBO<sub>5,20</sub>, representando uma pequena fração do volume total outorgado para lançamento. Em todas as configurações de análise do modelo econômico, o papel do lançamento na composição da arrecadação total (captação mais lançamento) se mantém em cerca de 1%, o que pode ser considerado bastante singelo frente à importância desse uso dos recursos hídricos.

Parte dessa discrepância é justificada pelo porte das captações frente ao dos lançamentos: enquanto a base de outorgas de domínio da União no Rio Grande apresenta 2.593 interferências de captação, são apenas 274 de lançamento. Deste quantitativo já relativamente reduzido de interferências de lançamento, para apenas 154 foram estimados dados de carga de DBO lançadas, podendo assim embasar os estudos de cobrança. Tem-se um total de 14,17 mil toneladas de DBO lançadas, volume que representa apenas 6,6% do total de lançamento de DBO estimado pelo PIRH-Grande para a bacia toda. Em média, tem-se a estimativa da cobrança para uma média de 92,02 mil kg por interferência por ano.

A captação representa a obtenção de um insumo produtivo, a partir do qual será gerada uma determinada produção econômica (física e em valor monetário), mediante

uma dada eficiência e capacidade de conversão; já o lançamento representa um subproduto do processo produtivo. No limite da tecnologia disponível e da qualidade de entrada do efluente, a remoção de toda a carga possível de DBO é reduzida a uma questão de custo que independe, a rigor, do próprio processo produtivo gerador de efluente.

Dessa forma, pode-se interpretar o lançamento de uma carga remanescente de DBO como uma função direta do custo de remoção dessa poluição, seja via a prestação do serviço ambiental do corpo d'água para diluição do efluente, seja pelo custo de remoção do excesso de DBO do usuário a jusante. A relação do preço unitário para o lançamento de efluentes no âmbito da cobrança pelo uso de recursos hídricos deve, portanto, ser utilizada como uma proxy direta da externalidade negativa gerada pela poluição dos corpos d'água.

O mesmo kg de DBO lançado, no entanto, não tem o mesmo efeito em qualquer curso d'água. Em locais já críticos, esse acréscimo de poluição tem um efeito redutor da qualidade da água mais do que proporcional à mesma carga lançada em um local com maior capacidade de depuração. Justamente por essa característica é que o item anterior abordou a diferenciação da cobrança de lançamento por local crítico.

Dadas estas características do lançamento, que são distintas das circunscritas à captação, propõe-se a utilização de um valor único para a carga lançada de DBO em relação ao perfil do usuário que realiza esse lançamento, resguardando-se a única diferenciação como aquela que afeta os locais críticos. Resta, portanto, identificar as ordens de grandeza dos preços unitários gerados pelo modelo econômico para o lançamento. A Tabela 25 apresenta o preço unitário agregado por setor usuário agregado e também o preço unitário médio geral, que é fruto da ponderação dos preços unitários das atividades econômicas pelo quantitativo de carga que é por cada uma delas lançada.

*Tabela 25: Preços unitários de lançamento em R\$/kgDBO por setor usuário agregado em cada uma das configurações de análise da modelagem econômica.*

Setor usuário agregado	CA-1	CA-2	CA-3	CA-4	Média
Cias. de saneamento	0,0100	0,0300	0,0600	0,1400	0,0600
Criação animal	0,0500	0,0800	0,0700	0,0900	0,0725
Indústrias*	0,0151	0,1166	0,2181	0,5936	0,2358
<b>Preço unitário médio*</b>	<b>0,0119</b>	<b>0,0614</b>	<b>0,1171</b>	<b>0,3035</b>	<b>0,1235</b>

Nota: \*Preços unitário ponderado pela quantidade de carga lançada. Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Observa-se que o preço unitário é crescente entre as configurações de análise, refletindo a demanda arrecadatória. O preço unitário de lançamento no mecanismo proposto, assim, deve variar a depender do cenário, pois cada um representa valores-objetivos distintos. Mesmo assim, seguindo o princípio do poluidor-pagador, o valor cobrado pelo lançamento de DBO<sub>5,20</sub> deve: (i) incitar mudanças no comportamento do usuário de forma que internalize a externalidade outrora gerada; e/ou (ii) financiar as ações que internalizam as externalidades para os usuários que não realizam seu próprio abatimento.

Não é desejável, portanto, ter um valor demasiadamente reduzido de cobrança pela carga lançada, mesmo em um cenário de baixa demanda de arrecadação tal como o Cenário 6. Para que haja algum reflexo do valor da poluição, sugere-se adotar como valor mínimo o apontado pelo modelo econômico na CA-2, cujo valor-objetivo de arrecadação é de R\$ 60 milhões por ano. Dessa forma, o mínimo passa a ser de R\$ 0,0614/kgDBO. No outro extremo, adota-se como balizador do valor máximo aquele da CA-4.

Também se faz necessário considerar uma maior participação relativa do lançamento no total arrecadado, haja vista que esse perfil de interferência representa 9,4% do total de outorgas e 19,2% do volume total (captado e lançado), mesmo que essa última métrica não diga respeito a carga de DBO, mas sim aos volumes envolvidos. Dessa forma, vislumbra-se acrescer a importância relativa da cobrança pelo

lançamento, de forma a aproximar sua composição no total de interferências e volumes extraídos e retornados aos corpos d'água da união na bacia do Rio Grande.

**Mecanismo para captação - Diferenciação por setor usuário:** Além de locais críticos, os estudos econômicos permitem atestar que a eficiência econômica da cobrança demanda a diferenciação por atividade econômica usuária (setor econômico, definido pela classe CNAE). Esse resultado já era esperado, afinal nem todas as atividades utilizam o recurso hídrico da mesma forma. Os resultados do modelo econômico (capítulo 7), no tangente tanto aos preços unitários cobrados por cada setor, bem como na fração da disposição a pagar que é assim capturada, permitem traçar importantes inferências acerca do mecanismo ideal de diferenciação por setor, considerando inclusive as atividades econômicas usuárias que compõe os setores usuários agregados.

*Tabela 26: Captura do excedente do pagador (com base no preço unitário líquido de captação) em cada uma das configurações de análise (CA) da modelagem econômica.*

Atividades econômicas usuárias (percentual da disposição a pagar)	CA-1	CA-2	CA-3	CA-4
Captação, tratamento e distribuição de água	3,06%	9,91%	17,46%	25,65%
Fabricação de açúcar em bruto	0,04%	0,04%	0,04%	1,14%
Fabricação de papel	0,05%	0,05%	0,05%	2,34%
Extração de pedra, areia e argila	2,08%	6,25%	17,74%	20,06%
Aquicultura em água doce	10,65%	28,32%	30,65%	32,77%
Fabricação de produtos alimentícios n.e.a*	1,96%	6,47%	6,47%	6,47%
Fabricação de intermediários para fertilizantes	0,54%	0,54%	0,54%	0,54%
Fabricação de álcool	0,15%	1,35%	2,55%	7,02%
Cultivo de cana-de-açúcar	2,10%	2,10%	2,10%	3,89%
Cultivo de cereais	11,39%	6,83%	23,65%	44,29%
Cultivo de plantas de lavoura temporária n.e.a*	0,63%	5,67%	10,71%	14,48%
Cultivo de café	7,22%	10,87%	10,87%	60,61%
Cultivo de laranja	3,42%	16,54%	30,81%	15,84%
Horticultura	0,86%	4,74%	4,74%	2,94%
Cultivo de lavoura permanente (exceto laranja e uva)	0,90%	2,55%	3,14%	6,78%
Cultivo de soja	17,58%	19,26%	19,26%	48,26%

Nota: \*não especificados anteriormente. Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Para algumas atividades econômicas usuárias, a captura do excedente do consumidor (em função da disposição a pagar) se mantém baixo, mesmo com a cobrança de preços unitários altos - o caso da fabricação de açúcar em bruto, que na CA-4 é de R\$ 0,30, mas representa apenas 1,14% da disposição a pagar da atividade. Para os irrigados como um todo, o modelo retorna uma cobrança que representa uma fração mais significativa das disposições a pagar; o que pode ocorrer, parcialmente, porque as próprias disposições a pagar são menores do que os industriais em valor absoluto (fruto da natureza da atividade agrícola). Também se observa uma diferença sensível entre as atividades de irrigação, que tendem a ter preços unitários e captura de excedente ligeiramente mais baixos para as culturas temporárias em detrimento às permanentes.

Conforme já discutido, não se vislumbra a utilização dos preços unitários de saída do modelo econômico como valores de referência direta para o mecanismo de cobrança na BH-Grande, uma vez que a equidade da aplicação do instrumento deve buscar coerência entre as contribuições relativas e absolutas, ponderando aspectos complementares. Não obstante, uma vez que o modelo congrega e otimiza a intensidade de uso e a eficiência na transformação da água em produção econômica e física, seus resultados são importantes balizadores para a proposta de mecanismo de cobrança.

O que fica claro pelos resultados do modelo, portanto, é que o setor agrícola detém uma capacidade de pagamento bastante superior ao que se infere pelos valores praticados pela cobrança em outras bacias hidrográficas, mesmo que não se operacionalize a captura de frações tão excessivas de suas disposições a pagar. Nota-se que mecanismos recentes de cobrança trazem uma maior diferenciação de valores para este setor usuário em relação ao praticado em outras bacias cuja cobrança se iniciou há mais tempo, com destaque para o Estado de Minas Gerais por meio da Deliberação Normativa CERH-MG nº 68/2021 (que é adotada no âmbito de bacias

afluentes ao Grande) e para o Distrito Federal por meio da Deliberação Conjunta nº 02/2019.

Outro resultado de clara visualização é o comprometimento relativamente baixo das disposições a pagar por parte das atividades do setor industrial, mesmo quando associados a preços unitários absolutos relativamente altos. Também se destaca a contribuição do setor de saneamento, que cresce quase que linearmente em função da demanda por mais arrecadação.

A definição de uma fração do preço unitário básico (PUB) para cada setor (atividade econômica usuária) se torna uma forma clara de aplicação das diferenças relativas indicadas pelo modelo para o mecanismo de cobrança. Afinal, o PUB pode variar em função dos cenários-objetivos, de forma que a diferença de cobrança entre os setores resguarde as eficiências indicadas pelo modelo.

Dada a análise dos resultados do modelo econômico, conclui-se que o mecanismo de cobrança deve manter coerência com a contribuição relativa entre os setores. Não obstante, outros aspectos devem ser considerados, como as frações de captura da disposição a pagar e o perfil dos usuários em cada setor agregado, pois há uma notável diferença na quantidade de interferências de cada um. Estas diferenças ocorrem não apenas na quantidade absoluta de interferências (são 153 outorgas industriais e 1.532 de irrigação), mas também nas atividades econômicas subjacentes, notadamente para os setores industrial e de irrigação. Dessa forma, comprehende-se como importante a subdivisão desses dois setores usuários agregados em categorias específicas para a cobrança.

Primando pela eficiência na alocação da cobrança, propõe-se a categorização da cobrança para alguns grupos de atividade econômica dos setores usuários indústria (segregadas em categorias “alto”, “médio” e “baixo”) e irrigação (segregada em culturas temporárias e permanentes). As categorias são assim prescritas de forma a primar pela simplicidade, equidade e replicação do mecanismo para novos usuários dos recursos

hídricos. Os setores usuários de abastecimento humano, criação animal, mineração e outros não demandam diferenciação.

Para a diferenciação dos perfis industriais, adota-se o nível de "divisão" da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE/IBGE 2.0. Esse grupo segregá as atividades econômicas em 87 categorias, sendo 24 delas correspondentes às seções de B e C, respectivamente indústrias extractivas e indústrias de transformação.

- A classe econômica de *fabricação de álcool*, por exemplo, está aninhada na divisão *fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis* (código 19 na CNAE). Quaisquer novas outorgas cuja atividade econômica recaia sob essa divisão, portanto, passam a ser classificadas como "indústria - alto" para fins de cobrança pelo uso de recursos hídricos.
- O mesmo se repete para a divisão de *fabricação de celulose, papel e produtos de papel* (código 17), que aninha a classe econômica de *fabricação de papel*. As divisões de código 10 e 11, respectivamente *fabricação de produtos alimentícios* e *fabricação de bebidas*, são classificadas como "indústria - médio" para fins de cobrança. Por exclusão, todas as demais divisões industriais são classificadas como "indústria - baixo".

Já a divisão para a irrigação é mais simplificada, pois considera o perfil da cultura irrigada - se temporária ou permanente. Caso o irrigante pratique irrigação concomitante de culturas de ambos os perfis com uma só outorga, abre-se a categoria de irrigação de culturas temporárias e permanentes.

Tabela 27: Setores usuários agregados e categorias de cobrança.

Setor usuário agregado	Categorização para cobrança
Ab. Humano (companhias de saneamento)	Único
Criação Animal	Único
Indústria	Alto (divisões 17 e 19 da CNAE)
	Médio (divisões 10 e 11 da CNAE)
	Baixo (demais divisões industriais da CNAE)
Irrigação	Irrigação de culturas temporárias
	Irrigação de culturas permanentes
	Irrigação de culturas temporárias e permanentes (em uma mesma interferência)
Mineração	Único
Outros	Único

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

A categoria “outros” aborda, como consequência das demais, as interferências outorgadas que não são classificadas como abastecimento humano, criação animal, indústria, irrigação ou mineração. Abarcam, assim, interferências de captação para o *consumo humano* (exceto os prestadores de serviços de saneamento) e a própria categoria “outros”, que é assim classificada na base de outorgas do CNARH.

Uma vez definida a categorização dos setores usuários para fins de cobrança, parte-se para a diferenciação de sua contribuição para a arrecadação total. Para tanto, utiliza-se da fração do preço unitário básico (PUB) para cada setor usuário e categoria, de forma que a cobrança trazida pelos seis cenários possa ter seus preços unitários de captação definidos: a partir do cenário sendo simulado, o PUB do cenário é multiplicado pela fração respectiva de cada categoria de cobrança.

A definição dos preços unitários diferenciados por setor e categoria é apresentada na Tabela 28, fruto de ponderação qualitativa entre os seguintes aspectos previamente discutidos:

- Resultados do modelo econômico para os preços unitários, considerando principalmente as configurações de análise CA-1, CA-2 e CA-3;

- Resultados do modelo econômico em termos da captura do excedente do produtor, considerando principalmente a CA-1, CA-2 e CA-3;
- Contribuição relativa dos setores usuários e categorias na arrecadação total, considerando as configurações CA-1, CA-2 e CA-3 do modelo econômico e da simulação dos preços unitários na base de outorgas;
- Quantidade absoluta de interferências de cada setor, uma vez que os diferentes volumes unitários de captação são proxy para o porte econômico subjacente; e, por fim,
- Valores absolutos da disposição a pagar das atividades econômicas.

*Tabela 28: Fração do preço unitário básico por setor usuário e categoria de cobrança para composição do mecanismo de cobrança.*

Setor usuário agregado	Categorização para cobrança	Fração do preço unitário básico
Ab. Humano (companhias de saneamento)	Único	80%
Criação Animal	Único	65%
Indústria	Alto (divisões 17 e 19 da CNAE)	220%
	Médio (divisões 10 e 11 da CNAE)	190%
	Baixo (demais divisões industriais da CNAE)	160%
Irrigação	Irrigação de culturas temporárias	50%
	Irrigação de culturas permanentes	55%
	Irrigação de culturas temporárias e permanentes	55%
Mineração	Único	190%
Outros	Único	100%

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

A alocação das frações do preço unitário básico por setor usuário e categoria reflete os aspectos considerados como chave para se ter uma diferenciação otimizada da cobrança da captação. Com base na subdivisão para cobrança trazida pela Tabela 28, todos os seis cenários podem ter seus preços unitários de captação, por setor usuário, definidas: a partir do cenário sendo simulado, o preço unitário básico do cenário passa a ser multiplicado pela fração respectiva de cada categoria de cobrança.

Como exemplo, tem-se o Cenário 3, cujo preço unitário é de R\$ 0,0339/m<sup>3</sup>. Para o usuário cuja outorga tem a finalidade de abastecimento humano (prestadores do

serviço de abastecimento de água), o preço unitário é de 80% deste preço unitário, resultando em R\$ 0,0271/m<sup>3</sup> (0,0339 x 0,80 arredondada à 4<sup>a</sup> decimal).

Ainda no exemplo do Cenário 3, o preço unitário para uma outorga industrial cuja divisão econômica é de *fabricação de produtos alimentícios* (código 10 na CNAE/IBGE), passa a ser definida pela multiplicação do preço unitário de R\$ 0,0339/m<sup>3</sup> pela fração correspondente à “indústria - médio” para fins de cobrança, que é de 190%, resultando em R\$ 0,0644/m<sup>3</sup> (0,0339 x 1,90 arredondada à 4<sup>a</sup> decimal). As classes econômicas de fabricação de açúcar em bruto e de fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente, por exemplo, recaem sob essa divisão.

A Tabela 28 também apresenta a fração do preço básico que é alocado aos usuários classificados em sua finalidade de outorga como “outros” e usuários de captação da finalidade “consumo humano” excluindo-se os prestadores de serviços de saneamento. Estas interferências não foram objeto de escrutínio pelo modelo econômico, uma vez que trazem relações econômicas com o recurso hídrico heterogêneas por definição. São, no entanto, usuários que devem ter tratamento isonômico, além de concorrem pelo uso do recurso. Dessa forma, a fração do preço básico alocada para esse grupo de usuários é equivalente ao próprio preço básico (100%) que o cenário de cobrança enseja. Conforme abordado anteriormente, parte significativa das interferências destas categorias acaba sendo classificada como de pequeno porte, tendo ou isenção da cobrança, ou a cobrança simplificada por meio de taxa fixa.

Nota-se que a soma ponderada do preço unitário básico pelas frações apostas na Tabela 28 não atinge o mesmo valor que o preço unitário básico do cenário: no exemplo do Cenário 3, somam R\$ 0,0300/m<sup>3</sup>, sendo que o necessário para se atingir o total da arrecadação-objetivo desse cenário é R\$ 0,0339/m<sup>3</sup>. Longe de ser um equívoco, trata-se de deixar margem para a contribuição do lançamento e das outras facetas do mecanismo da cobrança.

Conforme as conclusões traçadas no item anterior, o montante total a ser arrecadado deve manter um certo balanço entre as cobranças por captação e lançamento. Uma vez considerada a participação do lançamento, a de captação deve refletir, nos preços unitários, essa menor necessidade de cobrança. Outras duas características do mecanismo interferem (e reduzem) a necessidade de arrecadação e, portanto, devem estar refletidas na composição dos preços unitários por setor usuário: a isenção de pequenas outorgas e a cobrança adicional para as interferências de captação nos locais críticos.

**Avaliação da sazonalidade:** O modelo econômico teve como um dos seus parâmetros a sazonalidade das interferências de captação, sendo compreendida como tal a interferência cujo volume se concentra, em uma fração igual ou maior a 70% do total anual, nos meses de estiagem. Com base na comparação entre as configurações do modelo com e sem o parâmetro de sazonalidade (configuração de análise CA-4 e CA-6, respectivamente), observa-se que as duas únicas atividades que sofrem diferenciação marginal nos preços unitários são as de cultivo de frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva e o cultivo de plantas de lavoura temporária não especificadas anteriormente.

A baixa sensibilidade do parâmetro não é fruto de sua irrelevância, mas sim do fato de que a sazonalidade das interferências está bastante correlacionada com o parâmetro dos arquétipos. Afinal, os locais críticos indicam a existência de conflitos pelo recurso hídrico e são, por sua vez, obtidos pelo balanço hídrico com vazões de estiagem. Dada a redundância da sazonalidade no modelo, e de forma a manter o mecanismo de cobrança o mais simples possível, opta-se por desconsiderar essa característica do mecanismo de cobrança.

**Diferenciação por grande porte:** O mecanismo de cobrança pode realizar duas possíveis diferenciações da cobrança por porte, considerando as interferências de grande porte por um lado e/ou as pequenas interferências. O modelo econômico não

embutiu, como parte de sua concepção, a diferenciação de interferência de grande porte para que dela se cobrasse preços unitários maiores. Longe de ter sido um equívoco, essa característica foi desconsiderada por se compreender que o próprio volume de cada outorga já é uma proxy do porte subjacente do usuário e que, em assim o sendo, um grande usuário passará a ter uma cobrança maior porque faz uso mais intensivo do recurso.

Dois casos hipotéticos ilustram a questão: (i) um usuário de grande porte pode assim o ser porque é ineficiente e consome maiores quantidades de água do que poderia; e (ii) outro usuário perfaz atividade econômica de grande porte, e por isso consome volumes altos, mas o faz com eficiência. Uma vez que o valor absoluto da cobrança é o produto do preço e da quantidade (volume), caso o preço esteja refletindo de algum modo a escassez do recurso hídrico, em ambos os casos se alcançará a eficiência econômica sem diferenciação do preço em função do porte.

No caso (i), o incentivo para que o usuário reduza sua conta de cobrança advém do componente “volume captado”, que é alto por ser ineficiente - com o preço padrão, o montante absoluto da cobrança (preço x volume) já deve ser alto o suficiente para que investimentos em eficiência hídrica se justifiquem e o usuário reduza seu volume captado.

Já no caso (ii), o usuário está na fronteira da eficiência e arcará com um alto valor de cobrança (preço x volume) devido ao seu grande porte, que é reflexo da atividade econômica subjacente e justifica o valor final. Caso houvesse diferenciação do preço (a maior) para esse usuário, ao invés de incentivo para que se mantenha o nível atual de eficiência, haveria uma punição pelo grande porte, que não se justifica sob o ponto da eficiência de uso do recurso hídrico sob o aspecto de sua conversão para produção econômica (física e financeira).

De forma análoga, facilmente se argumenta que minorar a cobrança dos grandes usuários é uma estratégia geradora de ineficiência, pois no caso (i) haveria menos

incentivo para a redução de uso, o que seria injustificado porque o usuário é categorizado como grande justamente por ser ineficiente. No caso (ii), em contrapartida, um preço minorado concederia uma bonificação indevida para um usuário de grande porte, injustificada uma vez ele utiliza uma fração significativa do recurso escasso.

Com essa digressão, conclui-se que não se deve realizar distinções de preços, tanto a maior como a menor, em função do grande porte. Importante notar que essa conclusão diz respeito a diferenciação de porte exclusivamente para fins de cobrança, e não aborda outras obrigações para os outorgados de grande porte, como a obrigação de que seus volumes captados e lançados sejam mensurados e não estimados.

**Diferenciação por pequeno porte:** A diferenciação de interferências de pequeno porte traz uma lógica econômica distinta da eventual diferenciação por grande porte: trata-se da exclusão de pequenos pagadores de forma a se ter menores custos de transação. Afinal, o custo administrativo de cadastrar um usuário, coletar seu volume de consumo e/ou lançamento, aplicar a fórmula da cobrança, emitir boleto e verificar seu pagamento é exatamente o mesmo para uma cobrança de R\$ 10, R\$ 1.000 ou R\$ 100.000. De forma geral, poucos pagadores de grande porte já concedem arrecadação suficiente para o desempenho das funções remediativas e de gestão que se espera obter com os recursos da cobrança.

Por outro lado, a cobrança desempenha o papel de sinalizar o valor econômico do recurso hídrico e sua escassez, sendo desejável, portanto, que mesmo os menores dos usuários sejam cobrados por preços, mesmo que simbólicos. O usuário que é cobrado, por menor que seja o valor absoluto dessa cobrança, passa a contribuir ativamente com a gestão das águas e a reconhecer, por consequência, seu papel no contexto da bacia hidrográfica, bem como passa a aprender o papel fulcral exercido pelo Comitê de Bacias e dos demais instrumentos de gestão para a sustentabilidade

do recurso. Nessa cobrança, prepondera o caráter educativo sobre o arrecadatório, mas não de forma a comprometer a eficiência do próprio esforço administrativo que a ela se aloca.

Como forma prática de endereçar esse paradoxo, sugere-se aplicar uma linha de corte para os valores de cobrança anual, abaixo da qual a cobrança deixa de ser realizada pela aplicação do mecanismo usual (preço x volume) e passa a ser realizada com base em um valor único e fixo, de caráter educativo, suficiente para que haja o comprometimento do usuário para com a manutenção do sistema, mas tabelado para que facilite sua emissão e controle de quitação.

Outra opção, claramente, é isentar da cobrança os usuários de pequeno porte. A concessão da isenção já é uma prerrogativa para os usuários que não dependem de outorga para o uso de recursos hídricos, sendo que essa isenção pode ser estendida para os pequenos usuários - definidos pelo limite de valores cobrados - uma vez que se trata de uma forma equânime e embutida no próprio mecanismo de cobrança. Em um determinado ano, o usuário Q pode ser isento, pois captou um volume pequeno, sendo que no outro ano, devido ao aumento de sua captação, passa a ser um usuário não-isento. Da mesma forma, preços maiores podem aumentar a base de usuários não-isentos, rendendo a dinâmica a prerrogativa de isenção.

- Utilizou-se, assim, uma linha de corte equivalente a R\$ 500 por ano de cobrança para delimitar as interferências que passariam a estar enquadradas como pequenas e, consequentemente, sujeitas a cobrança por uma taxa mínima.

Uma vez que a linha de corte para a determinação do pequeno porte se dá em função do valor que seria cobrado, cada um dos cenários de cobrança, com seus valores-objetivo distintos, trazem quantitativos diferenciados. A Tabela 29 apresenta os quantitativos agregados de interferências de captação que estariam isentas sob o critério de  $\leq R\$ 500$ . Com base no quantitativo de interferências que recaem sobre a categoria de pequeno porte, pode-se facilmente simular o efeito monetário de uma

eventual cobrança de taxa fixa para tais intervenções; como contrapartida, o mesmo valor representa o que se deixaria de arrecadar caso essa categoria de usuários fosse isenta da cobrança.

*Tabela 29: Resumo da classificação em pequeno porte e eventual arrecadação com taxas fixas.*

Cenários de cobrança	Quantidade de outorgas de captação de pequeno porte	Cobrança de taxa fixa de R\$ 250 (R\$/ano)	Cobrança de taxa fixa de R\$ 500 (R\$/ano)
Cenário 1	202	50.500	101.000
Cenário 2	274	68.500	137.000
Cenário 3	319	79.750	159.500
Cenário 4	423	105.750	211.500
Cenário 5	521	130.250	260.500
Cenário 6	763	190.750	381.500

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

A Tabela 29 demonstra a importância relativa da cobrança da taxa fixa, que diminui com a quantidade de intervenções classificadas como de pequeno porte. No cenário de maior demanda financeira (Cenário 1), a linha de corte da classificação abrange 202 outorgas, que caso fossem cobradas por uma taxa fixa de R\$ 250/ano, totalizariam uma contribuição financeira singela, de R\$ 50,50 mil. Trata-se, claramente, de uma cobrança com fins preponderantes de educação e envolvimento, e não arrecadatória. Já no cenário de menor demanda financeira (Cenário 6), uma eventual isenção da cobrança das outorgas de pequeno porte abrange 763 outorgas de captação (29,4% do total) e representa uma arrecadação (com taxa fixa de R\$ 250/ano) de R\$ 190,75 mil por ano.

A tabela abaixo apresenta o perfil das interferências classificadas como tendo pequeno porte para cada um dos seis cenários. Em todos eles, há uma preponderância de usuários irrigantes, usuários cuja finalidade é consumo humano (exceto os prestadores de serviços de saneamento) e também os usuários cuja finalidade de uso é “outro”. Estas categorias de usuários tem as maiores proporções de suas

interferências com volumes baixos, pré-condição para que o valor anual da cobrança recaia sob a linha de corte pré-estabelecida.

*Tabela 30: Perfil das outorgas de domínio da União classificadas como de pequeno porte nos cenários.*

Cenários de cobrança	CAPTAÇÃO		LANÇAMENTO	
	Quantidade de outorgas	Volume captado	Quantidade de outorgas	Volume lançado
Cenário 1	202 (7,8%)	1.192 (0,1%)	158 (58,7%)	73.092 (17,0%)
Cenário 2	274 (10,6%)	2.378 (0,1%)	165 (61,3%)	73.737 (17,2%)
Cenário 3	319 (12,3%)	3.217 (0,2%)	168 (62,5%)	73.953 (17,2%)
Cenário 4	423 (16,3%)	5.973 (0,3%)	178 (66,2%)	74.463 (17,3%)
Cenário 5	521 (20,1%)	9.265 (0,5%)	187 (69,5%)	80.689 (18,8%)
Cenário 6	763 (29,4%)	21.403 (1,2%)	199 (74,0%)	85.092 (19,8%)

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

O Cenário 1, que traz o mais alto entre os valores-objetivos, é aquele que menos classifica interferências como sendo de pequeno porte, uma vez que a multiplicação do preço mais alto pelos volumes consumidos atinge valores superiores a R\$ 500 por ano mais vezes (7,8% do total). No extremo oposto, o Cenário 6 classifica uma grande quantidade de interferências como de pequeno porte (29% do total), pois o preço mais baixo resulta, mesmo multiplicado pelo mesmo volume, em uma maior probabilidade de se estar abaixo da linha de corte de R\$ 500. Para fim das simulações subsequentes (capítulo 9), considerou-se a linha de corte (quando o valor a ser cobrado é igual ou menor a R\$ 500) e a cobrança, consequentemente, de uma taxa fixa de R\$ 250/ano. A inclusão dos valores arrecadados com essa cobrança não é significativa o suficiente para modificar o atingimento dos valores-objetivos de cada cenário.

### **Arredondamento dos preços unitários menores que a unidade monetária:**

Conforme descrito nos itens precedentes, a base referencial de valores para o mecanismo de cobrança é o preço unitário básico de cada cenário, oriundo da divisão do valor-objetivo do cenário pelo volume de captação outorgado. O resultado dessa

divisão é um valor por metro cúbico de pequeno valor absoluto, significativamente menor do que a unidade. Da mesma forma, a multiplicação desse valor unitário pela fração do preço unitário básico por categoria de cobrança e pelas demais facetas do mecanismo proposto, também resulta em valores monetários expressos em frações da unidade.

Dessa feita, é importante que o mecanismo de cobrança traga uma forma padronizada e inequívoca de se trabalhar com os valores unitários. Propõe-se adotar o critério de arredondamento prescrito pela Norma ABNT NBR 5891 e adotar como padrão para tal o arredondamento à quarta decimal, ou seja, arredondar os valores para que não sejam menores do que quatro casas decimais<sup>16</sup>.

**Mensuração dos volumes de captação e lançamento:** Tanto a modelagem econômica como as simulações subsequentes fazem uso dos dados das outorgas de domínio da União. Sabe-se, no entanto, que as outorgas podem não refletir de forma fiel os volumes captados, uma vez que o uso efetivo tende a ser menor do que o outorgado.

Com base em 110 dados obtidos pela Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos (DAURH) na bacia do Rio Grande para o mesmo ano que a extração de outorgas do CNARH trabalhada como base deste estudo, pode-se estabelecer uma amostra (pequena) do desvio que se pode esperar entre os volumes outorgados e os

---

<sup>16</sup> A Norma ABNT NBR 5891 lê, de forma resumida: Regra 1: quando o algarismo imediatamente seguinte ao último algarismo a ser conservado for inferior a 5, o último algarismo a ser conservado permanecerá sem modificação (ex.: 1,33 arredondado à primeira decimal tornar-se-á 1,3). Regra 2: quando o algarismo imediatamente seguinte ao último algarismo a ser conservado for superior a 5, ou, sendo 5, for seguido de no mínimo um algarismo diferente de zero, o último algarismo a ser conservado deverá ser aumentado de uma unidade (ex.: 1,66 arredondado à primeira decimal tornar-se-á 1,7; 4,8505 arredondados à primeira decimal tornar-se-ão 4,9). Regra 3: quando o algarismo imediatamente seguinte ao último algarismo a ser conservado for 5 seguido de zeros, dever-se-á arredondar o algarismo a ser conservado para o algarismo par mais próximo. Consequentemente, o último algarismo a ser retirado, se for ímpar, aumentará uma unidade (ex.: 4,5500 arredondados à primeira decimal tornar-se-ão 4,6). Regra 4: quando o algarismo imediatamente seguinte ao último a ser conservado for 5 seguido de zeros, se for par o algarismo a ser conservado, ele permanecerá sem modificação (ex.: 4,8500 arredondados à primeira decimal tornar-se-ão 4,8).

volumes efetivamente captados. A Tabela 31 apresenta os resultados da comparação, onde se nota que, na média ponderada entre as declarações amostradas, o uso efetivo é de 81,6% do volume outorgado.

*Tabela 31: Comparação entre o volume captado declarado na DAURH e o volume outorgado.*

Setores Usuários Agregados	Quantidade de interferências <sup>1</sup>	Quantidade de interferências com DAURH (amostra)	Representatividade da amostra	Diferença média (ponderada) entre o volume declarado e outorgado
Abastecimento Humano	125	27	21,6%	87,8%
Irrigação	1.532	57	3,7%	86,9%
Indústria	166	26	17,0%	63,5%
<b>Total</b>	<b>2.593<sup>2</sup></b>	<b>110</b>	<b>4,2%</b>	<b>81,6%</b>

<sup>1</sup> A quantidade de interferências em cada setor advém da leitura da base de outorgas já classificadas em categorias para associação com as atividades econômicas. <sup>2</sup> O total de 2.593 inclui outras finalidades não apresentadas na Tabela. Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Com base nessa amostra, pode-se esperar que o total arrecadado pela cobrança não seja o mesmo que os valores simulados, mas sim valores a menor. Por outro lado, espera-se que haja uma maior precisão na mensuração e monitoramento dos volumes captados, especialmente para os grandes usuários, o que pode compensar, parcialmente, essa discrepância.

Nota-se relevante, nesse contexto, a obrigatoriedade de monitoramento dos volumes postulada pela Resolução ANA nº 91/2021 para as interferências sob domínio da União na bacia do rio Paraíba do Sul: o limite a ser observado para a obrigatoriedade de monitoramento dos volumes de captação é de 120 m<sup>3</sup>/h, e para lançamento, é de 180 kg/dia de DBO. Aplicando-se estes mesmos parâmetros para as outorgas de domínio da União na bacia do Rio Grande, ter-se-ia uma quantidade muito pequena de interferências (27 outorgas de captação, ou 1% do total) que passariam a medir, obrigatoriamente, seus volumes. Não obstante, estes poucos usuários representam 26% do volume outorgado, como aponta a Tabela 32.

*Tabela 32: Perfil das outorgas sob domínio da União que se enquadrariam nos parâmetros da Resolução ANA nº 91/2021.*

Setores Usuários Agregados	CAPTAÇÃO (≥120 m <sup>3</sup> /h)		LANÇAMENTO (≥180 kg/diaDBO)	
	Fração da quantidade de outorgas	Fração do volume captado	Fração da quantidade de outorgas	Fração do volume lançado
Ab. Humano (Cia. Saneamento)	4,0%	35,9%	48,1%	87,5%
Indústria	7,2%	56,3%	18,7%	91,8%
Irrigação	0,7%	15,0%	-	-
Criação animal	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mineração	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Consumo humano (exceto Cia. San.)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Usos não especif. ("Outros")	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>TOTAL</b>	<b>1,0%</b>	<b>25,8%</b>	<b>14,9%</b>	<b>72,5%</b>

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Sugere-se, dessa feita, que haja uma replicação da Resolução ANA nº 91/2021 para as interferências de domínio da União na bacia do Rio Grande, de modo que a base da cobrança seja a mais fiel possível aos volumes efetivamente captados e lançados. Afinal, o sistema de cobrança não pode ser implementado sem que haja o conhecimento, o controle e a fiscalização dos principais usos da água, dependendo, portanto, da outorga e da fiscalização.

Outrossim, nota-se que o mecanismo de cobrança deve prever a coexistência de volumes e de cargas medidas/estimadas e outorgadas. Ou seja, mesmo que haja uma tendência de maior mensuração em detrimento à estimativa, ambos os resultados poderão, em um dado ano, diferir da outorga concedida. Nota-se que um dos setores usuários mais estáveis, nesse sentido, é o de abastecimento humano.

Como já discutido, a diferenciação entre o volume ou carga outorgada versus volume ou carga medida/estimada pode ocorrer tanto pelo efeito de reserva de mercado que a outorga pode ensejar, como por uma decisão empresarial. O detentor de uma outorga pode produzir, em um dado ano, abaixo ou acima da sua média de

produção em resposta à sazonalidade do mercado, flutuações conjunturais, alterações de calendário agrícola em função das culturas cultivadas a cada safra e tantos outros. Nessas situações, espera-se que o uso dos recursos hídricos (captação ou lançamento) também sofra alterações para mais ou para menos, flutuações estas que não resultam em revisões dos valores outorgados.

De forma a tornar o mecanismo de cobrança o mais justo possível em relação às eventuais diferenças entre volumes utilizados versus outorgados e privilegiar os usuários que realizam a medição e estimação coerente de seu uso, propõe-se a adoção da seguinte mecânica:

- Caso haja medição, o volume captado e/ou a carga lançada são dados pela média aritmética entre o que é medido e o que é outorgado; caso não haja medição ou estimação coerente, a cobrança se dá integralmente pelo volume e/ou carga outorgados.

Nos casos em que há medição dos valores captados ou lançados, propõe-se o uso da média aritmética entre estes e os valores outorgados. Em um ano em que o usuário faz uso menor dos recursos hídricos do que prevê sua outorga, o valor da contribuição será menor, mas não ao ponto de deixar de refletir a reserva de mercado que permaneceu intacta via outorga. No sentido oposto, em um ano em que haja um uso excessivo em relação à outorga, este usuário não será cobrado exclusivamente por este excesso, mas sim também pelo seu volume outorgado que lhe é, perante a gestão do recurso hídrico, garantido. Essa mecânica, embora simples, permite alinhar os incentivos entre o usuário e suas decisões empresariais, e a gestão dos recursos hídricos. Afinal, em uma situação de gestão ideal, ambos os valores (vazões e cargas medidas e vazões e cargas outorgadas) devem convergir no longo prazo para uma relação constante.

A regra proposta utiliza apenas dos valores outorgados para realizar a cobrança dos usuários que não reportam seu uso via DAURH de forma medida ou estimada de

forma coerente. Nesse caso, o incentivo dado pela cobrança via outorga é para que haja a mensuração dos volumes e cargas utilizados.

**Vinculação com o Plano de Bacia e sua revisão:** Conforme ressaltado nos capítulos anteriores, a cobrança se dá de forma vinculada ao plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica, que baliza as necessidades financeiras e os planos de uso dos recursos; ou seja, os recursos financeiros provenientes devem permitir a realização de ações previstas no plano de forma a proporcionar benefícios relevantes. O próprio levantamento dos orçamentos associados, que dá base aos valores-objetivos, é realizado para um horizonte temporal de longo prazo (dez anos) e é então dividido por estes dez anos para se ter a base anual dos valores que espelham os objetivos do PIRH-Grande.

A cobrança espelha, em resumo, um ciclo de planejamento da bacia hidrográfica. Dessa feita, embora o mecanismo da cobrança possa permanecer imutável, os valores que utilizados como seus insumos devem variar, espelhando as necessidades dos próximos ciclos. Das facetas do mecanismo, outra que deve variar com a revisão do Plano de Bacia é a delimitação dos locais críticos. Recomenda-se que a revisão do Plano atualize os objetivos a serem atingidos com a implantação da 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 10 anos, coerente tanto com a amplitude de recursos estimada como em relação à expectativa de se rever o PIRH-Grande.

### *Síntese dos mecanismos de cobrança*

Conforme apresentado nos itens precedentes, o mecanismo de cobrança para o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Grande apresenta as características apostas na Tabela 33. Nota-se a distinção por setores usuários e subgrupos destes setores para a cobrança da captação; bem como o incremento no preço caso a interferência se localize em área crítica: área com arquétipos qualitativos e/ou quantitativos iguais ou

superiores a classe 5, sofrendo assim um acréscimo de 75% no preço unitário de captação (preço unitário captação x 1,75).

Para a cobrança de lançamento, o preço definido para cada kg de DBO lançada é fixo por setor usuário, mas varia em função do cenário e da localização da interferência, pois se ocorre em local crítico, é acrescida em 25% (preço fixo de lançamento x 1,25). Há, por fim, distinção dos usuários outorgados de pequeno porte, assim classificados caso a cobrança anual (tanto para captação como para lançamento) resulte em valor igual ou menor que R\$ 500,00, passando então a incidir um preço fixo de R\$ 250,00/ano.

*Tabela 33: Síntese do mecanismo de cobrança proposto, cujos valores unitários variam em decorrência do cenário e seu valor-objetivo.*

Setor usuário agregado	Categoria para cobrança	Localização da Interferência	Captação	Lançamento	Captação ou Lançamento
		(função da criticidade)	(fração do PU Básico)*	(PU único)	(R\$≤500)
Ab. Humano	Única	Local Não Crítico	80% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	80% do PUB * 1,75	PU único * 1,25	
Criação Animal	Única	Local Não Crítico	65% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	65% do PUB x 1,75	PU único * 1,25	
Indústria	Alto (divisões 17 e 19)	Local Não Crítico	220% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	220% do PUB x 1,75	PU único * 1,25	
	Médio (divisões 10 e 11)	Local Não Crítico	190% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	190% do PUB x 1,75	PU único * 1,25	
Irrigação	Baixo (demais industriais)	Local Não Crítico	160% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	160% do PUB x 1,75	PU único * 1,25	
	Irrig. culturas temporárias	Local Não Crítico	50% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	50% do PUB x 1,75	PU único * 1,25	
	Irrig. culturas permanentes	Local Não Crítico	55% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	55% do PUB x 1,75	PU único * 1,25	
	I. de c. temp. e perm.	Local Não Crítico	55% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	55% do PUB x 1,75	PU único * 1,25	
Mineração	Única	Local Não Crítico	190% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	190% do PUB x 1,75	PU único * 1,25	
Outros	Única	Local Não Crítico	100% do PUB * 1,00	PU único * 1,00	R\$ 250,00
		Local Crítico	100% do PUB x 1,75	PU único * 1,25	

Nota\*: O PUB é resultado da divisão entre o valor anual médio objetivado para cada cenário de cobrança e o volume outorgado em captações em rios de domínio da União (R\$/m<sup>3</sup>). Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Com o mecanismo proposto, a formulação da cobrança passa a ser a mais simples possível:

$$\text{Valor (R$/ano)} = (\text{Volume}_{cap} * \text{PU}_{cap}(\text{usuário})) + (\text{Carga}_{lanç} * \text{PU}_{lanç})$$

sendo:

- Volume captado ( $\text{Volume}_{cap}$ ) = volume derivado, captado e extraído medido ou outorgado, em m<sup>3</sup>/ano.
- Carga lançada ( $\text{Carga}_{lanç}$ ) =  $\text{Volume}_{lanç} * DBO_{5,20}$ , expressa em Kg/ano, sendo que o  $\text{Volume}_{lanç}$  é aquele lançado de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, medido ou outorgado, em m<sup>3</sup>/ano.
- Preço Unitário (PU) = expresso em R\$/m<sup>3</sup> ou em R\$/Kg, variando conforme a categoria do usuário.

Outra importante adição à formulação da cobrança é referente à exceção das interferências outorgadas de pequeno valor:

- Caso o resultado da aplicação da formulação seja igual ou inferior a R\$ 500,00, o valor cobrado passa a ser fixo em R\$ 250,00/ano.

Por fim, cabe a distinção da base da cobrança em função da medição ou estimação coerente dos volumes captados e cargas lançadas:

- Caso haja medição, o volume captado e/ou a carga lançada são dados pela média aritmética entre o que é medido e o que é outorgado; caso não haja medição ou estimação coerente, a cobrança se dá integralmente pelo volume e/ou carga outorgados.

Outra faceta do mecanismo proposto é referente à cobrança diferenciada para locais críticos, aqui equiparados aos dos arquétipos qualitativos ou quantitativos de classe 5 e 6 do Cenário do Plano do PIRH-Grande. Sua inserção não se dá diretamente na fórmula da cobrança, mas é expressa na identificação, para cada categoria de cobrança, do PU respectivo, tal como se apresentam nas tabelas da sequência. Estas trazem a proposta de preços unitários (PU) para lançamento em locais críticos e não-

críticos (Tabela 34), preços unitários (PU) para captação em locais não-críticos (Tabela 35) e preços unitários (PU) para captação em locais críticos (Tabela 36).

*Tabela 34: Preços unitários de lançamento entre os cenários (locais não-crítico e críticos).*

<b>Categoria para cobrança única</b>	<b>Preços unitários de lançamento R\$/kgDBO</b>					
	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>	<b>Cenário 4</b>	<b>Cenário 5</b>	<b>Cenário 6</b>
Locais não-críticos	0,3100	0,2600	0,2200	0,1500	0,1100	0,0600
Locais críticos	0,3875	0,3250	0,2750	0,1875	0,1375	0,0750

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

*Tabela 35: Preços unitários de captação entre os cenários (locais não-críticos).*

<b>Categoria para cobrança</b>	<b>Preços unitários de captação R\$/m³ - Locais não-críticos</b>					
	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>	<b>Cenário 4</b>	<b>Cenário 5</b>	<b>Cenário 6</b>
Ab. Humano	0,0474	0,0324	0,0271	0,0189	0,0138	0,0077
Criação Animal	0,0385	0,0263	0,0220	0,0153	0,0112	0,0062
Indústria (Alto)	0,1302	0,0891	0,0746	0,0519	0,0381	0,0211
Indústria (Médio)	0,1125	0,0770	0,0644	0,0448	0,0329	0,0182
Indústria (Baixo)	0,0947	0,0648	0,0542	0,0378	0,0277	0,0154
Irrigação (culturas temporárias)	0,0296	0,0203	0,0170	0,0118	0,0087	0,0048
Irrigação (culturas permanentes)	0,0326	0,0223	0,0186	0,0130	0,0095	0,0053
Irrigação (l. de c. temp. e perm.)	0,0326	0,0223	0,0186	0,0130	0,0095	0,0053
Mineração	0,1125	0,0770	0,0644	0,0448	0,0329	0,0182
Outros	0,0592	0,0405	0,0339	0,0236	0,0173	0,0096

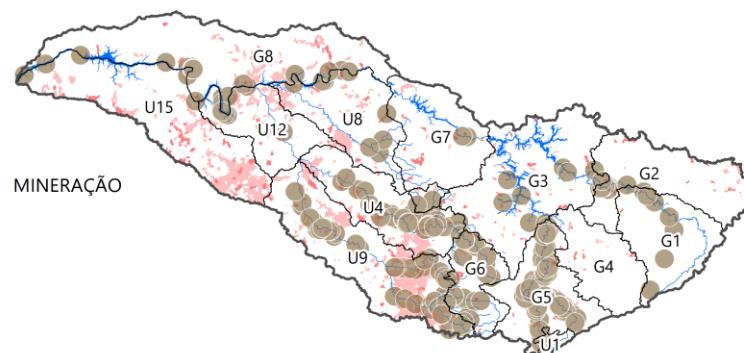
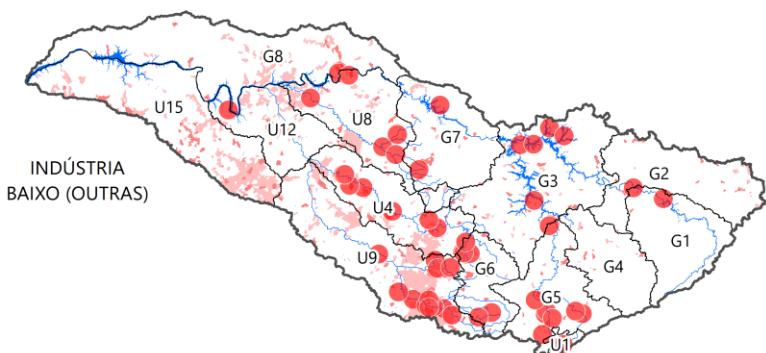
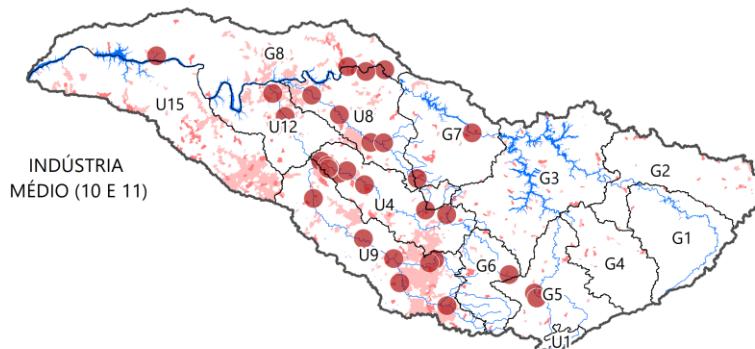
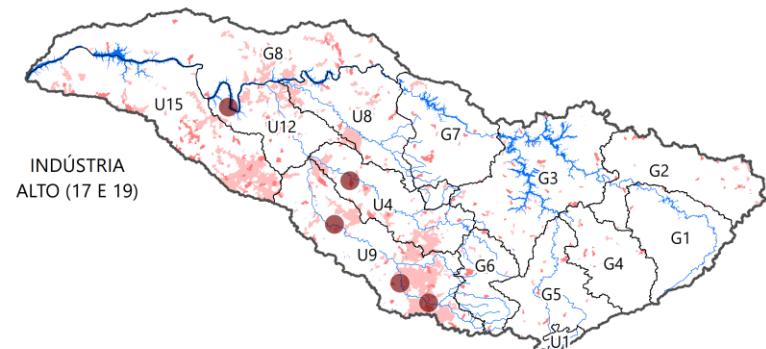
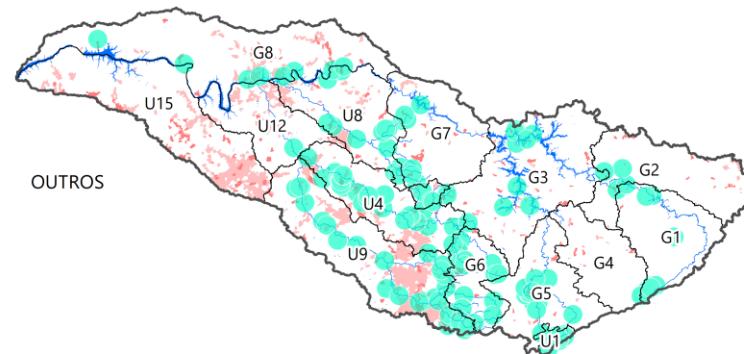
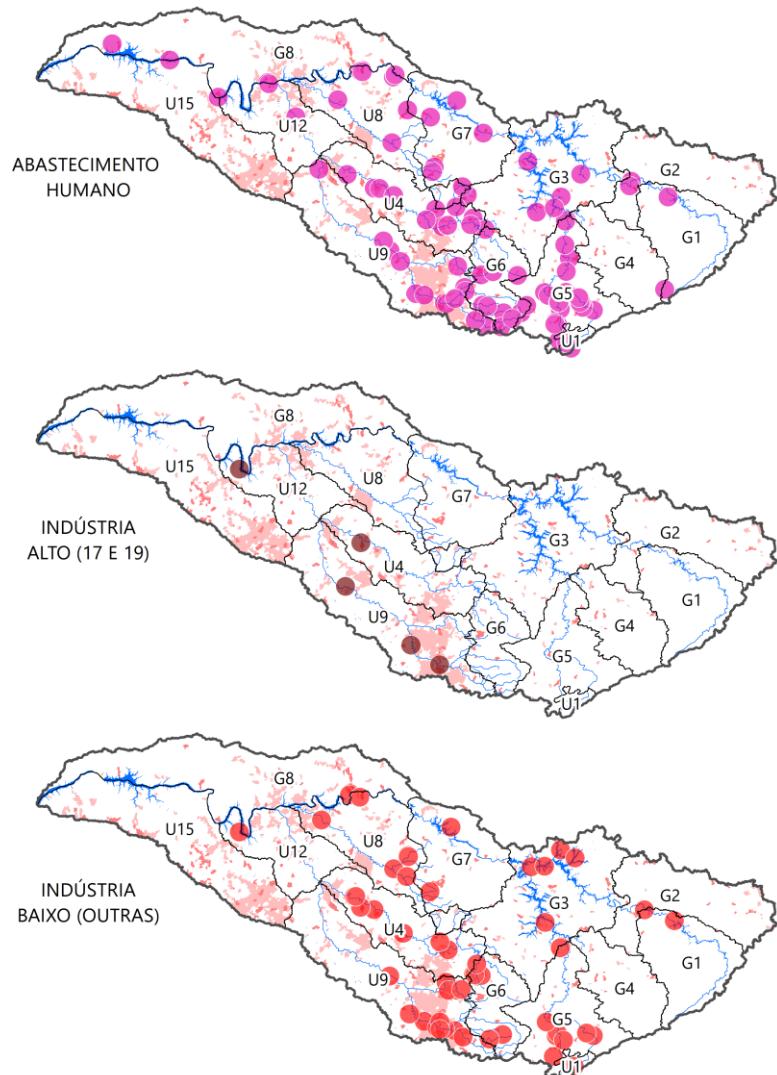
Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

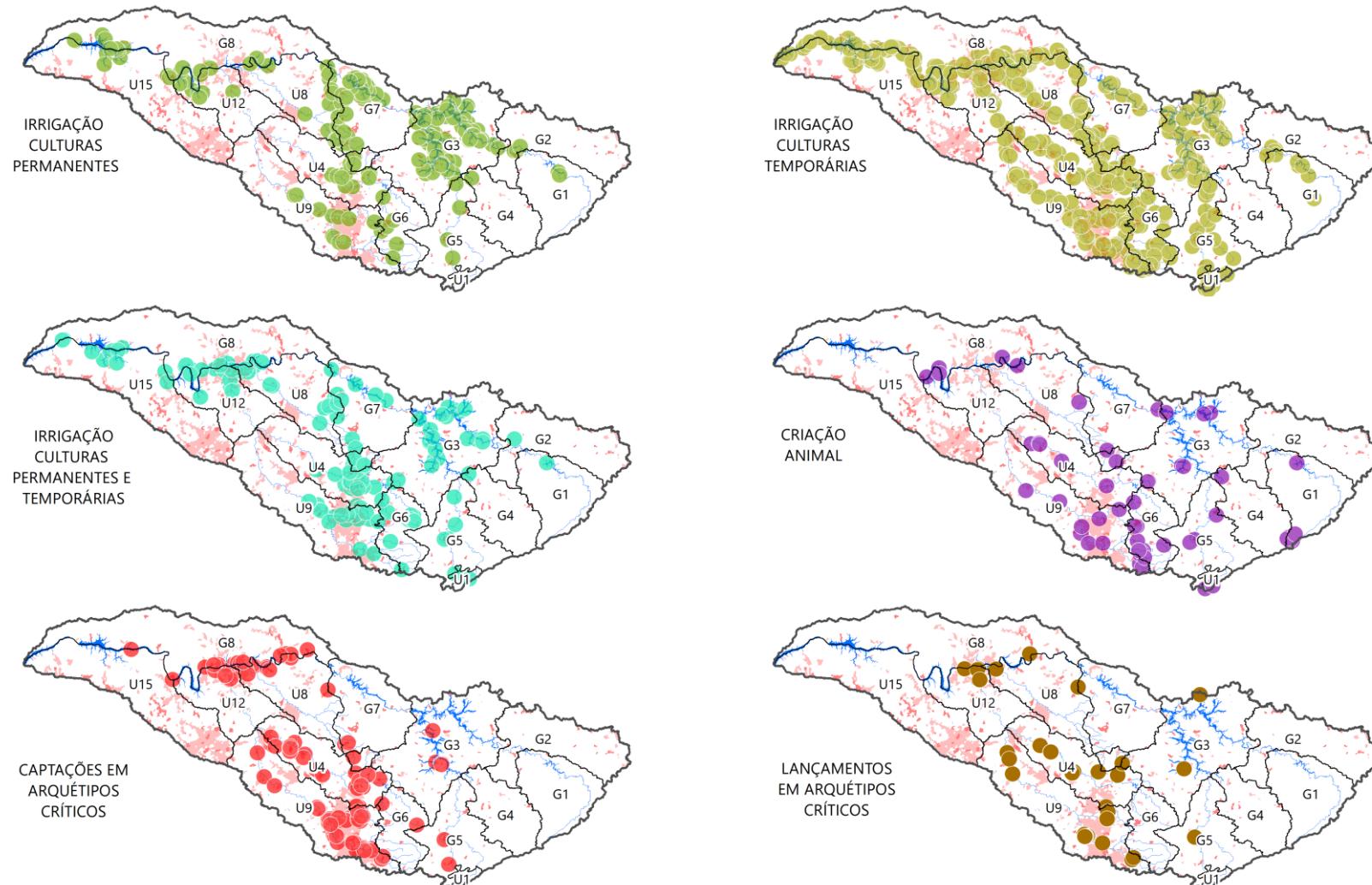
Tabela 36: Preços unitários de captação entre os cenários (locais críticos).

Preços unitários de captação R\$/m³ - Locais críticos						
Categoria para cobrança	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Ab. Humano	0,0830	0,0567	0,0474	0,0331	0,0242	0,0135
Criação Animal	0,0674	0,0460	0,0385	0,0268	0,0196	0,0109
Indústria (Alto)	0,2279	0,1559	0,1306	0,0908	0,0667	0,0369
Indústria (Médio)	0,1969	0,1348	0,1127	0,0784	0,0576	0,0319
Indústria (Baixo)	0,1657	0,1134	0,0949	0,0662	0,0485	0,0270
Irrigação (Irrig. culturas temporárias)	0,0518	0,0355	0,0298	0,0207	0,0152	0,0084
Irrigação (Irrig. culturas permanentes)	0,0571	0,0390	0,0326	0,0228	0,0166	0,0093
Irrigação (I. de c. temp. e perm.)	0,0571	0,0390	0,0326	0,0228	0,0166	0,0093
Mineração	0,1969	0,1348	0,1127	0,0784	0,0576	0,0319
Outros	0,1036	0,0709	0,0593	0,0413	0,0303	0,0168

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Com base nesse mecanismo, os seis cenários de cobrança desenvolvidos para a BH-Grande exploram diferentes preços unitários para a retirada de água e lançamento de efluentes, mas de forma embasada nos fundamentos econômicos que incentivam o uso racional dos recursos hídricos, conforme prevê a Lei das Águas, principalmente para as zonas mais críticas da bacia sob o ponto de vista do balanço hídrico qualitativo. As figuras abaixo apresentam as interferências em cada categoria de cobrança.





**Figura 12: Interferências em cada uma das categorias para cobrança propostas pelo mecanismo.**

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2021).

## 9. SIMULAÇÕES DOS CENÁRIOS DE COBRANÇA

O presente capítulo traz as simulações da cobrança com base no mecanismo descrito no capítulo acima (8) e com os preços unitários adequados para se fazer atingir os objetivos demandados por cada um dos seis cenários de cobrança. Recapitulando-se o exposto no capítulo 4, cada um dos cenários vincula, com clareza, os valores a serem arrecadados com os objetivos explícitos de gestão (nexo claro entre a cobrança e o uso previsto para os recursos). Os cenários são graduais em termos de intensidade: partindo do valor que se pode considerar como ideal para a execução dos orçamentos associados no âmbito dos rios de domínio da União (Cenário 1) até o valor mínimo que pressupõe o financiamento do componente de gestão de recursos hídricos do plano de bacia e os estudos prescritos no plano (Cenário 6).

As simulações aqui apresentadas são realizadas com a aplicação do mecanismo de cobrança para cada uma das 2.592 outorgas de captação e 154 de lançamento de DBO, resultantes dos procedimentos aplicados na base inicial (universo de partida)<sup>17</sup>. Para fins de simplificação, considerou-se os volumes e cargas outorgados como representativos dos volumes e cargas efetivamente captados e lançados.

### *Síntese comparativa das simulações*

Em todos os cenários, a arrecadação dos valores-objetivos é plenamente atingida, ressalvando-se que os valores devem ser compreendidos por suas ordens de grandeza. Os preços unitários de captação de cada setor usuário e respectiva subdivisão varia de acordo com as frações do preço unitário básico definidas. Os preços unitários de

<sup>17</sup> Tais como a exclusão de outorgas em UGHs não pertencentes a bacia do Rio Grande e a estipulação da carga de DBO nas outorgas de lançamento com os maiores volumes outorgados.

lançamento também variam de cenário para cenário, mas representam cerca de 5,3% do total. Uma vez que não há distinção destes preços entre setores usuários, apenas entre os locais críticos, sua variação é única por cenário, perfazendo o complemento necessário para que a arrecadação total entre captação e lançamento atinja os valores-objetivos globais.

*Tabela 37: Comparação dos preços unitários de lançamento entre os cenários.*

Setor usuário agregado	Categoria para cobrança	Preços unitários de lançamento R\$/kgDBO (local não-crítico)					
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Único	Único	0,3100	0,2600	0,2200	0,1500	0,1100	0,0600

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

A outra conclusão que as simulações entre os cenários permitem realizar é quanto ao papel da cobrança adicional nos locais críticos da bacia. Em todos os cenários, sua importância relativa foi de cerca de 6,9%, representando uma parte significativa da arrecadação e que contribui de forma direta para a eficiência do mecanismo. A Tabela 38 apresenta os resultados consolidados da arrecadação para cada cenário, sendo que em todas as simulações há pleno atingimento dos valores-objetivos.

*Tabela 38: Comparação entre a arrecadação obtida em cada cenário.*

Arrecadação R\$	Captação	Lançamento	Total
Cenário 1	102.025.978	4.620.293	106.646.271
Cenário 2	69.846.095	3.879.947	73.726.042
Cenário 3	58.423.825	3.288.750	61.712.575
Cenário 4	40.672.529	2.254.264	42.926.793
Cenário 5	29.859.262	1.663.090	31.522.352
Cenário 6	16.577.587	926.559	17.504.146

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

A simulação também permite auferir a contribuição para a arrecadação total (captação e lançamento) por setor usuário agregado, além de permitir comparar os resultados demandados pela cobrança em relação à disposição a pagar das atividades econômicas subjacentes. A Tabela 39 traz a média ponderada pelo volume captado, onde mesmo no Cenário 1 (arrecadação superior a R\$ 100 milhões/ano), a fração máxima de captura da disposição a pagar varia de 0,5% a 14,5%. Na média entre todos os setores, a captura da DAP é de 5,9% no Cenário 1, 4,0% no Cenário 2, 3,3% no Cenário 3, 2,3% no Cenário 4, 1,7% no Cenário 5 e, finalmente, 0,9% no Cenário 6. Nota-se, ainda, uma coerência dos valores gerados e da captura da disposição a pagar entre setores, fruto do desenho do mecanismo que teve como base os estudos econômicos.

*Tabela 39: Contribuição dos setores para a arrecadação (R\$, milhões) e captura da disposição a pagar (%).*

	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3		Cenário 4		Cenário 5		Cenário 6	
	R\$, MM	% DAP	R\$, MM	% DAP	R\$, MM	% DAP	R\$, MM	% DAP	R\$, MM	% DAP	R\$, MM	% DAP
Abastecimento Humano	15,18	14,5%	10,73	9,9%	8,99	8,3%	6,24	5,8%	4,56	4,2%	2,54	2,4%
Indústria	48,32	0,5%	33,43	0,4%	27,98	0,3%	19,45	0,2%	14,28	0,2%	7,91	0,1%
Irrigação	35,97	3,8%	24,65	2,6%	20,61	2,2%	14,34	1,5%	10,55	1,1%	5,86	0,6%
Criação animal	1,08	7,7%	0,74	5,2%	0,62	4,4%	0,43	3,1%	0,32	2,2%	0,18	1,2%
Mineração	3,73	2,8%	2,55	1,9%	2,14	1,6%	1,49	1,1%	1,09	0,8%	0,60	0,5%
Outros	2,37	-	1,63	-	1,37	-	0,96	-	0,72	-	0,42	-
<b>TOTAL</b>	<b>106,65</b>	-	<b>73,73</b>	-	<b>61,71</b>	-	<b>42,93</b>	-	<b>31,52</b>	-	<b>17,50</b>	-

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

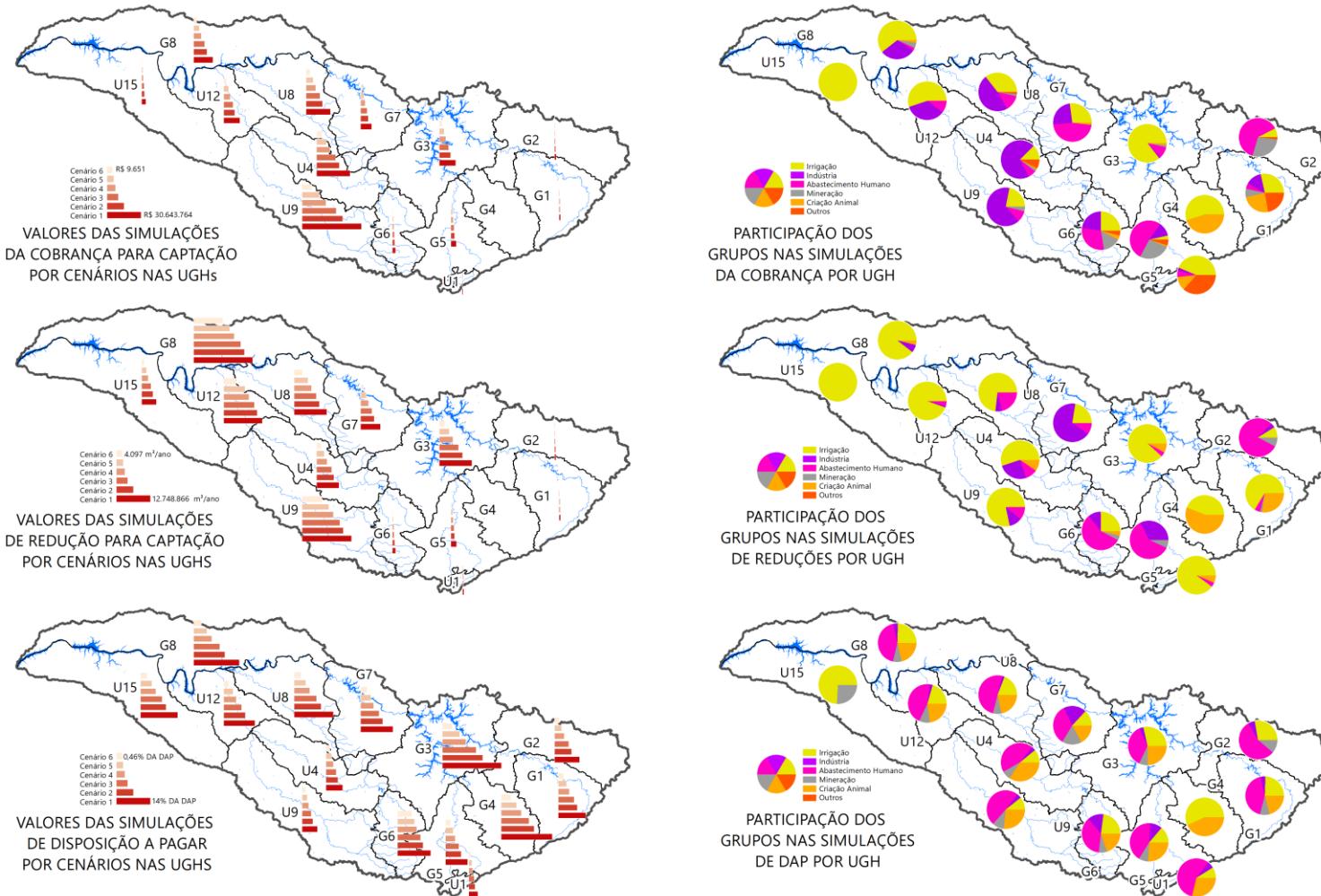
O estabelecimento das relações econômicas do uso da água para as principais atividades econômicas permitiu inferir o efeito incitativo da cobrança com base nos níveis de precificação em cada um dos seis cenários. Por meio da disposição a pagar, pôde-se estimar o valor da água como insumo de produção e aplicar os graus de elasticidade-preço, que expressam o movimento esperado na demanda pela água dado uma variação de preço equivalente a 1%.

Embora seja uma simplificação da realidade, as estimativas permitem inferir as ordens de grandeza na redução dos usos que se podem esperar pela instituição da cobrança pela captação. No Cenário 1, por exemplo, estima-se uma redução potencial de 3,36% na demanda, o que corresponde a uma vazão de cerca de 1,9 m<sup>3</sup>/s. No Cenário 2, a redução esperada é de 1,5 m<sup>3</sup>/s. Já nos Cenários 3, 4 e 5, respectivamente, as reduções são estimadas em 1,4, 1,1 e 0,9 m<sup>3</sup>/s. No Cenário 6, que apresenta o menor nível de cobrança, a redução esperada é equivalente a cerca de 1% do volume demandado atualmente, representando uma vazão de 0,6 m<sup>3</sup>/s.

Os mapas da Figura 13 abaixo permitem visualizar a distribuição espacial dos resultados das simulações realizadas em cada um dos cenários de cobrança (figuras à esquerda) e para a participação média dos grandes grupos de usuários (figuras à direita). Os dois mapas da linha superior mostram a distribuição dos valores das simulações de cobrança para captação, onde verifica-se maior participação das UGHs U9, U4 e U8. Tais unidades têm em comum a maior participação do setor industrial nos valores estimados.

Os dois mapas da linha intermediária mostram a distribuição dos valores estimados de redução dos volumes captados, onde verifica-se maior participação das UGHs G8, U9 e U12. Como coincidência, essas unidades contam com ampla participação do setor da irrigação para as reduções de uso. No entanto, outras UGHs também apresentam maior participação da irrigação nos volumes estimados de redução, porém, devido ao baixo volume captado em comparação com outras unidades, essas não se destacam quantitativamente.

Por fim, os dois mapas da linha inferior apresentam informações sobre a captura da disposição a pagar, com destaque para as UGHs G3, G4 e G8. Não há um padrão notável entre essas unidades quando analisa-se os percentuais de participação dos setores, mas nota-se que algumas das UGHs com maior disposição, contam com maior participação da irrigação, criação de animal e abastecimento humano.

**Figura 13: Distribuição espacial dos resultados das simulações realizadas.**

Fonte: Elaborado por Consórcio EnvEx-Ferma (2021).

### *Comparações entre mecanismos de cobrança*

Cada estudo sobre a cobrança pelo uso de recursos hídricos apresenta características intrínsecas à respectiva Bacia Hidrográfica, ou seja, particularidades e motivações que criam um contexto específico e exclusivo para apontar a melhor solução de valores e método de cobrança, diretamente vinculados aos tipos de uso, balanços quali-quantitativos e demais situações de criticidade e de gestão da água encontradas na região avaliada. Os estudos econômicos apresentados no Capítulo 7 corroboram, pois demonstram capacidades de pagamento e particularidades em termos geográficos e setoriais que são ímpares aos corpos d'água da União na bacia do Rio Grande.

Desta feita, é válido pontuar que não existe, necessariamente, uma relação direta entre valores de cobrança entre BHs, o que na prática indica que valores de cobrança utilizados em uma bacia não podem ser deliberadamente entendidos como os mais adequados para outra bacia. Eis que as práticas existentes de cobrança, que remontam ao ano de 2003 para os Comitês Interestaduais, criam um inegável registro histórico que, embora não represente o ideal a ser adotado para cada nova bacia que adota a cobrança, se apresenta relevante para fins de comparação. Trata-se de exercício meramente comparativo, pois se sabe que não há resguardo técnico em aplicar os valores da cobrança em de uma bacia hidrográfica em outra sem bases técnicas para tal. Não obstante, uma vez que as práticas existentes de cobrança remontam ao ano de 2003 para os Comitês Interestaduais, criam um registro histórico que enseja tal comparação.

Estas simulações são então realizadas sob a mesma base de outorgas, substituindo o mecanismo ora proposto pelos de referência. Adotou-se, para simplificação, a mesma linha de corte para as outorgas pequenas (cujo valor de cobrança é igual ou menor de R\$ 500), passando-se então a isentar essas interferências

do preço unitário, uma vez que esse mecanismo não é verificado nas demais bacias de comparação.

As sete comparações realizadas de cobrança no Rio Grande com outros mecanismos de cobrança permitem identificar a ausência de padrão para a determinação dos valores e das participações relativas de cada setor na composição final da cobrança, pois esse resultado é dependente do perfil de usuário circunscritos à bacia em questão. A Tabela 40 apresenta a comparação dos resultados totais de arrecadação nas simulações com os demais mecanismos de cobrança, notando-se a grande variação entre os valores que seriam arrecadados e também entre os setores usuários que mais contribuiriam.

*Tabela 40: Comparação dos resultados totais de arrecadação nas simulações com outros mecanismos de cobrança.*

R\$, milhões	Ref. MG <sup>1</sup>	Ref. SP <sup>2</sup>	Ref. RJ <sup>3</sup>	Ref. CE <sup>4</sup>	Ref. DF <sup>5</sup>	Ref. Doce <sup>6</sup>	Ref. PCJ <sup>6</sup>
Ab. Humano	9,11	3,20	14,60	16,10	7,97	12,34	3,82
Indústria	13,44	4,54	22,51	327,99	22,53	18,16	5,77
Irrigação	3,36	0,00	1,46	4,06	6,40	0,08	0,00
Criação Animal	0,09	0,00	0,03	5,36	0,16	0,01	0,00
Mineração	1,02	0,26	1,88	6,33	1,80	1,38	0,42
Consumo Humano	0,82	0,24	1,50	8,60	0,71	1,10	0,36
Outros	0,38	0,11	0,71	2,40	0,06	0,52	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>28,21</b>	<b>8,34</b>	<b>42,70</b>	<b>370,83</b>	<b>39,64</b>	<b>33,60</b>	<b>10,36</b>
Cenário mais próximo*	Cenário 5	Cenário 6	Cenário 4	Cenário 1	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6

Notas: **1)** Deliberação Normativa n. 68/2021 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, considerando-se os valores para a zona D. **2)** cobrança estadual paulista para as bacias afluentes ao Rio Grande Turvo/Grande e Mogi-Guaçu, respectivamente Decreto Estadual SP n. 61.346/2015 e Decreto Estadual SP n. 58.791/2012. **3)** Cobrança estadual carioca na bacia do Médio Paraíba do Sul, segundo a Resolução INEA n. 243/2021. **4)** Resultados para valores de cobrança com adução própria (não sendo adução COGERH), segundo Decreto Estadual do Ceará n. 33.290/2021 (como o decreto traz uma subdivisão dos preços para a captação de irrigação em função do porte, utilizou-se a média simples entre estas). **5)** Deliberação Conjunta n. 02/2019 dos Comitês de Bacia Hidrográfica dos rios Maranhão-DF, Paranaíba-DF e Preto-DF. **6)** Resolução ANA n. 57/2020 para valores de captação (retirada), sendo os valores do Doce atualizados para 2022, conforme Deliberação Normativa do CBH-Doce n. 93/2021.

Nota: \*Ao do mecanismo proposto em valor total. Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

A Tabela 41 apresenta a participação relativa dos diversos setores usuários na composição dos valores totais, comparados aos mesmos percentuais do mecanismo proposto (Tabela 42), apresentados para cada um dos seis cenários de cobrança.

*Tabela 41: Comparação da participação relativa dos setores usuários na arrecadação total das simulações com outros mecanismos de cobrança.*

Setores	Ref. MG	Ref. SP	Ref. RJ	Ref. CE	Ref. DF	Ref. Doce	Ref. PCJ
Ab. Humano	32,3%	38,3%	34,2%	4,3%	20,1%	36,7%	36,9%
Indústria	47,6%	54,4%	52,7%	88,4%	56,8%	54,1%	55,7%
Irrigação	11,9%	0,0%	3,4%	1,1%	16,2%	0,3%	0,0%
Criação Animal	0,3%	0,0%	0,1%	1,4%	0,4%	0,0%	0,0%
Mineração	3,6%	3,1%	4,4%	1,7%	4,5%	4,1%	4,0%
Consumo Humano	2,9%	2,9%	3,5%	2,3%	1,8%	3,3%	3,4%
Outros	1,4%	1,3%	1,7%	0,6%	0,2%	1,5%	0,0%

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

*Tabela 42: Comparação da participação relativa dos setores usuários na arrecadação total das simulações entre os cenários de cobrança.*

Setores	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Ab. Humano	14,23%	14,55%	14,57%	14,55%	14,48%	14,49%
Indústria	45,31%	45,34%	45,34%	45,31%	45,30%	45,17%
Irrigação	33,73%	33,43%	33,40%	33,42%	33,47%	33,48%
Criação Animal	1,01%	1,01%	1,01%	1,01%	1,02%	1,04%
Mineração	3,49%	3,46%	3,46%	3,47%	3,46%	3,45%
Consumo Humano	1,47%	1,46%	1,46%	1,47%	1,47%	1,51%
Outros	0,75%	0,75%	0,76%	0,78%	0,80%	0,87%

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Observa-se que nenhuma das referências apresenta uma contribuição tão relevante do setor agropecuário como o faz o mecanismo proposto, muito embora os mecanismos estaduais de Minas Gerais e do Distrito Federal sejam os que mais se aproximam. Nota-se, ainda, uma certa consistência na participação relativa do setor

industrial, que acaba sendo o setor contribuinte de maior peso em todas as simulações de mecanismos.

O papel do setor de saneamento é também variável entre as simulações, sendo que no mecanismo cearense apresenta a menor participação relativa. O mecanismo proposto para a cobrança nos corpos d'água de domínio da União da BH-Grande também apresenta uma participação relativa menor desse setor em relação aos demais mecanismos comparados, fruto do embasamento via estudos econômicos.

## 10. ENCAMINHAMENTOS DO ESTUDO

Este capítulo encerra o Estudo de Subsídio à Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, contratado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma entre junho de 2021 e março de 2022. O estudo é previsto no Programa 07 do Componente Estratégico de Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Grande (PIRH-Grande), elaborado em 2017 e aprovado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (CBH-Grande, <https://www.cbhgrande.org.br>).

### *Estratégia de implementação da cobrança e mecanismos de monitoramento*

Para que um programa ou política pública tenha sucesso, é fundamental que suas ações tenham a execução acompanhada ao longo do tempo e seus resultados sejam verificados quanto ao atendimento a objetivos e metas esperados. Seguindo as metodologias de processo tradicionais, a exemplo do PDCA – *Plan, Do, Check, Act* (traduzindo para o português: planejar, executar, monitorar e agir), tem-se que, ao final do processo de planejamento, suas ações devem ser executadas e monitoradas. E, ao longo desse monitoramento, de acordo com seus resultados obtidos, devem ser tomadas decisões quanto à necessidade de ajustes no planejamento ou na execução das ações.

A implementação do instrumento da cobrança pelo uso de recursos hídricos pode ser inserida nesse contexto, na medida que seu sucesso depende desse monitoramento e verificação de sua eficiência ao longo do tempo, bem como a realização de ajustes adequados, sempre que necessário. Nesse sentido, tem-se que o presente documento faz parte da etapa de planejamento, em que devem ser desenvolvidos estudos que fomentem a apreciação qualificada da temática pelos

atores responsáveis pela sua implementação, notadamente o respectivo CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica.

Após a devida discussão e internalização no CBH e aprovação da metodologia e valores selecionados, parte-se para a segunda etapa, que trata da implementação e aplicação da cobrança na BH-Grande. Tal como exposto acima, para que essa etapa de implementação tenha sucesso, é importante que seja devidamente monitorada quanto ao seu desempenho e obtenção de resultados esperados para a bacia.

Afinal, os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Grande deverão ser aplicados conforme a área de abrangência do Comitê de Bacia e em consonância com o PIRH-Grande, englobando: (i) Manutenção do Comitê de Bacia e Entidade Delegatária; (ii) Financiamento dos instrumentos de gestão de recursos hídricos delineados pelo PIRH-Grande; (iii) Financiamento, viabilização ou fomento das ações derivadas de estudos previstos pelo PIRH-Grande, tais como estruturas de barramento para regularização de vazões para uso em irrigação, estruturas compartilhadas de tratamento de efluentes industriais, assistência e apoio técnico aos irrigantes visando maior eficiência no manejo da irrigação, implantação de banhados construídos (*wetlands*) para redução de cargas poluidoras em áreas com corpos receptores com pequena capacidade de assimilação das cargas remanescentes e recuperação e conservação de nascentes em áreas de recarga de aquíferos; e (iv) Viabilização e fomento da Agenda Setorial prevista pelo PIRH-Grande, tal como a universalização da coleta e tratamento de esgotos, controle de perdas na distribuição, reúso da água na agricultura irrigada e infraestrutura natural - serviços ecossistêmicos.

Da necessidade de monitorar a consecução dos objetivos apostos, enquadra-se o presente item, que trata da proposição dos mecanismos necessários para que o monitoramento seja também formalizado com sucesso. Esse processo de

implementação da metodologia segue o marco lógico exposto a seguir, com as seguinte etapas e atividades:

- 1) Definição dos objetivos da cobrança na bacia;
- 2) Aprovação dos mecanismos e valores de cobrança;
- 3) Construção do Plano de Ação Plurianual (PAP) com a seleção das ações e programas a serem implementados;
- 4) Proposição dos indicadores;
- 5) Estabelecimento das curvas de avanço previsto;
- 6) Construção do relatório de análise e painel de controle;
- 7) Estabelecimento dos prazos e responsabilidades de monitoramento;
- 8) Verificação dos resultados e das necessidades de revisão ou ajustes no processo.

Seguindo a metodologia proposta, é fundamental que todo o processo de cobrança seja avaliado quanto ao desempenho e resultados levados para a Bacia Hidrográfica do Rio Grande. Nesse sentido, a última etapa trata da avaliação dos resultados obtidos da aplicação da metodologia proposta e tomada de decisão quanto à necessidade de ajustes. De uma forma geral, considera-se que os resultados da aplicação da metodologia de acompanhamento e monitoramento poderão indicar as seguintes necessidades de ajustes: (i) Repactuação de programas e ações do PIRH; (ii) Repactuação do PAP; (iii) Revisão dos mecanismos e valores de cobrança; ou (iv) Revisão das metas estabelecidas para as melhorias das condições da bacia.

Dessa forma, considera-se essa última etapa do processo de implementação e acompanhamento da cobrança fundamental para o seu sucesso, uma vez que dará subsídios à realização de ajustes de rota, caso seja verificada a necessidade. Tais ajustes

deverão ser discutidos e formalizados pelo CBH, de forma a fazer com que a continuidade da cobrança siga com melhores resultados para a bacia.

### *Considerações finais*

O objetivo do presente estudo foi a proposição de mecanismo de cobrança pelo uso de recursos hídricos nos rios de domínio da União, mediante a definição de objetivos a serem perseguidos e vinculação com a solução de problemas identificados pelo PIRH-Grande. Os mecanismos de cobrança propostos partiram do estabelecimento de um nexo entre os objetivos do Plano de Bacia e os objetivos da cobrança, explicitando o propósito desse importante instrumento de gestão dos recursos hídricos e permitindo o acompanhamento tanto dos montantes arrecadados quanto 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 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. Importante destacar que a cobrança pelo uso de recursos hídricos é de responsabilidade dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs).

Nesse contexto, o presente estudo subsidia o CBH-Grande em sua deliberação qualificada sobre a temática, por meio da proposição e simulação de 6 cenários alternativos de implementação. Os cenários, graduais em sua ambição e correspondente nível de cobrança e arrecadação, consideram um ciclo de 10 anos que endereça as áreas quali-quantitativamente críticas da bacia e a situação diagnosticada e prognosticada no PIRH-Grande.

Evidencia-se, assim, que o mecanismo proposto atende aos fatores críticos de sucesso elencados por ANA (2019) 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.

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

O processo de criação de tal instituição deve ser iniciado por solicitação do CBH com posterior aprovação pelos conselhos de recursos hídricos (CNRH ou CERHs), estando condicionado à comprovação da viabilidade financeira assegurada pela cobrança pelo uso de recursos hídricos, até o limite de 7,5% do valor arrecadado. Dessa

forma, todos os cenários de cobrança englobam os recursos mínimos necessários para a implementação do Plano de Bacia e também os custos de transação envolvidos, notadamente o financiamento da Entidade Delegatária.

Além de contemplar a arrecadação mínima com vistas à implementação dos instrumentos de gestão e ao fortalecimento institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), os cenários de cobrança de 1 a 5 apresentam graduação crescente de ambição quanto ao papel do CBH-Grande e da Entidade Delegatária no financiamento do resultado de estudos e de ações a serem desenvolvidos no âmbito da própria execução do Plano de Bacia, tais como:

- Implantação de estruturas de barramento para regularização de vazões para uso em irrigação;
- Implantação de estruturas compartilhadas de tratamento de efluentes industriais, promovendo ganhos de escala para os envolvidos;
- Prestação de assistência e apoio técnico aos irrigantes visando maior eficiência no manejo da irrigação;
- Implantação de banhados construídos (*wetlands*) para redução de cargas poluidoras em áreas com corpos receptores com pequena capacidade de assimilação das cargas remanescentes; e
- Recuperação e conservação de nascentes em áreas de recarga de aquíferos.

Adicionalmente, o PIRH-Grande apresenta a denominada “Agenda Setorial”, que contempla programas de execução finalística de elevada dependência de articulação com um ou vários setores usuários. Muito embora o CBH não seja exclusivamente responsável pelo andamento dessa agenda, certamente é um de seus essenciais fomentadores, podendo vir a articular os atores envolvidos e a financiar 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.

Da agenda setorial, destacam-se as inversões de universalização do esgotamento sanitário, o controle de perdas na distribuição de água, o reúso de água e a promoção da conservação hidroambiental. Estas quatro atividades refletem parte significativa do que é prescrito pelo componente estratégico de conservação dos recursos hídricos do PIRH-Grande.

Pode-se, inclusive, realizar o exercício de contrastar os resultados dos benefícios potencialmente auferidos pela consecução dos objetivos finalísticos da Agenda Setorial do PIRH-Grande - que podem vir a ser viabilizados e fomentados pela cobrança - e o nível de arrecadação associado a cada cenário. Antes de se realizar essa grosseira comparação entre os benefícios socioeconômicos potenciais e os montantes disponibilizados via cobrança, no entanto, cabem duas fundamentais ressalvas:

- A cobrança pelo uso de recursos hídricos é um instrumento da política nacional de fundamental importância para a instrumentação da gestão das águas, independente da consecução dos orçamentos associados que geram os benefícios aqui estimados. Destaca-se, assim, que parte dos custos dos 6 cenários são idênticos e rígidos, pois englobam os recursos mínimos necessários para a implementação do Plano de Bacias e também os custos de transação envolvidos, notadamente o financiamento da Entidade Delegatária (Cenário 6). Dessa forma, estes custos são aqui desconsiderados;
- O presente exercício não é, claramente, uma aplicação da metodologia de análise custo-benefício<sup>18</sup>, mas sim uma forma de trazer à luz as ordens de grandeza envolvidas com os orçamentos associados que ao Comitê de Bacia cabem viabilizar e fomentar, de acordo com o papel assumido pela cobrança para tal, conforme abordado no capítulo 4.

Dadas as ressalvas, a Tabela 43 apresenta a comparação entre os valores-objetivo de cada cenário para os orçamentos associados, ou seja, o montante arrecadado em cada cenário, e os benefícios socioeconômicos por eles potencialmente viabilizados e

<sup>18</sup> Para mais detalhes sobre a metodologia de avaliação socioeconômica de projetos de infraestrutura, ver: Guia geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura [Brasil, 2021a] e Manual de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de infraestrutura hídrica [Brasil, 2021b].

fomentados. Caso o CBH-Grande e sua Entidade Delegatária viabilizem e fomentem, via recursos da cobrança, a execução da Agenda Setorial prescrita pelo Cenário 2 de cobrança, o retorno à sociedade que se pode esperar supera os valores cobrados em 12,95 vezes (diferença de R\$ 565,84 milhões por ano).

*Tabela 43: Comparação entre os valores-objetivos de cada cenário e os benefícios por eles potencialmente promovidos pela viabilização e fomento da Agenda Setorial.*

Tipos de benefícios	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Benefício socioeconômico potencial da Agenda Setorial associada a cada cenário de cobrança (R\$, mil)	596.837	613.177	273.150	147.821	107.473	0
Valores-objetivos dos orçamentos associados a cada cenário de cobrança (R\$, mil)	79.074	47.340	37.716	21.064	9.708	0
Diferença entre os benefícios e a arrecadação necessária para sua viabilização e fomento via cobrança (R\$, mil)	517.763	565.837	235.435	126.756	97.765	0
Razão entre os benefícios e a arrecadação necessária para sua viabilização e fomento via cobrança	7,55	12,95	7,24	7,02	11,07	-

Fonte: Elaborado pelo Consórcio EnvEx – Ferma (2021).

Em raciocínio similar, porém voltado aos resultados do Cenário 5, a potencial conversão de arrecadação para benefício apresenta uma razão de 11,07, embora o montante total gerado seja 17,3% do benefício auferido pelo Cenário 2 (R\$ 97,77 contra R\$ 565,84 milhões). A grande diferença entre os cenários 2 e 5 advém da capacidade arrecadatória de cada um, que correspondem a maior ou menor capacidade do CBH-Grande e da Entidade Delegatária em viabilizarem e fomentarem a Agenda Setorial. O Cenário 2 é mais ambicioso na viabilização e fomento à Agenda Setorial, demandando para tal um maior nível de arrecadação. Além dos destacados Cenários 2 e 5, verifica-se que todos os demais (Cenários 1, 3 e 4) também são

potencialmente geradores de benefícios que se apresentam em mais de 7 vezes superiores aos montantes arrecadados.

Demonstra-se, conclusivamente e de forma bastante evidente, que a cobrança pelo uso de recursos hídricos, aplicada de acordo com os pressupostos e orientações do Plano de Bacia Hidrográfica, retorna valores positivos à sociedade. Essa conclusão, que é remetida apenas aos orçamentos associados, deve ser ainda acrescida dos benefícios da própria qualificação da gestão dos recursos hídricos, que visam garantir a sustentabilidade de uso aos próprios usuários.

### *Minuta simplificada de deliberação sobre a cobrança*

Deliberação Normativa CBH-Grande nº XX/XXXX

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

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

**Artigo 2.** A cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Grande será implementada 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, em  $m^3/ano$ .
- c)** Carga lançada ( $Carga_{lanç}$ ) = carga lançada em Kg/ano.

**§1.** Os volumes captados e lançados, referidos no *caput* deste artigo serão aqueles que constarem das outorgas de direito de uso de recursos hídricos ou das medições

efetuadas pelos próprios usuários realizadas no exercício anterior, declaradas na Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos - DAURH, considerados para fins de cobrança da seguinte forma:

- a)** Caso o usuário apresente medição ou estimação coerente de volume captado, devidamente declarada na DAURH, o  $Volume_{cap}$  é dado pela média aritmética entre o volume medido e o volume outorgado ( $(Volume\ medido + Volume\ outorgado) / 2$ ); caso contrário, o  $Volume_{cap}$  é dado pelo volume outorgado.
- b)** Caso o usuário apresente medição ou estimação coerente de volume lançado, devidamente declarada na DAURH, esta será considerada como  $Volume_{lanç}$ ; caso contrário, o  $Volume_{lanç}$  é dado pelo volume outorgado.

**§2º.** O valor da concentração da DBO<sub>5,20</sub> para o cálculo do total anual de carga orgânica lançada no corpo hídrico, será aquele que constar das:

- a)** Medições efetuadas pelos órgãos ambientais dos Estados de São Paulo ou Minas Gerais, conforme a localização do lançamento efetuado;
- b)** Medições efetuadas pelos próprios usuários, por meio de metodologias recomendadas pelos órgãos ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Grande;
- c)** Licenças ambientais emitidas na Bacia Hidrográfica do Rio Grande ou das informações declaradas pelos usuários no processo de regularização de usos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

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

$$Valor\ (R$/ano) = (Volume_{cap} * PU_{cap\ (usuário)}) + (Carga_{lanç} * PU_{lanç})$$

Na qual:

Valor (R\$/ano) = Valor anual total de cobrança da interferência outorgada, expresso em R\$/ano;

Volume<sub>cap</sub> = Volume derivado, captado e extraído medido ou outorgado, expresso em m<sup>3</sup>/ano;

Carga<sub>lanç</sub> = carga lançada de DBO<sub>5,20</sub>, expressa em Kg/ano, obtida por:

$$Carga_{lanç} = Volume_{lanç} * DBO_{5,20}$$

PU<sub>cap</sub> (usuário) = Preço unitário (PU) de captação, definido para cada categoria de usuário de recursos hídricos, expresso em R\$/m<sup>3</sup>;

PU<sub>lanç</sub> = Preço unitário (PU) de lançamento definido para todas as categorias de usuário de recursos hídricos, expresso em R\$/KgDBO<sub>5,20</sub>.

**Artigo 4.** A cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Grande será implementada considerando os seguintes preços unitários (PU):

**§1.** Os preços unitários (PU) são assim definidos [cenário a critério do Comitê de Bacia]:

Preços unitários de captação R\$/m <sup>3</sup> - Locais não críticos						
Categoria para cobrança	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
Ab. Humano	0,0474	0,0324	0,0271	0,0189	0,0138	0,0077
Criação Animal	0,0385	0,0263	0,0220	0,0153	0,0112	0,0062
Indústria (Alto)	0,1302	0,0891	0,0746	0,0519	0,0381	0,0211
Indústria (Médio)	0,1125	0,0770	0,0644	0,0448	0,0329	0,0182
Indústria (Baixo)	0,0947	0,0648	0,0542	0,0378	0,0277	0,0154
Irrigação (culturas temporárias)	0,0296	0,0203	0,0170	0,0118	0,0087	0,0048
Irrigação (culturas permanentes)	0,0326	0,0223	0,0186	0,0130	0,0095	0,0053
Irrigação (l. de c. temp. e perm.)	0,0326	0,0223	0,0186	0,0130	0,0095	0,0053
Mineração	0,1125	0,0770	0,0644	0,0448	0,0329	0,0182
Outros	0,0592	0,0405	0,0339	0,0236	0,0173	0,0096

**Preços unitários de captação R\$/m<sup>3</sup> - Locais críticos**

<b>Categoria para cobrança</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>	<b>Cenário 4</b>	<b>Cenário 5</b>	<b>Cenário 6</b>
Ab. Humano	0,0830	0,0567	0,0474	0,0331	0,0242	0,0135
Criação Animal	0,0674	0,0460	0,0385	0,0268	0,0196	0,0109
Indústria (Alto)	0,2279	0,1559	0,1306	0,0908	0,0667	0,0369
Indústria (Médio)	0,1969	0,1348	0,1127	0,0784	0,0576	0,0319
Indústria (Baixo)	0,1657	0,1134	0,0949	0,0662	0,0485	0,0270
Irrigação (Irrig. culturas temporárias)	0,0518	0,0355	0,0298	0,0207	0,0152	0,0084
Irrigação (Irrig. culturas permanentes)	0,0571	0,0390	0,0326	0,0228	0,0166	0,0093
Irrigação (I. de c. temp. e perm.)	0,0571	0,0390	0,0326	0,0228	0,0166	0,0093
Mineração	0,1969	0,1348	0,1127	0,0784	0,0576	0,0319
Outros	0,1036	0,0709	0,0593	0,0413	0,0303	0,0168

**Preços unitários de lançamento R\$/kgDBO<sub>5,20</sub>**

<b>Categoria para cobrança única</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>	<b>Cenário 4</b>	<b>Cenário 5</b>	<b>Cenário 6</b>
Locais não críticos	0,3100	0,2600	0,2200	0,1500	0,1100	0,0600
Locais críticos	0,3875	0,3250	0,2750	0,1875	0,1375	0,0750

**§3.** Caso o resultado da aplicação da formulação, ou seja, o Valor (R\$/ano), seja igual ou inferior a R\$ 500,00, o valor cobrado passa a ser fixo em R\$ 250,00/ano.

**§4.** 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 5891.

**Artigo 5.** 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 Grande 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 6.** Os locais críticos (LC) devem ser atualizados seguindo as revisões ou atualizações do PIRH-Grande, identificados por critérios técnicos equiparados aos dos arquétipos qualitativos ou quantitativos de classe 5 e 6 do Cenário do Plano.

## 11. REFERÊNCIAS

ADB - Asian Development Bank. Demand Analysis and Forecasting. In: ADB (Ed.). ***Handbook for the economic analysis of water supply projects.*** 1999.

ADLER, M.D.; POSNER, E.A. Rethinking Cost-Benefit Analysis. Chicago John M. ***Olin Law & Economics Working Paper no. 72*** (2d series), 1999.

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Plano De Aplicação Plurianual (PAP-PCJ) 2017-2020: Relatório de Execução 2017 e Programação para 2018 a 2020.** Piracicaba: Agência das Bacias PCJ, 2018.

ALVES, D. C. O. et al. **Estimação da elasticidade-preço da demanda dos clientes comerciais e industriais da SABESP.** FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas de São Paulo. 2009.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil); IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (Brasil). **Contas Econômicas Ambientais da Água no Brasil 2013-2017.** IBGE, Contas Nacionais n. 72 ISSN 1415-9813, Brasília, 2020.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Água na indústria: uso e coeficientes técnicos.** 37 p. Brasília: ANA, 2017.

\_\_\_\_\_. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada.** 86 p. Brasília: ANA, 2017.

\_\_\_\_\_. **Atlas de Vulnerabilidade a Inundações.** 20 p. Brasília: ANA, 2014.

\_\_\_\_\_. **Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos: Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos.** Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR), 2014.

\_\_\_\_\_. **Cobrança pelo uso dos recursos hídricos. 2019.** Encarte ao Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos. Brasília.

\_\_\_\_\_. **Histórico da Cobrança. 2018.** Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/cobranca/historico-da-cobranca>>. Acesso em: 28 mai. 2021.

\_\_\_\_\_. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil.** 75 p. Brasília: ANA, 2019.

\_\_\_\_\_. Mapa Interativo do Sobrevoo. **Fotografias aéreas para o PIRH-Grande.** Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR), 2014.

\_\_\_\_\_. Nota Informativa. **Background Report da ANA para a OCDE.** 2018. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sas/arquivos-cobranca/documentos-relacionados/nota-informativa-no-5-2018-cscob-sas>>. Acesso maio de 2021.

\_\_\_\_\_. **Nota técnica nº 06/2010/SAG-ANA: cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio São Francisco.** Brasília: ANA, 2010.

\_\_\_\_\_. **Painel Gerencial da cobrança. 2019.** Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/cobranca/historico-da-cobranca>>. Acesso em: 28 maio. 2021.

\_\_\_\_\_. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (PIRH-Grande).** Relatório Final, 310 p. Brasília: ANA, 2017.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Segurança Hídrica.** 116 p. Brasília: ANA, 2019.

\_\_\_\_\_. **Polos Nacionais de Agricultura Irrigada.** 26 p. Brasília: ANA, 2020.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 57, de 14 de dezembro de 2020.

\_\_\_\_\_. **Conjuntura Brasil - Recursos Hídricos 2020.** 77 fl. ANA (Brasil): 2021.

ANDREAZZI, M. A. R.; BARCELLOS, C.; HACON, S. Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde. **Rev Panam Salud Publica.** 2007;22(3):000–00.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Nota técnica nº 368/2010 SER/ANEEL, de 7 de dezembro de 2010.** Vidas úteis de bens e instalações do setor elétrico: Metodologia aplicada aos agentes outorgados de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Brasília, 2010.

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – SIGA CEIVAP.** 2020. Disponível em: <<http://sigaceivap.org.br/siga-ceivap/projetos>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

ATKINSON, G. et al. **Environmental Valuation and Benefit-Cost Analysis in U.K. Policy.** Journal of Benefit-Cost Analysis, v. 9, n. 1, p. 97–119, 2018.

AUSTRALIA, I. Assessment Framework for initiatives and projects to be included in the Infrastructure Priority **List. Sydney: Infrastructure Australia,** 2018.

AZEVEDO, L. Workshop sobre Monitoramento Hidroambiental da Bacia do Ribeirão Pipiripau. **Modelagem de Serviços Ambientais – Modelo InVEST.** Distrito Federal. Set. 2012

BANCO MUNDIAL. Impactos e Externalidades Sociais da Irrigação no Semiárido Brasileiro – 1ª edição – Brasília – 2004. 132p. ISBN: 85-88192-11-x.

\_\_\_\_\_. Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 – 2019. **Banco Mundial: Global Facility for Disaster Reduction and Recovery.** Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. [Organização Rafael Schadeck] – 2. ed. – Florianópolis: FAPEU, 2020.

BARRETO M. L., et al. Impact of a citywide sanitation program in Northeast Brazil on intestinal parasites infection in young children. **Environ Health Perspect.** 2010 Nov;118(11):1637-42.

BATHIA, R. C. R.; WINPENNY, J. Water conservation and reallocation: best practice cases in improving economic efficiency and environmental quality. **World Bank;** ODI. 1995.

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento. **Análise Econômica do Programa de Despoluição do Rio Tietê, 4ª Etapa. Documentos do Projeto BR-L1492, preparado por Kleber Machado (INE/WSA) com insumos de Paulo Borba de Moraes.** IADB, 2018.

BJORNLUND, H.; MCKAY, J. **Aspects of water markets for developing countries: Experiences from Australia, Chile, and the US.** Environment and Development Economics, n. 7, 2002.

BORGES, et. al. **Vulnerabilidade natural: a perda de solo da bacia do rio Carinhanha (MG/BA) usando uma abordagem qualitativa da equação universal de perda de solos.** 2003. Universidade Federal Fluminense.

BORSELLI, L.; BORSELLI, L.; CASSI, P.; TORRI, D. **Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment numerical assessment.** Catena, v. 75, n. 3, p. 268–277, 2008. Elsevier B.V.

BOS, E. J.; VLEUGEL, J.M. **Incorporating Nature Valuation In Cost-benefit Analysis. WIT Transactions on Ecology and the Environment.** Vol. 81, Pages 10 (2005).

BRASIL (2021a). Ministério da Economia. Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade. Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura. **Guia geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura.** Versão 2, outubro de 2021.

BRASIL (2021b). Ministério da Economia. Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade. Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura. **Manual de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de infraestrutura hídrica**. Relatório de Consultoria entregue no âmbito do Projeto PNUD/BRA/19/015, novembro 2021.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da lei nº 8001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7990 de 28 de dezembro de 1989**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm). Acesso em: 20 mai. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil Plano de Ação Imediata da Agricultura Irrigada no Brasil para o período 2020-2023**. 156 fl. Brasília: MDR, 2020.

BRAUMAN, K. A.; DAILY, G. C.; DUARTE, T. K.; MOONEY, H. A. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, p. 67-98, 2007.

BRITO, P. L. C. Avaliação da Eficiência da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos no Brasil: O Caso da Bacia do Rio São Francisco. **Tese (Doutorado em Engenharia Civil)** apresentado à Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

BROUWER, R.; PEARCE, D. **Cost-Benefit Analysis and Water Resources Management**. 1 ed. Bodmin, Cornwall: Edward Elgar, 2005.

CALDER, I. R. **Land use impacts on water resources**. Land Use and Water Resources Research, 2000.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; PEREIRA, R. **A cobrança pelo uso da água em bacias de domínio da União: O caso da Bacia de Vaza-Barris**. VII Encontro Regional de Economia da ANPEC. 2002.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; PEREIRA, R. **A cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Pirapama. Companhia Pernambucana de Meio Ambiente (CPRH)**; Department for International Development. Recife. 2000.

CBH COMPÉ. DELIBERAÇÃO NORMATIVA Nº 37, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2014. 2014. Disponível em: <[http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/DN\\_37.2014\\_PS2.pdf](http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/DN_37.2014_PS2.pdf)>. Acesso em: 9 dez. 2021.

CBH PJ1. DELIBERAÇÃO NORMATIVA Nº 021, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2008. 2008. Disponível em: <[http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/DN\\_21.2008\\_PJ1.pdf](http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/DN_21.2008_PJ1.pdf)>. Acesso em: 9 dez. 2021.

CBH PS1. DELIBERAÇÃO NORMATIVA Nº 02, DE 10 DE ABRIL DE 2014. 2014. Disponível em: <[http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/DN\\_02.2014\\_PS1.pdf](http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/DN_02.2014_PS1.pdf)>. Acesso em: 9 dez. 2021.

CBH RIO DAS VELHAS. DELIBERAÇÃO NORMATIVA Nº 03, DE 03 DE AGOSTO DE 2020. 2020. Disponível em: <<https://cdn.agenciapeixevivo.org.br/media/2020/08/003-2020-DELIBERACAO-CBH-RIO-DAS-VELHAS-ATUALIZA%C3%87%C3%83O-PPU.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2021.

CBH RIO PARÁ. DELIBERAÇÃO NORMATIVA Nº 24, DE 27 DE FEVEREIRO DE 2013. 2013. Disponível em: <[http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/01-Deliberacao\\_CBH-Para\\_nr\\_24\\_13.pdf](http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/01-Deliberacao_CBH-Para_nr_24_13.pdf)>. Acesso em: 9 dez. 2021.

CBH-ARAGUARI. RESOLUÇÃO Nº 12, DE 25 DE JUNHO DE 2009. 2009. Disponível em: <[http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/DN12.2009\\_PN2.pdf](http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/images/DN12.2009_PN2.pdf)>. Acesso em: 9 dez. 2021.

CBH-DOCE. DELIBERAÇÃO NORMATIVA Nº 93, DE 13 DE MAIO DE 2021. 2021. Disponível em: <[http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2021/05/DN-93\\_2021-Atualizacao-dos-valores-de-cobranca-na-Bacia-do-Rio-Doce-.pdf](http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2021/05/DN-93_2021-Atualizacao-dos-valores-de-cobranca-na-Bacia-do-Rio-Doce-.pdf)>. Acesso em: 09 dez. de 2021.

CBHSF. DELIBERAÇÃO NORMATIVA Nº 94, DE 25 DE AGOSTO DE 2017. 2017. Disponível em: <<https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017//box/uploads/2017/06/DELIBERACAO-CBHSF-No-94-2017-METODOLOGIA-DE-COBRANCCCA7A-E-PPU-PARA-A-BHSF.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2021.

CBHSF. **Plano de Aplicação Plurianual (PAP) 2021-2025.** 2021. Disponível em: <<https://siga.cbhsaofrancisco.org.br/acompanhamento-acoes-pap.html>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

CEARÁ (Estado). Decreto nº 33.920, de 03 de fevereiro de 2021. **Dispõe sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do estado do Ceará ou da união por delegação de competência, e dá outras providências.** Fortaleza, CE. Disponível em: <<https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2021/02/DECRETO-No-33.920-DE-03-DE-FEVEREIRO-DE-2021-DISPOE-SOBRE-A-COBRANCA-PELO-USO-DOS-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIAIS-E-SUBTERRANEOS-DE-DOMINIO-DO-ESTADO-DO-CEARA-OU-DA-UNIAO..pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

CERH-MG. DELIBERAÇÃO NORMATIVA CERH-MG Nº 68, DE 22 DE MARÇO DE 2021. 2021. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53592>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

CHAVES, H. M. L. **Avaliação econômica e socioambiental do retorno do investimento da implantação do Projeto Produtor de Água na Bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO).** Universidade Nacional de Brasília. 2012.

CHILE. **Metodología de General de Preparación y Evaluación de Proyectos.** Santiago, 2013c.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Água, Indústria e Sustentabilidade.** CNI; GEMAS. Brasília. 2013.

COMITÊ ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS – CERH-MG. Deliberação Normativa nº 68, de 22 de março de 2021. Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53592>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

COMITÊS DISTRITO FEDERAL. Comitê da Bacia Hidrográfica Maranhão, Comitê de Bacia Hidrográfica Paranaíba e Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Preto. Deliberação Conjunta nº 02/2019. **Dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Distrito Federal.** Distrito Federal, Brasília. 2019.

COMITÊS PCJ. Minuta de Deliberação dos Comitês PCJ nº 366/21. **Altera o Plano de Ação e o Programa de Investimentos - PA/PI para a gestão dos recursos hídricos nas Bacias PCJ para o quadriênio 2020 a 2023.** Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1OIP9gBsbHm2fYhXp4UA47nNDz0vzc-cJ/view>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de Produção Agrícola: A metodologia da CONAB.** Brasília/DF. 2010.

CONCEIÇÃO, J. R. da. **Metodologia para identificação de áreas prioritárias para redução da erosão hídrica em bacias de mananciais de abastecimento público do Paraná:** Estudo de caso Bacia do Passaúna. 2014, Curitiba, PR.

CRUZ, F. P; OLIVEIRA, B. F. **Análise dos Determinantes do Consumo de Água nos Municípios Brasileiros, 2010 a 2015.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Vol. 8, n. 4, p. 57-79, 2019.

CRUZ, K. E. A.; RAMOS, F. S. **A importância da universalização do saneamento básico e de políticas socioeconómicas para redução de internações por infecções gastrointestinais.** In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2013, Goiânia-GO.

CUNHA, B. G.; JUNIOR, E. B. M.; PEDROTTI, A. **Erodibilidade dos solos do entorno do reservatório da barragem Jaime Umbelino de Souza, São Cristovão, Sergipe.** Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 7, 2019.

CURRY, S.; WEISS, J. **Project Analysis in Developing Countries.** 2. ed. Hapshire, 2000.

DE GROOT, R.; BRANDER, L.; PLOEG, S.; COSTANZA, R.; BERNARD, F.; BRAAT, L.; CRHRISTIE, M.; CROSSMAN, N.; GHERMANDI, A.; HEIN, L.; HUSSAIN, S.; KUMAR, P.; McVITTIE, A.; PORTELA, R.; RODRIGUEZ, L.; BRINK, P.; BEUKERING, P. ***Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units.*** Ecosystem Services, v.1, n.1, 2012, p. 50-61.

EC - EUROPEAN COMISSION. **Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities.** European Commission, 2015

\_\_\_\_\_. **Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020.** Bruxelas, 2014.

EIB - European Investment Bank. **The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB. Luxemburgo,** 2013.

ESREY, S.A. **Water, Waste, and Well-Being: A Multicountry Study. American Journal of Epidemiology,** 143(6), pp. 608–623, 1996.

FELTRAN-BARBIERI, R., S. OZMENT, P. HAMEL, E. GRAY, H. MANSUR, T. VALENTE, J. RIBEIRO, and M. MATSUMOTO. **Infraestrutura Natural para Água no Sistema Guandu, Rio de Janeiro.** São Paulo: World Resources Institute-Brasil, 2018.

FELTRAN-BARBIERI, R.; OZMENT, S.; MATSUMOTO, M.; GRAY, E.; SILVA, T. B; OLI-VEIRA, M. **Infraestrutura natural para água na região metropolitana da grande Vitória.** Espírito Santo: World Resources Institute-Brasil, 2021.

FERES, J.; REYNAUD, A. **Demanda por água e custo de controle da poluição hídrica nas indústrias da Bacia do Rio Paraíba do Sul.** IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2005.

FEWTRELL, L., et al. **Water, Sanitation, and Hygiene Interventions to Reduce Diarrhoea in Less Developed Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis.** Lancet Infect Dis; 5: 42–52, 2005.

FUNARBE – FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE VIÇOSA. **Desenvolvimento da Matriz de Coeficientes técnicos para recursos hídricos no Brasil. 2011.** Disponível em:<[https://mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao21032012055532.pdf](https://mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao21032012055532.pdf)>. Acesso em: 06 jan. 2022.

GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Agência Alemã de Cooperação Internacional). **Integração de Serviços Ecossistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento: Uma abordagem passo-a-passo para profissionais** (2ª edição Manual ISE). Brasília, DF: GIZ.

GÓMEZ, J. D. P. Estimativa de erosão pela Equação Universal de Perda de Solo (USLE) e transferência de sedimentos para todo o território Brasileiro. 59 f. **Dissertação (Mestrado em Ciências)** – Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, 2012.

GUIMARÃES, J.L.B.; THÁ, D; SAAD, S.Y. **Soluções Baseadas na Natureza para aumento da resiliência hídrica: quantificação e valoração dos benefícios da infraestrutura natural no município de São Bento do Sul (SC).** Curitiba-PR: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2018.

GUIMARÃES, J.L.B.; THÁ, D. **Plano de Negócios para a Conservação, Recuperação e Restauração de Áreas Estratégicas para as Águas do Alto Iguaçu-PR.** The Nature Conservancy, 2017.

GUIMARÃES, J.L.B.; THÁ, D. **Restauração florestal e consequentes modificações de processos de infiltração e armazenamento de água em bacias estratégicas do Alto Iguaçu.** In: Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017.

GVces - Fundação Getúlio Vargas Centro de Estudos em Sustentabilidade. **Análise Custo-Benefício de medidas de adaptação às mudanças climáticas na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**

(PCJ). Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. São Paulo, 2014.

GVces e ANA. Fundação Getúlio Vargas Centro de Estudos em Sustentabilidade. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Análise de custo-benefício de medidas de adaptação à mudança do clima: trajetórias da aplicação na bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu.** Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas e Agência Nacional de Águas. São Paulo e Brasília, 2018.

GVces e ANA. Fundação Getúlio Vargas Centro de Estudos em Sustentabilidade. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Instrumentos Econômicos aplicados à Gestão de Recursos Hídricos: caminhos para sua adoção em situações de conflito pelo uso da água no Brasil.** Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. São Paulo e Brasília, 2018.

HALLER, L.; HUTTON, G.; BARTRAM, J. Estimating the costs and health benefits of water and sanitation improvements at global level. *Journal of Water and Health*, v. 5, n. 4, p. 467–480, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - **Contas de ecossistemas: Valoração do serviço do ecossistema de provisão de água azul, 2013-2017.** IBGE, Coordenação de Contas Nacionais, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 2021.

\_\_\_\_\_. **Banco de dados agregados.** Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA.

INEA. RESOLUÇÃO INEA Nº 243 DE 05 DE NOVEMBRO DE 2021. 2021. Disponível em: <[http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/11/SEI\\_ERJ-24454341-Resolu%C3%A7%C3%A3o\\_243-NI.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/11/SEI_ERJ-24454341-Resolu%C3%A7%C3%A3o_243-NI.pdf)>. Acesso em: 09 dez. 2021.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. **Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.** Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/cobranca/>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL (FREITAS, F. G. et al). **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil. Instituto Trata Brasil.** São Paulo: Ex Ante Consultoria Econômica, 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL (FREITAS, F. G.; MAGNABOSCO, A. L.) **As Despesas das Famílias Brasileiras com Água Tratada e Coleta de Esgoto.** Instituto Trata Brasil. São Paulo: Ex Ante Consultoria Econômica, 2021.

IWA - INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. **Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures.** The Blue Pages. Ed. A. Lambert e W. Hirner, (IWA), 2000.

LANNA, A. E., Hidroeconomia. In: Rebouças, A. da C., Braga, B. e Tundisi, J. G. (org.), **Águas Doces no Brasil - Capital Ecológico, Uso e Conservação.** São Paulo, Escrituras Editora, 1999.

LIMA, P.M.P. **Índices de erodibilidade diretos e indiretos para dois Latossolos no município de Lavras – MG.** Ciência e Prática. Lavras, v. 15, n. 2, p. 186-193, 1991.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. **Erodibilidade de solos paulistas.** Campinas: Instituto Agronômico, 1975. (Boletim Técnico, 27).

MEDEIROS, P. C.; RIBEIRO, M. M. R. **Elasticidade-preço da demanda por água na bacia hidrográfica do rio Paraíba.** VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2012.

MORAIS, R. C. de S. & SALES, M. C. L. **Estimativa do Potencial Natural de Erosão dos Solos da Bacia hidrográfica do Alto Gurguéia, Piauí-Brasil, com uso de Sistema de Informação Geográfica.** Caderno de Geografia - PUC Minas, v. 27, n. 1. 2017.

MOTTA, R. S.; RUITENBEEK, J.; HUBER, R. **Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe: lições e recomendações.** IPEA. Rio de Janeiro. 1996.

NZ - New Zealand, **The Treasury. CBAx Tool User Guidance - Guide for departments and agencies using Treasury's CBAx tool for cost benefit analysis.** Wellington, New Zealand, 2020.

OCDE. **Cobranças pelo uso de recursos hídricos no Brasil: Caminhos a seguir.** 2017. Disponível em: <[https://read.oecd-ilibrary.org/environment/cobrancas-pelo-uso-de-recursos-hidricos-no-brasil\\_9789264288423-pt#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/environment/cobrancas-pelo-uso-de-recursos-hidricos-no-brasil_9789264288423-pt#page1)>. Acesso em abril de 2021.

OECD. **Water and Climate Change Adaptation: Policies to Navigate Uncharted Waters.** OECD, Studies on Water, OECD Publishing, Paris, 2013.

OLMSTEAD, S. M.; HANEMAN, W. M.; STAVINS, R. N. **Does price structure matter? Household water demand under increasing-block and uniform prices.** School of Forestry and Environmental Studies Yale University, 2003.

OLSEN, A. et.al; 2015. **Comparing Methods of Calculating Expected Annual Damage in Urban Pluvial Flood Risk Assessments.** Water 2015, 7, 255-270; doi:10.3390/w7010255

ONU. The Right to Water. United Nations Human Rights (UN-HR); **Office of the High Commissioner for Human Rights (OHCHR)**; United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT); World Health Organization (WHO). Genebra, CH, p. 61. 2010.

OZMENT, S., R. FELTRAN-BARBieri, E. GRAY, P. HAMEL, J. BALADELLI RIBEIRO, S. ROIPHE BARRETO, A. PADOVEZI, and T. PIAZZETTA VALENTA. **Natural Infrastructure in São Paulo's Water System.** Washington, DC: World Resources Institute, 2018.

PAIVA, R. F. P S.; SOUZA, M. F. P. **Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil.** Cad. Saúde Pública n. 34(1), 2018.

PANICHI, J. de A.V.; BACIC, I. L. Z.; NETO, J. A. L.; CHANIN, Y. M. A.; SEIFFERT, N. F.; VIEIRA, H. J. **Metodologia para inventário das terras em microbacias hidrográficas.** Florianópolis: Epagri, 1994.

PEDRAS, E. S. V.; MAGALHÃES, P. C.; SOARES, J. P. A. **Avaliação do impacto da Cobrança pelo uso da Água em alguns setores industriais da bacia do rio Paraíba do Sul.** XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais. Curitiba, Paraná, 2003.

PEREIRA, L. C.; TÔSTO, S. G.; ROMEIRO, A. R. (2019). Uso das terras - Perdas de solo por erosão e valoração econômica (pp 929:943). **Terra - Mudanças Climáticas e Biodiversidade.** ISBN: 978-85-68066-83-6.

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 151 (2018) 195–209.

RASELLA D. **Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbimortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil.** Cad. Saúde Pública n. 29:40-50, 2013.

RN - Governo do Estado do Rio Grande do Norte. **Macrozoneamento Econômico-Ecológico da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu - Cartilha do MZEE.** Natal, 2021.

ROUWENDAL, J. **Indirect Effects in Cost-Benefit Analysis.** Journal of Benefit-Cost Analysis, v. 3, n. 1, p. 1–27, 2012.

ROLOF, G; DENARDIN, J.E. Estimativa simplificada da erodibilidade do solo. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 10, Florianópolis, 1994.

RUDD, M. A.; ANDRES, S.; KILFOIL, M. **Non-use Economic Values for Little-Known Aquatic Species at Risk: Comparing Choice Experiment Results from Surveys Focused on Species, Guilds, and Ecosystems.** *Environ Manage.* 2016; 58: 476–490.

SÃO PAULO. DECRETO Nº 55.008, DE 10 DE NOVEMBRO DE 2009. 2009. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2009/decreto-55008-10.11.2009.html>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SÃO PAULO (2012a). DECRETO Nº 58.791, DE 21 DE DEZEMBRO DE 2012. Disponível em:<<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20121222&Caderno=D&OE-I&NumeroPagina=3>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SÃO PAULO (2012b). DECRETO Nº 58.772, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2012. Disponível em:<<http://dobuscadireta.imprensaoficial.com.br/default.aspx?DataPublicacao=20121221&Caderno=D&OE-I&NumeroPagina=7>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SÃO PAULO. DECRETO Nº 61.346, DE 06 DE JULHO DE 2015. 2015b. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2015/decreto-61346-06.07.2015.html>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SÃO PAULO. DECRETO Nº 61.430, DE 17 DE AGOSTO DE 2015. 2015a. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2015/decreto-61430-17.08.2015.html>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SÃO PAULO. DECRETO Nº 63.263, DE 09 DE MARÇO DE 2018. 2018. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2018/decreto-63263-09.03.2018.html>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SÃO PAULO. DECRETO Nº 64.292, DE 18 DE JUNHO DE 2019. 2019. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2019/decreto-64292-18.06.2019.html>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SÃO PAULO. LEI Nº 12.183, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2005. 2005. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2005/compilacao-lei-12183-29.12.2005.html>>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SCRIPTORE, J. S. Impactos do saneamento sobre saúde e educação: uma análise espacial. **Tese (Doutorado em Economia)** apresentado à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, A. M. da; ALVARES, C. A. **Levantamento de informações e estruturação de um banco dados sobre a erodibilidade de classes de solos no estado de São Paulo.** 2005. Laboratório de Ecologia Isotópica, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP.

SILVA, R. B. da; POLISELI, P. C.; VIEIRA, E. Avaliação da perda de solos na Microrregião Lajeado dos Frangos – Município de Concórdia – SC. 2016. **(Tese de Conclusão de Cursos).** Universidade Federal de Santa Catarina, SC.

SILVA, R. M.; PAIVA, F. M. de L.; SANTOS, C. A. G. **Análise do grau de erodibilidade e perdas de solo na bacia do rio Capiá baseado em SIG e sensoriamento remoto.** 2009. RBGF- Revista Brasileira de Geografia Física. Pernambuco, Recife.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SIGRH-SP. **Cobrança pelo Uso da Água. São Paulo, São Paulo.** Disponível em: <<https://sigrh.sp.gov.br/cobrancapelousodaagua>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

SOUZA JÚNIOR, W.C. **Análise econômica da relação entre uso do solo e custos de tratamento de água no Estado de São Paulo.** SMA-SP, 2011.

TEIXEIRA J. C.; GUILHERMINO, R. L. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde – IDB 2003. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental** n. 11:277-82, 2006.

UK - United Kingdom, **Environment Agency. Updating the National Water Environment Benefit Survey values: summary of the peer review**. London, UK, 2013.

UK - United Kingdom, **Environment Agency. Flood and coastal defence: develop a project business case**. London, UK, 2015.

UN-WATER - Agência das Nações Unidas para a Água. **Soluções Baseadas na Natureza para a gestão da água. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018**. UNESCO/ World Water Assessment Program, 2018.

UNIVERSIDADE STANFORD. Ferramenta computacional. **Software InVEST® versão 3.9.0, Stanford, CA. 2021**. Disponível em: <<http://naturalcapitalproject.org/download.html>>. Acesso em: 10/12/2021.

VILELA, T.; GASPARINETTI, P. Análise Custo-Benefício da Construção da Usina Hidrelétrica Castanheira. **Conservação Estratégica - Documento de Trabalho, 2018**.

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

WADDINGTON, H., et al. **Water, Sanitation and Hygiene Interventions to Combat Childhood Diarrhea in Developing Countries**. International Initiative for Impact Evaluation, Synthetic Review 001, New Delhi, India. 2009.

WARD, F. A. Cost – benefit and water resources policy: **A survey. Water Policy**, v. 14, p. 250–280, 2012.

WORLD BANK. **Cost-Benefit Analysis in World Bank Projects**. Washington: The World Bank, 2010.

Wischmeier, W.H.; Smith, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning**. Washington, DC, USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537)

Wischmeier, W.H.; Johnson, C.B.; Cross, B.V. A soil erodibility nomogram for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation. Ankeny**, v. 26, n. 5, p. 189-193. 1971

YOUNG, C.E.F.; MEDEIROS, R. (Organizadores) **Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras**. Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018. 180p.

YOUNG, R. A. **Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods**. 1. ed. Washington: Resources for the Future, 2004.