



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

Relatório Final Consolidado

Termo de Contrato nº 005/2024/ANA

02 de abril de 2025

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO

Superintendente de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Humberto Cardoso Gonçalves

Coordenador de Sustentabilidade Financeira e Cobrança

Thiago Gil Barreto Barros

Gestor do Contrato

Cristiano Cária Guimarães Pereira

Equipe Técnica

André Antônio Horta de Paula

Cristiano Cária Guimarães Pereira

Giordano Bruno Bomtempo de Carvalho

Marco Antônio Mota Amorim

CONSÓRCIO ENVEX-FERMA-KRALINGEN RIO PARANAPANEMA

Coordenação Geral

Daniel Thá | Economista, Me.

Coordenação Geral Adjunta

Helder Rafael Nocco | Eng. Ambiental, Me.

Coordenação Técnica

André Luciano Malheiros | Eng. Civil, Dr.

Coordenação Executiva

Helder Rafael Nocco | Eng. Ambiental, Me.

Equipe Técnica

Daniel Thá | Economista, Me. – Especialista I

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

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

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

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

Equipe de Apoio

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

Paulo Henrique Costa | Geógrafo, Esp.

Tiago Aparecido Perez Vieira | Eng. Ambiental

Leonardo Brustolon | Acadêmico de Geografia

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	20
2.	SOBRE A COBRANÇA	24
2.1.	Referencial legal quanto aos objetivos da cobrança.....	27
2.1.1.	Referencial legal federal	27
2.1.2.	Referencial legal paulista.....	29
2.1.3.	Referencial legal paranaense	30
2.1.4.	Alinhamento de objetivos.....	32
2.2.	Referencial prático quanto à implementação da cobrança.....	35
2.2.1.	Referencial de valores praticados	35
2.2.2.	Referencial de mecanismos de cobrança.....	43
2.2.3.	Referencial das relações Plano-Cobrança.....	45
3.	A BACIA DO RIO PARANAPANEMA.....	48
3.1.	Breve caracterização da bacia	48
3.2.	Principais problemas da bacia.....	54
3.3.	Programa de ações do PIRH-Paranapanema	57
3.4.	Demandas financeiras da bacia	69
3.4.1.	Ações do PIRH-Paranapanema	69
3.4.2.	Demandas dos planos de bacias afluentes	77
3.4.3.	Comparação orçamentária	84
4.	OS USOS OUTORGADOS DA ÁGUA NA BACIA	89
4.1.	Identificação dos usos dos recursos hídricos.....	89
4.1.1.	Análise dos registros de captação	94
4.1.2.	Análise dos registros de lançamento	103
4.2.	Atividades econômicas das interferências.....	113
4.2.1.	Atividades econômicas das outorgas de captação.....	118
4.2.2.	Atividades econômicas das outorgas de lançamento	140

4.3.	Análises complementares	153
4.3.1.	Dinâmica temporal das outorgas.....	153
4.3.2.	Outras interferências na base de outorgas.....	158
5.	PERCEPÇÕES DOS USUÁRIOS E GESTORES	166
5.1.	Questionário online com usuários da bacia	167
5.1.1.	Identificação dos usuários	168
5.1.2.	Sobre o uso da água no estabelecimento / processo produtivo	169
5.1.3.	Sobre o pagamento pelo uso de recursos hídricos (aplicação do instrumento de cobrança).....	173
5.1.4.	Atuação dos comitês de bacias hidrográficas (CBHS)	178
5.1.5.	Sobre a avaliação ou implantação de soluções que promovam a redução da dependência hídrica no estabelecimento / processo produtivo nos últimos 5 anos	182
5.1.6.	Comentários gerais.....	186
5.2.	Discussão online com pontos focais da bacia	187
5.2.1.	Perguntas sobre o instrumento da cobrança.....	190
5.2.2.	Perguntas sobre a gestão das águas na bacia.....	203
5.2.3.	Perguntas para usuários das águas.....	207
5.2.4.	Perguntas sobre a experiência com a cobrança.....	211
6.	CENÁRIOS DE COBRANÇA	218
6.1.	Estabelecimento da relação Plano-Cobrança.....	220
6.1.1.	Apoio direto aos usuários.....	221
6.1.2.	Apoio à implementação dos PMSB.....	224
6.1.3.	Serviços tarifados	226
6.1.4.	Ações de saneamento rural.....	228
6.1.5.	Ações de conservação e restauração ambiental	229
6.1.6.	Demandas financeiras de referência.....	232
6.2.	Cenários de cobrança	236
6.3.	Identificação de variações exógenas aos cenários	243
6.4.	Articulação inicial dos cenários e volumes outorgados	253
7.	CONCEPÇÃO DO MODELO DE OTIMIZAÇÃO DE PREÇOS.....	258

7.1.	Conceituação dos objetivos do modelo a partir dos objetivos da cobrança	260
7.1.1.	Objetivo 1 do instrumento de cobrança	260
7.1.2.	Objetivo 2 do instrumento de cobrança	262
7.1.3.	Objetivo 3 do instrumento de cobrança	263
7.2.	Delimitações do modelo econômico.....	264
7.2.1.	Objetivos do modelo econômico	264
7.2.2.	Usos e usuários passíveis de serem cobrados	264
7.2.3.	Diferenciação de usuários e preços	265
7.2.4.	Subsídio e tratamento diferenciado por eficiência	267
7.2.5.	Abrangência das simulações.....	270
8.	DESCRICAÇÃO MATEMÁTICA DO MODELO.....	274
8.1.	Objetivo 1: Eficiência econômica.....	276
8.1.1.	Maximização do lucro	278
8.1.2.	Minimização dos custos.....	279
8.1.3.	Maximizar o bem-estar social	280
8.2.	Objetivo 2: Uso racional.....	282
8.3.	Objetivo 3: Arrecadação	283
8.4.	Função global da Programação por Metas.....	285
9.	INSUMOS PARA O MODELO	287
9.1.	Insumos para o Objetivo 1	290
9.1.1.	Saneamento (captação)	292
9.1.2.	Consumo humano.....	294
9.1.3.	Agricultura irrigada.....	295
9.1.4.	Criação animal (captação).....	302
9.1.5.	Indústria e Mineração (captação).....	308
9.1.6.	Termoelectricidade	315
9.1.7.	Lançamento de carga poluidora	316
9.2.	Insumos para o Objetivo 2	318
9.3.	Insumos para o Objetivo 3	326
10.	RESULTADOS DE APLICAÇÃO DO MODELO	329

10.1.	Abrangência 1: Cobrança exclusiva Federal.....	335
10.1.1.	Cenário Referencial.....	338
10.1.2.	Cenário de Maior Intensidade.....	341
10.1.3.	Cenário de Menor Intensidade	344
10.2.	Abrangência 2: Cobrança única na bacia.....	347
10.3.	Abrangência 3: Cobrança conjunta Federal e Paranaense.....	354
10.4.	Abrangência 4: Cobrança exclusiva Paranaense	360
10.5.	Análise de consistência e de sensibilidade do modelo	366
10.5.1.	Variações da disposição a pagar para captação	367
10.5.2.	Variação do custo marginal de abatimento de DBO.....	384
10.5.3.	Variação do valor da produção econômica	388
10.6.	Resultados do modelo como subsídio para a instituição da cobrança pelo uso da água na bacia	393
11.	PROPOSIÇÃO DE MECANISMOS DE COBRANÇA.....	401
11.1.	Quanto aos usos e usuários sujeitos à cobrança.....	401
11.2.	Quanto a formulação da cobrança.....	402
11.3.	Quanto as medidas dos volumes de captação.....	402
11.4.	Quanto aos preços públicos unitários e diferenciação de usuários.....	404
11.5.	Quanto aos preços de grupos de cobrança atualmente inexistentes	409
11.6.	Quanto a diferenciação por locais críticos	411
11.7.	Quanto aos usuários de pequeno porte	412
11.8.	Vinculação com o Plano de Bacia e sua revisão.....	415
11.9.	Arredondamento e atualização monetária	416
12.	SIMULAÇÕES DOS CENÁRIOS DE COBRANÇA.....	418
12.1.	Cenário referencial.....	418
12.2.	Cenário de maior intensidade	421
12.3.	Cenário de menor intensidade.....	422
13.	PROPOSTA FINAL DE COBRANÇA.....	424
13.1.	Sobre a proposta de cobrança.....	424
13.2.	Minuta simplificada de deliberação sobre a cobrança.....	428

14.	BENEFÍCIOS DA COBRANÇA PELA PROMOÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	434
14.1.	Modelagem de Serviços Ecossistêmicos	437
14.1.1.	Dados de entrada	439
14.1.2.	Resultados da cena atual.....	443
14.1.3.	Cenário de fomento dos serviços ecossistêmicos	448
14.2.	Resultados físicos dos Serviços Ecossistêmicos	451
14.3.	Resultados econômicos dos Serviços Ecossistêmicos	456
14.3.1.	Benefício pela melhor qualidade da água.....	457
14.3.2.	Benefício por menor assoreamento.....	460
14.3.3.	Benefício pela menor perda de solo agrícola	463
14.3.4.	Síntese dos benefícios da infraestrutura natural.....	466
	REFERÊNCIAS	469
	ANEXO 477	



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases, etapas, produtos e objetivos	21
Figura 2: Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs) da UGRH Paranapanema.	51
Figura 3: Criticidades por Agendas Temáticas para as Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs) da UGRH Paranapanema.....	53
Figura 4: Componentes do PIRH-Paranapanema úteis para identificação dos problemas na bacia.	57
Figura 5: Programas e Subprogramas integrantes do Componente 1 – Gestão de Recursos Hídricos	58
Figura 6: Programas e Subprogramas integrantes do Componente 2 – Intervenções e Articulações com Planejamento Setorial.....	58
Figura 7: Distribuição dos orçamentos nos três ciclos de gestão vindouros.	72
Figura 8: Espacialização das interferências de captação.....	96
Figura 9: Espacialização dos volumes de captação.....	100
Figura 10: Espacialização das interferências de lançamento.....	106
Figura 11: Espacialização dos volumes das interferências de lançamento.....	110
Figura 12: Comunicação direta com usuários para obtenção de informações.....	116
Figura 13: Exemplo de retorno da comunicação direta com usuários.....	117
Figura 14: Evolução da produção de tilápias, em toneladas.....	162
Figura 15: Em qual Unidade de Gestão da bacia seu estabelecimento outorgado ou dispensado de outorga se encontra?	168
Figura 16: Qual é o tipo da outorga do seu estabelecimento?.....	168
Figura 17: Qual a principal finalidade de uso da água que consta na sua outorga de captação?	169
Figura 18: Como julga o grau de dependência de água no processo produtivo de seu estabelecimento (vinculado à outorga)?.....	171
Figura 19: Considerando os últimos 5 anos, como você estima o volume de captação efetiva do seu estabelecimento em relação ao volume outorgado?	172
Figura 20: É realizada a medição periódica dos volumes captados e/ou lançados?	172
Figura 21: Sobre a instituição do instrumento de pagamento pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, indique todas as finalidades de uso que julga pertinente incluir (ter cobrança).....	174

Figura 22: Sobre a forma de diferenciação do pagamento entre as diversas finalidades de uso das águas (saneamento, indústria, irrigação, criação animal, mineração etc.), selecione todas as alternativas que julga serem coerentes.....	175
Figura 23: Qual é o valor (R\$/m ³) que você acha justo pagar pelo direito de uso dos recursos hídricos?	176
Figura 24: Sobre os mecanismos de cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, escolha a opção que julga mais coerente	177
Figura 25: Sobre a afirmação: "Mesmo que haja medição ou estimativa coerente do volume consumido...", você:.....	178
Figura 26: Sobre a participação de usuários de pequeno porte no mecanismo de pagamento, escolha a opção que julga mais coerente.	178
Figura 27: Sobre a atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) em ações de gestão da oferta de água, selecione todas as opções com as quais você concorda.	180
Figura 28: Sobre a atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) em ações de gestão da demanda de água, selecione todas as opções com as quais você concorda.	180
Figura 29: Sobre a atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) no fomento de ações da agenda setorial, selecione todas as opções com as quais você concorda.....	181
Figura 30: Sobre a afirmação: "O manancial vinculado à minha outorga precisa de ações de gestão para garantir a qualidade e quantidade dos recursos hídricos"; você:	181
Figura 31: Qual é/foi a principal motivação para avaliar ou implementar as soluções?	182
Figura 32: Qual a ordem de grandeza do investimento nestas soluções (implantadas ou planejadas)?.....	183
Figura 33: Qual é o principal perfil destas soluções (implantadas ou planejadas)?.....	183
Figura 34: Qual a efetividade estimada de redução da dependência hídrica com estas soluções (implantadas ou planejadas)?.....	184
Figura 35: Qual foi, é ou deverá ser o principal fator que dificulta a adoção destas soluções de redução da dependência hídrica (implantadas ou planejadas)?	185
Figura 36: Como classifica o papel da cobrança pelo uso do recurso hídrico na realização das soluções (implantadas ou planejadas)?.....	185
Figura 37: Modelo de convite utilizado para a realização das discussões online.....	188
Figura 38: Evolução das projeções futuras de Q _{mlt} específica incremental média de todos os MCGs e cenários de emissão para a Região Hidrográfica do Paraná.	250
Figura 39: Evolução das projeções futuras de E0 média (esquerda) e de P médio de todos os MCGs e cenários de emissão para a Região Hidrográfica do Paraná.	251

Figura 40: Processos hidrológicos em áreas com e sem vegetação arbórea.	436
Figura 41: Representação conceitual do SDR.	438
Figura 42: Espacialização dos dados de entrada espaciais do modelo.	441
Figura 43: Cobertura da terra atual na BHP.	445
Figura 44: Produção de sedimentos na cena atual.	447
Figura 45: Cobertura da terra esperada para o cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos.	450
Figura 46: Produção de sedimento e eficiência florestal na produção de sedimentos exportados para os rios no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos.	454

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro.....	35
Tabela 2: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais.....	35
Tabela 3: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais conforme Deliberação Normativa nº 68/2021.	39
Tabela 4: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado do Ceará.....	40
Tabela 5: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado de São Paulo.	41
Tabela 6: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos em recursos hídricos da União.	42
Tabela 7: Mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos.	43
Tabela 8: Áreas e Populações na UGRH Paranapanema.....	49
Tabela 9: UPHs e respectivas UGHs por estado definido pelo PIRH-Paranapanema.	49
Tabela 10: UPHs com maiores criticidades na UGRH Paranapanema.....	56
Tabela 11: Componentes, Programas e Subprogramas do PIRH-Paranapanema (2016).....	61
Tabela 12: Componentes, Programas, Subprogramas e Ações da Revisão do PIRH-Paranapanema (2023).....	63
Tabela 13: Orçamento do PIRH-Paranapanema (2016, 2021 e 2024).	69
Tabela 14: Orçamento do PIRH-Paranapanema conforme papel do CBH.	73
Tabela 15: Orçamento do PIRH-Paranapanema conforme interveniente responsável.	74
Tabela 16: Orçamento da Agenda Setorial do PIRH-Paranapanema.	76
Tabela 17: Demandas financeiras da bacia Norte Pioneiro (R\$).....	78
Tabela 18: Demandas financeiras da bacia Piraponema (R\$).....	79
Tabela 19: Demandas financeiras da bacia Alto Paranapanema (R\$).....	81
Tabela 20: Demandas financeiras da bacia Médio Paranapanema (R\$).....	82
Tabela 21: Demandas financeiras da bacia Pontal do Paranapanema (R\$).....	83
Tabela 22: Demandas financeiras consolidadas dos afluentes (R\$ anualizado).....	84
Tabela 23: Orçamentos previstos para os programas do PIRH-Grande (2017).....	84
Tabela 24: Orçamentos previstos para o PAP 2021-2025 do CBH no São Francisco.....	85
Tabela 25: Orçamentos previstos para o PAP 2020-2023 dos Comitês PCJ.	85

Tabela 26: Orçamentos previstos para o Plano de Aplicação Plurianual (PAP) 2017-2020 da AGEVAP/CEIVAP.....	86
Tabela 27: Filtros realizados na base de outorgas do CNARH (excluindo-se nesse momento as interferências do IAT).....	91
Tabela 28: Modificações iniciais à base de outorgas do CNARH.....	92
Tabela 29: Filtros realizados na base de outorgas do IAT.....	92
Tabela 30: Estratificação das interferências de captação do universo de partida.....	94
Tabela 31: Volumes outorgados de captação do universo de partida (mil m ³ /ano).....	98
Tabela 32: Índice de volume outorgado de captação por interferência (m ³ /outorga).....	99
Tabela 33: Interferências e volume outorgado de captação por UGH.....	101
Tabela 34: Interferências e volume outorgado de captação por finalidade de uso e UGH....	102
Tabela 35: Estratificação das interferências de lançamento do universo de partida.....	104
Tabela 36: Volumes outorgados de lançamento do universo de partida (mil m ³ /ano).....	107
Tabela 37: Índice de volume outorgado de lançamento por interferência (m ³ /outorga).....	108
Tabela 38: Interferências e volume outorgado de lançamento por UGH.....	111
Tabela 39: Interferências e volume outorgado de lançamento por finalidade de uso e UGH.....	112
Tabela 40: Captações dos vinte maiores usuários de abastecimento público.....	118
Tabela 41: Perfil econômico das captações de criação animal.....	120
Tabela 42: Perfil econômico das captações da indústria.....	122
Tabela 43: Perfil econômico das captações de mineração.....	124
Tabela 44: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (total da bacia).....	128
Tabela 45: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural das Capitais Regionais de Maringá e Londrina).....	129
Tabela 46: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural das Capitais Regionais de Marília e Bauru).....	130
Tabela 47: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Metrópole de Curitiba).....	131
Tabela 48: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Capital Regional de Ponta Grossa).....	132
Tabela 49: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Grande Metrópole Nacional de São Paulo).....	133

Tabela 50: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Capital Regional de Presidente Prudente).....	134
Tabela 51: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Capital Regional de Ribeirão Preto).....	135
Tabela 52: Estratificação das interferências reclassificadas de captação do universo de partida.	137
Tabela 53: Volumes outorgados reclassificados de captação do universo de partida (mil m ³ /ano).	138
Tabela 54: Interferências e volume outorgado reclassificado de captação por finalidade de uso e UGH (m ³ /a).....	139
Tabela 55: Lançamento dos vinte maiores usuários de esgotamento sanitário.....	141
Tabela 56: Perfil econômico dos lançamentos de criação animal.....	142
Tabela 57: Perfil econômico dos lançamentos da indústria.	143
Tabela 58: Estimativa de carga lançada de DBO para os maiores usuários de esgotamento.	146
Tabela 59: Estimativa de carga lançada de DBO para a indústria.	148
Tabela 60: Estimativa de carga lançada de DBO para a mineração.	149
Tabela 61: Estimativa de carga lançada de DBO para a criação animal.....	149
Tabela 62: Estimativa de carga lançada de DBO para consumo humano e outros.	150
Tabela 63: Estratificação das interferências reclassificadas de lançamento do universo de partida.	150
Tabela 64: Volumes outorgados reclassificados de lançamento do universo de partida (mil m ³ /ano).	151
Tabela 65: Interferências e volume outorgado reclassificado de lançamento por finalidade de uso e UGH (m ³ /a).	152
Tabela 66: Estratificação das interferências por dominialidade e ano-base.	153
Tabela 67: Interferências totais (captação e lançamento) por finalidade de uso nos três recortes temporais.	155
Tabela 68: Volume total outorgado (captação e lançamento) por finalidade de uso nos três recortes temporais (mil m ³ /a).....	156
Tabela 69: Vigência média das interferências por finalidade de uso e emissor (anos).	158
Tabela 70: Filtros realizados na base de outorgas para ampliar o conhecimento acerca dos usuários.....	159
Tabela 71: Estratificação das interferências do tipo Barragem.	159

Tabela 72: Estratificação das interferências do tipo Ponto de Referência.....	160
Tabela 73: Vinte maiores produtores de tilápia na bacia.....	162
Tabela 74: Valores médios de demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) avaliadas no reservatório da UHE Chavantes no período de dez/2006 a nov/2007.....	164
Tabela 75: Valores médios de demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) avaliadas no reservatório da UHE Ilha Solteira no período de fev/2008 a jan/2010.....	165
Tabela 76: Qual o CNAE da atividade principal vinculada à outorga?	169
Tabela 77: Quais finalidades de uso devem estar sujeitas à cobrança?	173
Tabela 78: Atores contatados pelo Consórcio para participação no Ciclo de Discussão.	188
Tabela 79: Anotações por entrevista das questões 1 e 2 do tópico 3.....	192
Tabela 80: Anotações por entrevista da questão 3 do tópico 3.....	195
Tabela 81: Anotações por entrevista da questão 4 do tópico 3.....	196
Tabela 82: Anotações por entrevista da questão 5 do tópico 3.....	198
Tabela 83: Anotações por entrevista da questão 6 do tópico 3.....	200
Tabela 84: Anotações por entrevista da questão 7 do tópico 3.....	202
Tabela 85: Anotações por entrevista da questão 1 do tópico 4.....	205
Tabela 86: Anotações por entrevista da questão 2 do tópico 4.....	206
Tabela 87: Anotações por entrevista da questão 3 do tópico 4.....	206
Tabela 88: Anotações por entrevista da questão 1 do tópico 6.....	208
Tabela 89: Anotações por entrevista da questão 2 do tópico 6.....	208
Tabela 90: Anotações por entrevista da questão 3 do tópico 6.....	209
Tabela 91: Anotações por entrevista da questão 4 do tópico 6.....	209
Tabela 92: Anotações por entrevista da questão 5 do tópico 6.....	209
Tabela 93: Anotações por entrevista da questão 6 do tópico 6.....	209
Tabela 94: Anotações por entrevista da questão 7 do tópico 6.....	210
Tabela 95: Anotações por entrevista da questão 8 do tópico 6.....	210
Tabela 96: Anotações por entrevista da questão 1 do tópico 7.....	212
Tabela 97: Anotações por entrevista da questão 2 do tópico 7.....	215
Tabela 98: Anotações por entrevista da questão 3 do tópico 7.....	215
Tabela 99: Anotações por entrevista da questão 4 do tópico 7.....	216
Tabela 100: Custos de uma "equipe volante" para atender ações de Gestão e Associadas..	223

Tabela 101: Custos de elaboração de PMSB nos municípios prioritários.....	225
Tabela 102: Custos de atualização de PMSB nos municípios prioritários.....	226
Tabela 103: Orçamento geral do PIRH-Paranapanema e o papel referencial da cobrança....	233
Tabela 104: Orçamento detalhado do PIRH-Paranapanema e o papel referencial da cobrança.	234
Tabela 105: Cenários endógenos de implementação do instrumento cobrança.....	238
Tabela 106: Demandas financeiras anuais dos cenários endógenos (R\$ VAE).....	241
Tabela 107: Orçamento detalhado dos Cenários Endógenos de cobrança.....	241
Tabela 108: Variação hipotética nos volumes de captação de saneamento básico.....	245
Tabela 109: Potencial de área adicional irrigável (AAI) de intensificação e expansão.....	246
Tabela 110: Variação hipotética nos volumes de captação de irrigação.....	247
Tabela 111: Variação hipotética nos volumes de captação industrial.....	248
Tabela 112: Variação hipotética nos volumes de captação total sob mudança do clima.....	252
Tabela 113: Volumes captados na bacia (mil m ³ /ano)	253
Tabela 114: Rateio hipotético das demandas financeiras pelas interferências federais (R\$/m ³).	254
Tabela 115: Rateio hipotético das demandas financeiras pela totalidade de interferências (R\$/m ³).	256
Tabela 116: Peso relativo de cada domínio nos volumes de captação.....	256
Tabela 117: Diferenciação de usuários dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paranapanema.	287
Tabela 118: Quantidade de interferências por dominialidade e setor usuário pormenorizado.	289
Tabela 119: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para o saneamento.....	294
Tabela 120: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para o consumo humano e outros..	295
Tabela 121: Diferenciação de usuários de agricultura irrigada na Bacia do Rio Paranapanema.	296
Tabela 122: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a agricultura irrigada.	301
Tabela 123: Diferenciação de usuários de criação animal na Bacia do Rio Paranapanema. ...	302
Tabela 124: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a criação animal.....	308
Tabela 125: Diferenciação de usuários de indústria na Bacia do Rio Paranapanema.....	309
Tabela 126: Diferenciação de usuários de mineração na Bacia do Rio Paranapanema.	310

Tabela 127: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a indústria.....	314
Tabela 128: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a mineração.....	315
Tabela 129: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a geração de energia termoelétrica.....	316
Tabela 130: Volume efetivo de captação em relação ao volume outorgado (resultados do questionário com usuários da Bacia do Rio Paranapanema).....	319
Tabela 131: Eficiência ponderada na agricultura irrigada.....	322
Tabela 132: Parâmetros de eficiência de uso industrial de captação.....	323
Tabela 133: Parâmetros de eficiência de uso industrial de lançamento.....	324
Tabela 134: Resultados consolidados dos insumos para o Objetivo 2.....	325
Tabela 135: Demandas financeiras anuais dos cenários endógenos (R\$ VAE).....	326
Tabela 136: Demandas financeiras por simulação (R\$ anualizado).....	328
Tabela 137: Categorização das atividades econômicas para a cobrança ('Grupos de Cobrança').....	332
Tabela 138: Grupos de Cobrança e atividades componentes.....	334
Tabela 139: Insumos detalhados do modelo na abrangência 1.....	335
Tabela 140: Insumos por grupo de cobrança do modelo na abrangência 1.....	337
Tabela 141: Insumos agregados do modelo na abrangência 1.....	337
Tabela 142: Resultados detalhados do modelo na abrangência 1, cenário referencial.....	338
Tabela 143: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 1, cenário referencial.....	339
Tabela 144: Resultados agregados do modelo na abrangência 1, cenário referencial.....	340
Tabela 145: Resultados por bacia na abrangência 1, cenário referencial.....	341
Tabela 146: Resultados detalhados do modelo na abrangência 1, cenário de maior intensidade.....	341
Tabela 147: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 1, cenário de maior intensidade.....	342
Tabela 148: Resultados agregados do modelo na abrangência 1, cenário de maior intensidade.....	343
Tabela 149: Resultados por bacia na abrangência 1, cenário de maior intensidade.....	344
Tabela 150: Resultados detalhados do modelo na abrangência 1, cenário de menor intensidade.....	344

Tabela 151: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 1, cenário de menor intensidade.....	345
Tabela 152: Resultados agregados do modelo na abrangência 1, cenário de menor intensidade.....	346
Tabela 153: Resultados por bacia na abrangência 1, cenário de menor intensidade.....	347
Tabela 154: Insumos detalhados do modelo na abrangência 2.....	348
Tabela 155: Insumos por grupo de cobrança do modelo na abrangência 2.....	349
Tabela 156: Insumos agregados do modelo na abrangência 2.....	350
Tabela 157: Resultados detalhados do modelo na abrangência 2, cenário referencial.....	351
Tabela 158: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 2, cen. referencial.....	352
Tabela 159: Resultados agregados do modelo na abrangência 2, cenário referencial.....	352
Tabela 160: Resultados por bacia na abrangência 2, cenário referencial.....	353
Tabela 161: Insumos detalhados do modelo na abrangência 3.....	354
Tabela 162: Insumos por grupo de cobrança do modelo na abrangência 3.....	356
Tabela 163: Insumos agregados do modelo na abrangência 3.....	356
Tabela 164: Resultados detalhados do modelo na abrangência 3, cenário referencial.....	357
Tabela 165: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 3, cen. referencial.....	358
Tabela 166: Resultados agregados do modelo na abrangência 3, cenário referencial.....	359
Tabela 167: Resultados por bacia na abrangência 3, cenário referencial.....	359
Tabela 168: Insumos detalhados do modelo na abrangência 4.....	360
Tabela 169: Insumos por grupo de cobrança do modelo na abrangência 4.....	362
Tabela 170: Insumos agregados do modelo na abrangência 4.....	362
Tabela 171: Resultados detalhados do modelo na abrangência 4, cenário referencial.....	363
Tabela 172: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 4, cen. referencial.....	364
Tabela 173: Resultados agregados do modelo na abrangência 4, cenário referencial.....	365
Tabela 174: Resultados por bacia na abrangência 4, cenário referencial.....	365
Tabela 175: Variações da DAP para captação de água para análises de sensibilidade.....	368
Tabela 176: Resultados detalhados da sensibilidade de DAP menor (abrangência 2).....	369
Tabela 177: Resultados da sensibilidade de DAP menor relativos aos resultados default.....	371

Tabela 178: Resultados detalhados da sensibilidade de DAP maior (abrangência 2).....	373
Tabela 179: Resultados da sensibilidade de DAP maior, relativos aos resultados default.....	375
Tabela 180: Resultados detalhados da sensibilidade de DAP simples (abrangência 2).....	377
Tabela 181: Resultados da sensibilidade de DAP simples relativos aos resultados default....	379
Tabela 182: Fração do preço unitário de captação em relação ao preço unitário básico.....	381
Tabela 183: Fração do preço unitário de lançamento em relação ao preço unitário básico. .	383
Tabela 184: Resultados detalhados da sensibilidade do custo marginal maior de abatimento de DBO.....	385
Tabela 185: Resultados da sensibilidade do maior custo de ab. DBO relativos ao default....	387
Tabela 186: Variação do valor da produção econômica para análise de sensibilidade.	389
Tabela 187: Resultados detalhados da sensibilidade de menor valor da produção econômica.	390
Tabela 188: Resultados da sensibilidade de menor valor da p. e. relativos aos resultados default.	392
Tabela 189: Insumos e resultados agregados do modelo por abrangência, cenário referencial.	395
Tabela 190: Aplicação da fração do preço unitário de captação em relação ao preço unitário básico (abrangência 2) para embasar eventuais ampliações do mecanismo de cobrança.	399
Tabela 191: Aplicação da fração do preço unitário de captação em relação ao preço unitário básico (abrangência 2), nos grupos de cobrança, para embasar eventuais ampliações do mecanismo de cobrança.	400
Tabela 192: Preço unitário base de cada cenário de cobrança (abrangência 1).	406
Tabela 193: Preços públicos unitários por agrupamento de cobrança.....	408
Tabela 194: Estabelecimento de PPUs relativos com base nos resultados da abrangência 2 do modelo (resultados para todas as interferências outorgadas na bacia, independente do âmbito).	410
Tabela 195: Aplicação da diferenciação dos preços públicos unitários em locais críticos.....	412
Tabela 196: Resultados de aplicação do mecanismo proposto para o cenário referencial....	419
Tabela 197: Resultados relativos do mecanismo proposto para o cenário referencial.....	420
Tabela 198: Resultados de aplicação do mecanismo para o cenário de maior intensidade..	421
Tabela 199: Resultados relativos do mecanismo para o cenário de maior intensidade.	422
Tabela 200: Resultados de aplicação do mecanismo para o cenário de menor intensidade. 422	
Tabela 201: Resultados relativos do mecanismo para o cenário de menor intensidade.....	423

Tabela 202: Fator K adotado para cada classe de solo.	442
Tabela 203: Índices obtidos na literatura para cada classe de cobertura da terra.	442
Tabela 204: Área de cada cobertura na bacia e nas APPs da bacia.	444
Tabela 205: Quantidade de sedimentos exportados para rios e depositados na paisagem na cena atual.	446
Tabela 206: Demanda por restauração florestal e comparativo da produção de sedimentos no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos em relação à cena atual.	451
Tabela 207: Comparaçao percentual da produção de sedimentos no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos em relação à cena atual.	452
Tabela 208: Comparativo da eficiência florestal no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos....	453
Tabela 209: Benefício anual para a bacia pela melhor qualidade da água.	459
Tabela 210: Benefícios anuais por UGH pela melhor qualidade da água (R\$).....	459
Tabela 211: Benefício anual para a bacia pelo menor assoreamento.	462
Tabela 212: Benefícios anuais por UGH pelo menor assoreamento (R\$).....	463
Tabela 213: Dados para a valoração do benefício de menor perda de nutrientes do solo agrícola.....	464
Tabela 214: Benefício anual para a bacia pela menor perda de nutrientes em solo agrícola.	465
Tabela 215: Benefícios anuais por UGH pela menor perda de nutrientes em solo agrícola (R\$).	466
Tabela 216: Benefício anual pela prestação de serviços ecossistêmicos da infraestrutura natural.	467
Tabela 217: Benefícios anuais totais por UGH pelo fomento de serviços ecossistêmicos (R\$).	467
Tabela 218: Status dos PMSB nos municípios da bacia.	477

LISTA DE SIGLAS

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

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta a consolidação dos relatórios parciais RP-1 (Conhecimento dos usos e setores, Intervenções estratégicas), RP-2 (Cenários preliminares, Objetivos a serem perseguidos pela cobrança), RP-3 (Estudos econômicos e Análise de sensibilidade), e RP-4 (Cenários finais e propostas de mecanismos e valores) do "Estudo de Subsídio para Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema".

O estudo foi contratado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) por meio da Concorrência nº 02/2023 e Termo de Contrato nº 005/2024/ANA, tendo sido elaborado entre março de 2024 e fevereiro de 2025 pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema.

Este estudo é previsto no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranapanema (PIRH-Paranapanema) (ANA, 2016), sob Componente 1 - Gestão de Recursos Hídricos, Subprograma A - Instrumentos de Gestão, GRH.A.3 Cobrança. Seu objetivo é propor mecanismos embasados de cobrança para a Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (BHP), integrando essa proposta ao PIRH-Paranapanema, buscando cumprir com os objetivos integrais do instrumento cobrança.

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

O presente documento constitui o Relatório Final (RF) previsto no Plano de Trabalho que atende ao Termo de Referência do Edital de Concorrência do Tipo Técnica e Preços (nº 02/ANA/2023), que pactua o desenvolvimento do estudo, cuja elaboração foi subdividida em seis fases, conforme apresenta a Figura 1. Cada fase foi composta por uma ou mais etapas e finalizada com a apresentação de um produto parcial (RP-1, RP-2, RP-3 e RP-4).

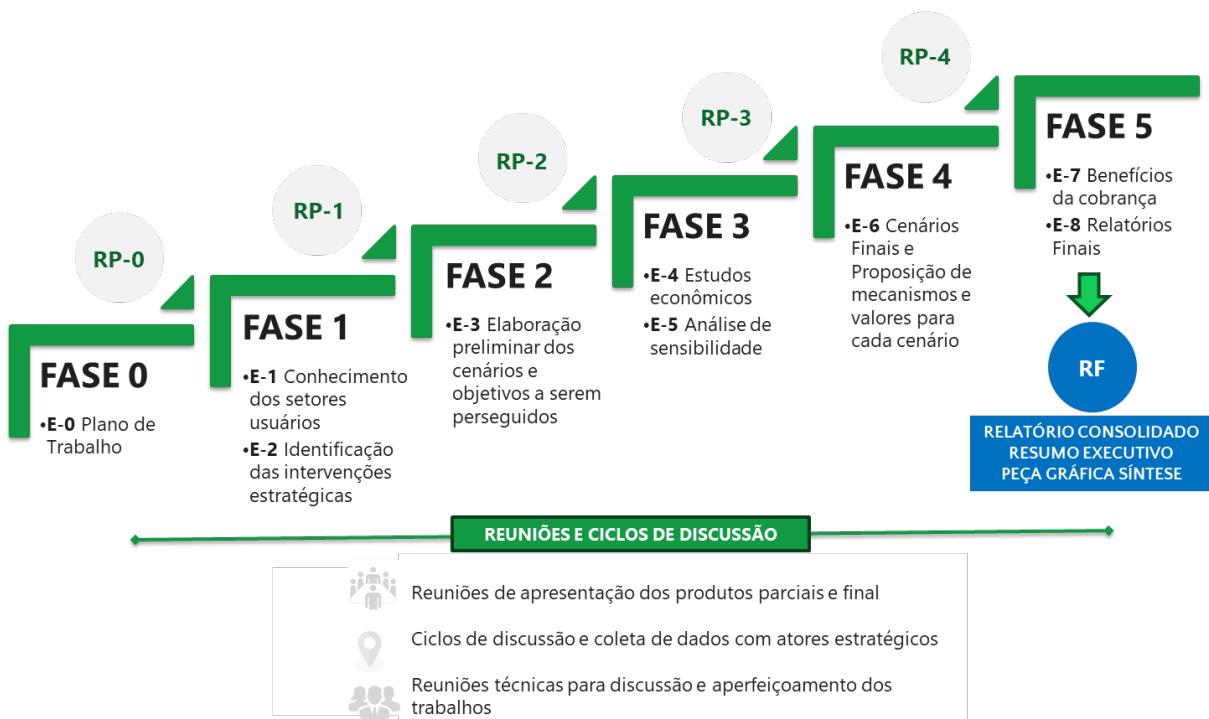


Figura 1: Fases, etapas, produtos e objetivos.

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

Este Relatório Final (RF), elaborado com o objetivo de subsidiar a implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, apresenta as abordagens e os resultados obtidos na conformação dos seis objetivos delineados no Plano de Trabalho, quais sejam: Objetivo 2 - Capturar percepções dos usuários e gestores locais sobre a cobrança; Objetivo 3 - Conceber cenários e objetivos para a cobrança; Objetivo 4 - Simular e indicar os benefícios da cobrança; Objetivo 5 - Estabelecer relações econômicas do uso da água; Objetivo 6 - Obter embasamento técnico por meio do desenvolvimento e aplicação de modelo econômico de otimização

de preços e análises de sensibilidade; e Objetivo 7 - Propor, simular e refinar mecanismos e valores de cobrança.

Além deste primeiro Capítulo, no qual se apresenta o contexto e os objetivos gerais do estudo, o Capítulo 2 aborda o instrumento de cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos e discute os aspectos legais e práticos a ele relacionados, fornecendo fundamentos jurídicos e metodológicos que sustentam o estudo e introduzem os mecanismos de cobrança.

No Capítulo 3, apresenta-se uma breve caracterização física, ambiental e socioeconômica da bacia, destacando os problemas enfrentados e as demandas financeiras associadas ao Plano Integrado de Recursos Hídricos (PIRH-Paranapanema), sendo essencial para estabelecer as relações Plano-Cobrança (Objetivo 3) e demonstrar os benefícios potenciais do instrumento (Objetivo 4). No Capítulo 4, são apresentados os usos e usuários outorgados, com uma análise dos setores econômicos envolvidos, atendendo ao Objetivo 5, que busca estabelecer as relações econômicas do uso da água e o impacto dos diferentes atores.

No Capítulo 5, são expostos os resultados de discussões e questionários que capturaram as percepções e expectativas dos usuários e gestores sobre a implementação da cobrança, atendendo de forma direta ao Objetivo 2, que requer a integração das visões dos atores locais. Já no Capítulo 6, são delineadas as relações Plano-Cobrança e os Cenários de Cobrança alinhados ao PIRH-Paranapanema, atendendo ao Objetivo 3.

O Capítulo 7, traz o modelo econômico desenvolvido para otimizar os preços de cobrança, assegurando eficiência, arrecadação adequada e incentivo ao uso racional da água, sendo determinante para o Objetivo 6. Em complemento, o Capítulo 8 detalha sua formulação matemática, incluindo variáveis e restrições, garantindo o rigor técnico para sua aplicação.

O Capítulo 9 apresenta os dados econômicos utilizados no estabelecimento das relações econômicas da água, reforçando o alinhamento do Objetivo 5 com o Objetivo 6 e permitindo ajustar o modelo à realidade da bacia. Já o Capítulo 10 expõe os resultados obtidos pelo modelo em diferentes cenários de cobrança e analisa a sensibilidade aos parâmetros.

No Capítulo 11, finalmente, são detalhados os mecanismos propostos para a implementação da cobrança no âmbito federal da BHP, incluindo critérios para diferenciação de usuários, preços unitários e métricas de monitoramento, estabelecendo as bases práticas para a implementação (Objetivo 7). No Capítulo 12 são apresentadas as simulações aplicadas aos cenários propostos, incluindo análises de arrecadação, impacto financeiro e viabilidade técnica, aprimorando os valores e os mecanismos de cobrança simulados.

O Capítulo 13 apresenta uma avaliação crítica da proposta, incluindo uma minuta simplificada de deliberação e sugestões para a aprovação pelo Comitê da Bacia Hidrográfica, consolidando o estudo técnico e contribuindo para o Objetivo 7. Por fim, o Capítulo 14 apresenta os benefícios da cobrança a partir da modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos de cunho hidrológico e hidrossedimentológico, cujo intuito é revelar a ordem de grandeza dos ganhos sociais (circunscritos à bacia) que se espera obter pela execução dos orçamentos associados ao PIRH-Paranapanema, atendendo ao Objetivo 4.

2. SOBRE A COBRANÇA

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

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

Segundo informações do portal da ANA¹, em âmbito infranacional, tem-se a instituição do instrumento cobrança nos seguintes Estados: Ceará, desde 1996, instituída para o custeio das atividades do gerenciamento dos recursos hídricos, envolvendo os serviços de operação e manutenção dos dispositivos e da infraestrutura hidráulica; Rio de Janeiro, em todo o Estado; São Paulo, em todo o Estado; Minas Gerais, em todo o Estado; Paraná, iniciada somente nas bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira; Paraíba, em todo o Estado; Goiás, iniciada a partir de 2024,

¹ Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/historico-da-cobranca>. Acesso em 05 de setembro de 2024.

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

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

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

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

Um dos mais notáveis fatores técnicos é o alinhamento do instrumento de cobrança ao planejamento e gestão de recursos hídricos da bacia. No presente estudo, esta relação é estabelecida no Capítulo 6, obtida pela fundamentação da cobrança em objetivos claramente definidos no PIRH-Paranapanema, incluindo metas e ações

prioritárias. Para tanto, foram estabelecidas as relações Plano-Cobrança, traçando as necessidades financeiras a serem suportadas pela cobrança em estrito acordo com as ações do Plano de Bacia, em três cenários de ambições da atuação do CBH.

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

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

Os demais fatores críticos de caráter técnico abrangem a definição clara de metodologias e de valores de cobrança. As orientações de ANA (2023) apontam para a adoção de fórmulas de cálculo de fácil entendimento, evitando coeficientes complexos. Sugere-se, inclusive, a adoção da fórmula: Cobrança (R\$/ano) = Base de cálculo × Preço Unitário (PU). Para que essa recomendação seja efetiva, os valores (PU) devem refletir a capacidade de pagamento dos setores, seus impactos sobre os recursos hídricos e incentivos ao uso racional da água, e é exatamente isso que se realizou no presente estudo por meio do desenvolvimento e aplicação do modelo econômico de otimização de preços de cobrança (Capítulo 7).

A formulação simples da cobrança não significa que aspectos como a eficiência sejam desconsiderados; ao contrário, significam que o preço cobrado, ao ser multiplicado pelo volume captado ou carga lançada, deve indicar ao usuário a escassez

relativa e permitir chegar à arrecadação almejada. Para tanto, é essencial que o preço seja discretizado e alinhado com a atuação e a capacidade de pagamento dos usuários.

Desta feita, é válido pontuar que não existe, necessariamente, uma relação direta dos valores de cobrança entre bacias hidrográficas, o que na prática indica que preços cobrados em uma dada bacia podem ser suprimidos ou elevados no contexto de outras bacias. Os valores de cobrança utilizados em uma bacia não podem, portanto, ser deliberadamente entendidos como os mais adequados para outra bacia. Os itens abaixo abordam referenciais de interesse para o presente estudo.

2.1. Referencial legal quanto aos objetivos da cobrança

Neste item são abordados os aspectos legais relacionados aos objetivos da cobrança pelo uso da água e sua interface com a implementação de programas e ações previstos nos planos de bacia hidrográfica - com enfoque ao Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema - PIRH-Paranapanema (ANA, 2016).

O referencial legal relacionado ao planejamento e à gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema abrange águas de domínio da União, bem como aquelas nos âmbitos estaduais (São Paulo e Paraná). Em termos amplos, as políticas de recursos hídricos (nacional e estaduais) apresentam um elevado grau de alinhamento quanto aos seus objetivos.

2.1.1. Referencial legal federal

A Lei Federal nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em seu Art. 2º estabelece os objetivos da Política, a saber: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos; a prevenção e

a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais; e incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. Entre as diretrizes gerais, estabelece a necessidade de articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional, essencial a uma adequada gestão. Ainda, que a União deve articular-se com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

Como instrumentos para a implementação da Política estão previstos: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a Cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

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, assim como da atuação coordenada dos entes do SINGREH, num ambiente de múltiplo domínio das águas.

Relativamente à cobrança pelo uso de recursos hídricos os objetivos definidos são os seguintes: (i) Reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; (ii) Incentivar a racionalização do uso da água; e (iii) Obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

O primeiro objetivo está voltado à conscientização social sobre as funções e valores associados aos recursos hídricos. O segundo, também de natureza social, destina-se a incentivar o uso racional. Já o terceiro objetivo está diretamente associado

à questão financeira, buscando suportar a implementação de programas e intervenções integrantes dos Planos de Recursos Hídricos.

Ainda com relação à lei federal, cabe ressaltar que os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos deverão ser aplicados, prioritariamente, na bacia hidrográfica de origem, sendo aplicados no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos e no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (limitada a 7,5% do total arrecadado). Os valores da cobrança poderão ser aplicados a fundo perdido em intervenções que alterem, positivamente, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

2.1.2. *Referencial legal paulista*

A Lei Estadual Paulista nº 7.663, de 1991, estabeleceu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos e ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos em São Paulo. Como objetivo para a Política definiu: “*assegurar que a água, recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social, possa ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras*”.

Reconhece o recurso hídrico como um bem público, dotado de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada, observados os aspectos de quantidade, qualidade, prevendo o rateio de custos de intervenções de aproveitamento múltiplo de interesse comum ou coletivo, entre os beneficiados.

Indica que o Estado, através do Sistema Integrado de Gerenciamento - SIRGH, deve assegurar meios financeiros e institucionais para: utilização racional dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, assegurado o uso prioritário para o abastecimento das populações; maximização dos benefícios econômicos e sociais resultantes do

aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos; proteção das águas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro; defesa contra eventos hidrológicos críticos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança públicas assim como prejuízos econômicos e sociais; entre outros.

Com relação à cobrança pelo uso dos recursos hídricos, estabelece que deverá ocorrer obedecendo critérios relativos à derivação e à diluição, transporte e assimilação de efluentes. Para cobrança pelo uso ou derivação, devem ser consideradas a classe de uso de enquadramento do manancial, a disponibilidade hídrica local, inclusive considerando a regularização proporcionada por obras hidráulicas, a vazão e o regime de captação, além do consumo efetivo e a finalidade a que se destina. Já para a cobrança pela diluição, transporte e assimilação de efluentes de sistemas de esgotos e de outros líquidos, deve considerar a classe de uso de enquadramento do corpo d'água receptor, a vazão deste corpo, a carga lançada e seu regime, entre outros aspectos. No caso de uso para fins de geração de energia elétrica deve ser aplicada legislação federal específica.

Destaca-se também a Lei nº 12.183, de 2005, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo, dando prosseguimentos, fixando os seus limites, condicionantes e valores; e o Decreto nº 50.667, de 2006, que regulamenta dispositivos da Lei nº 12.183 sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo.

2.1.3. *Referencial legal paranaense*

A Lei Estadual Paranaense (Lei nº 12726, de 1999) instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os objetivos da Política consistem em: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de águas em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o

transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

No que se refere ao instrumento da cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos, estabelece como objetivos: constituir-se em instrumento de gestão; conferir rationalidade econômica ao uso de recursos hídricos; disciplinar a localização dos usuários, buscando a conservação dos recursos hídricos de acordo com sua classe preponderante de uso; incentivar a melhoria do gerenciamento nas bacias hidrográficas onde forem arrecadados; e obter recursos financeiros para implementação de programas e intervenções contemplados em Plano de Bacia Hidrográfica. Os dois últimos objetivos referem-se diretamente a um dos temas-chave do presente estudo, que se refere à identificação das intervenções estratégicas a serem financiadas com recursos da cobrança.

Com vistas a suportar financeiramente a implantação, custeio e investimentos do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PR), foi criado o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FRHI/PR), tendo como fontes de recursos, entre outras, as receitas originárias da cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos.

Os valores arrecadados com a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos devem ser aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica de origem, sendo utilizados para o financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídas no Plano de Bacia Hidrográfica; pagamento de despesas de monitoramento dos corpos de água; e de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PR), limitada a 7,5% do total arrecadado. Os recursos do FRHI/PR também podem ser utilizados para Pagamento de Serviços Ambientais – PSA relacionados à conservação dos recursos hídricos.

Relativamente à cobrança, também podem-se ser referidas a Lei nº 16.242, de 2009, que criou o Instituto das Águas do Paraná e o Decreto nº 7.348, de 2013, e que regulamentou a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos no Estado.

2.1.4. *Alinhamento de objetivos*

Como se pode observar, as legislações analisadas, em específico quanto aos objetivos associados à cobrança pelo uso dos recursos hídricos, apresentam similaridades, comprovando a natureza integrada do planejamento e da gestão no âmbito nacional, possibilitando a necessária articulação entre as instâncias federal e estaduais. Como base geral, o instrumento busca associar o princípio de que o usuário ou poluidor deve arcar, mesmo que parcialmente, com os usos de mitigação ou resolução da problemática gerada, através do pagamento pelo uso, internalizando de certa forma os custos ambientais e buscando a mudança de comportamento com vistas à sustentabilidade.

Observam-se então dois grandes objetivos relacionados à cobrança, comum ao âmbito federal e estaduais: um destinado a promover a conscientização do usuário quanto ao uso racional e proteção dos recursos hídricos, reconhecendo a água como um bem que é dotado de valor econômico; e outro relacionado ao fornecimento de suporte financeiro, via arrecadação, à implementação de programas e intervenções, notadamente aqueles definidos nos instrumentos de planejamento. Também pode ser referido o suporte ao custeio da administração dos sistemas de gestão de recursos hídricos (nesses casos, com limitações financeiras estabelecidas).

Com relação à implementação da cobrança, observa-se níveis distintos nas instâncias de gestão. No âmbito dos rios de domínio de União já ocorre a cobrança pelo uso da água em diversos casos. Também em nível federal, destaca-se a Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH), instrumento legal que visa remunerar financeiramente a União, os Estados, o Distrito Federal e os

Municípios pelo aproveitamento dos recursos hídricos em seus territórios para fins de geração de energia elétrica. Essa compensação foi instituída pela Constituição Federal de 1988 e regulamentada por leis posteriores, como a Lei nº 7.990/1989 e a Lei nº 9.648/1998.

A CFURH corresponde a uma espécie de indenização a ser paga pelas usinas hidrelétricas pela exploração dos recursos hídricos. Atualmente, o valor da compensação equivale a 7% do valor da energia produzida mensalmente por cada usina, calculado com base em uma fórmula padrão que considera a energia gerada e uma Tarifa Atualizada de Referência definida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). A ANEEL mantém painel de dados da CFURH para consulta pública².

Segundo informações da ANEEL³, o valor recolhido é pela Agência distribuído conforme estabelecido na Lei nº 8.001/1990, com modificações dadas pelas Leis nº 9.433/97, nº 9.984/00, nº 9.993/00, nº 13.360/16 e nº 13.661/18, do seguinte modo:

- 0,75% do valor da energia produzida pela concessionária (aproximadamente 10,71% do valor recolhido pela ANEEL) é repassado ao Ministério do Desenvolvimento Regional e Integração (MDRI) para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- 6,25% do valor da energia produzida pela concessionária (aproximadamente 89,29% do valor recolhido pela ANEEL) é repassado nas seguintes proporções:
 - 65% aos municípios com reservatórios das usinas hidrelétricas, conforme o percentual da área inundada e o coeficiente de repasse por regularização a montante;
 - 25% aos estados com reservatórios dessas usinas, conforme as somas dos recursos dedicados aos seus municípios (ao Distrito Federal o montante corresponderá às parcelas de estado e de município);
 - 10% à União, divididos entre o Ministério de Meio Ambiente (3%), o Ministério de Minas e Energia (3%) e o Fundo Nacional de

² Disponível em <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/Integrado>

³ Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao/compensacao-financeira/introducao>. Acesso em 5 de setembro de 2024.

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (4%), administrado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

A aplicação dos recursos da CFURH segue critérios estabelecidos em lei: para os Estados e Municípios, os valores devem ser aplicados prioritariamente em projetos que direta ou indiretamente atendam à área de influência do reservatório. Já os recursos destinados aos órgãos federais devem ser empregados na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, na gestão da rede hidrometeorológica nacional e em estudos de aproveitamento energético.

Desde a sua criação, a CFURH tem representado uma importante fonte de receita para muitos municípios e tem contribuído para o desenvolvimento de projetos e ações voltadas à gestão dos recursos hídricos no país. No caso do rio Paranapanema, as diversas usinas hidrelétricas instaladas já recolhem valores nesse sentido.

Quanto à implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos nos âmbitos estaduais, observa-se certa desigualdade de situações. Conforme referido no PIRH-Paranapanema, no Estado de São Paulo, as Unidades de Gestão possuem Comitês de Bacia Hidrográfica instalados há cerca de 20 anos, com planos de bacia aprovados e com agenda de implantação da cobrança pelo uso da água em pleno andamento. O Estado conta também com o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), que operando desde 1995, fornece suporte financeiro ao sistema de gestão de recursos hídricos.

Já no Estado do Paraná, os Comitês de Bacia Hidrográfica da UGRH Paranapanema foram mais recentemente instalados, sendo que seus Planos de Bacia estão em fase de elaboração ou recentemente concluídos, com os demais instrumentos de gestão ainda não plenamente implementados.

2.2. Referencial prático quanto à implementação da cobrança

2.2.1. Referencial de valores praticados

É oportuna a apresentação dos valores que são praticados pelos estados que adotam a cobrança, tais como São Paulo, Rio de Janeiro e Ceará, e pela cobrança em bacias federais, tendo como finalidade evidenciar as práticas atuais acerca do instrumento.

Para o Estado do Rio de Janeiro, conforme a Resolução INEA nº 243/2021 (INEA, 2021) foram estabelecidos os Preços Públicos Unitários (PPUs) de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio estadual, descritos na tabela abaixo.

Tabela 1: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro.

Comitê de Bacia Hidrográfica	Abastecimento / Indústria / outros (R\$/m³)	Irrigação / Criação animal (R\$/m³)	Aquicultura (R\$/m³)
Baía da Ilha Grande	0,06595	0,06595	0,06595
Guandu	0,05513	0,05513	0,05513
Médio Paraíba do Sul	0,06595	0,00165	0,00132
Piabanga	0,06595	0,06595	0,06595
Baía de Guanabara	0,05513	0,05513	0,05513
Lagos de São João	0,05513	0,00132	0,00105
Rios Dois Rios	0,1055	0,00264	0,00211
Macaé e das Ostras	0,06595	0,06595	0,06595
Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	0,06595	0,00165	0,00132

Fonte: Resolução INEA nº 288/2023.

Em Minas Gerais, foram coletados alguns exemplos de valores de cobrança, bem como as respectivas deliberações normativas vigentes, conforme tabela abaixo.

Tabela 2: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais.

Comitê da Bacia Hidrográfica	Normativa de Cobrança Vigente	Finalidade	Zona	PPUcap	PPUlanç
CBH Rio das Velhas			A	0,048	0,2625
			B	0,048	0,2375

Comitê da Bacia Hidrográfica	Normativa de Cobrança Vigente	Finalidade	Zona	PPUcap	PPUlanç
DN 35/2023 CBH Rio das Velhas (2023)		Abastecimento público (volume captado ou medido >800.000 m³/ano)	C	0,048	0,2187
			D	0,048	0,2
		Abastecimento público (volume captado ou medido <= 800.000 m³/ano)	A	0,04	0,2625
			B	0,04	0,2375
			C	0,04	0,2187
			D	0,04	0,2
		Agropecuária (volume captado ou medido >1.400.000 m³/ano)	A	0,0063	-
			B	0,0057	-
			C	0,0052	-
			D	0,0048	-
		Agropecuária (volume captado ou medido <= 1.400.000 m³/ano)	A	0,0052	-
			B	0,0047	-
			C	0,0043	-
			D	0,004	-
		Rebaixamento de água subterrânea para mineração (volume captado ou medido >5.500.000 m³/ano)	C	0,052	-
		Rebaixamento de água subterrânea para mineração (volume captado ou medido <=5.500.000 m³/ano)	C	0,043	-
		Demais finalidades (volume captado ou medido >1.400.000 m³/ano)	A	0,063	0,2625
			B	0,057	0,2375
			C	0,052	0,2187
			D	0,048	0,2
		Demais finalidades (volume captado ou medido <=1.400.000 m³/ano)	A	0,052	0,2625
			B	0,047	0,2375
			C	0,043	0,2187
			D	0,04	0,2
CBH PJ1	DN 2/2024 CBH PJ1 (2024)	Abastecimento público	A	0,0339	0,2222
			B	0,0339	0,2010
			C	0,0339	0,1851
			D	0,0339	0,1693
		Agropecuária	A	0,044	-
			B	0,0040	-
			C	0,0034	-
			D	0,0034	-
		Demais finalidades	A	0,0444	0,2222

Comitê da Bacia Hidrográfica	Normativa de Cobrança Vigente	Finalidade	Zona	PPUcap	PPUlanç
CBH - Araguari	DN 139/2022 CBH Araguari (2022)	Abastecimento público	B	0,0402	0,2010
			C	0,0370	0,1851
			D	0,0339	0,1693
			A	0,032	0,21
		Agropecuária em geral	B	0,032	0,19
			C	0,032	0,17
			D	0,032	0,16
		Irrigação - águas superficiais (volume anual > 250.000 m³)	A	0,0042	
			B	0,0038	
			C	0,0035	
			D	0,0032	
		Irrigação - águas superficiais (volume anual < 250.000 m³)	A	0,0052	
			B	0,0048	
			C	0,0045	
			D	0,0042	
		Irrigação de águas subterrâneas	C	0,0350	
		Rebaixamento por mineração	C	0,0350	
		Demais finalidades	A	0,42	0,21
			B	0,38	0,19
			C	0,35	0,175
			D	0,32	0,16
CBH Preto e Paraibuna	DN 68/2021 CERH (2021)	Abastecimento público	A	0,032	0,21
			B	0,032	0,19
			C	0,032	0,1750
			D	0,032	0,16
		Agropecuária	A	0,042	-
			B	0,0038	-
			C	0,0035	-
			D	0,0032	-
		Demais finalidades	A	0,0420	0,21
			B	0,0380	0,19
			C	0,0350	0,1750
			D	0,0320	0,16
CBH Pomba e Muriaé	DN 68/2021 CERH (2021)	Abastecimento público	A	0,032	0,21
			B	0,032	0,19

Comitê da Bacia Hidrográfica	Normativa de Cobrança Vigente	Finalidade	Zona	PPUcap	PPUlanç
CBH Rio Pará	DN 77/2023 CBH Rio Pará (2023)	Agropecuária	C	0,032	0,1750
			D	0,032	0,16
			A	0,042	-
			B	0,0038	-
			C	0,0035	-
			D	0,0032	-
		Demais finalidades	A	0,0420	0,21
			B	0,0380	0,19
			C	0,0350	0,1750
			D	0,0320	0,16
		Saneamento (captação anual inferior a 10.000m³)	A	0,045	0,2251
			B	0,0407	0,2036
			C	0,0375	0,1875
			D	0,343	0,1715
		Saneamento (captação anual de 10.000m³ a 500.000m³)	A	0,0495	0,2251
			B	0,0448	0,2036
			C	0,0413	0,1875
			D	0,0377	0,1715
		Saneamento (captação anual superior a 500.000m³)	A	0,0540	0,2251
			B	0,0488	0,2036
			C	0,0450	0,1875
			D	0,0412	0,1715
		Agropecuária (captação anual inferior a 10.000m³)	A	0,0045	
			B	0,0041	
			C	0,0038	
			D	0,0034	
		Agropecuária (captação anual de 10.000m³ a 500.000m³)	A	0,005	
			B	0,0045	
			C	0,0042	
			D	0,0037	
		Agropecuária (captação anual inferior a 10.000m³)	A	0,0054	
			B	0,0049	
			C	0,0046	
			D	0,0041	
		Demais finalidades (captação anual inferior a 10.000m³)	A	0,0450	0,2251
			B	0,0407	0,2036
			C	0,0375	0,1875
			D	0,0343	0,1715
			A	0,0495	0,2251
			B	0,0448	0,2036

Comitê da Bacia Hidrográfica	Normativa de Cobrança Vigente	Finalidade	Zona	PPUcap	PPUlanç
		Demais finalidades (captação anual de 10.000m ³ a 500.000m ³)	C	0,0413	0,1875
		D	0,0377	0,1715	
		A	0,054	0,2251	
		B	0,0488	0,2036	
		C	0,045	0,1875	
		D	0,0412	0,1715	

Fonte: Ver referências na tabela.

Ainda em Minas Gerais, foram estabelecidos valores de PPUs mínimos para o Estado, conforme Deliberação Normativa (DN) CERH-MG nº 68/2021 (CERH-MG, 2021). Os comitês de bacia têm autonomia para deliberar sobre a metodologia e preços públicos, mas devem levar em consideração os valores mínimos apresentados na referida Deliberação, assim como expõe o § 2º do Art. 1º. Aponta-se que os valores são divididos em algumas categorias, considerando 4 zoneamentos distintos, assim como segue:

Art. 6º – Os preços serão diferenciados por zona, considerando a condição de criticidade:

I – Zona A: áreas de conflito (DAC) associadas a bacias de contribuição a cursos d'água de Classe Especial e Classe 1; II – Zona B: áreas de conflito (DAC); III – Zona C: bacias de contribuição a cursos d'água de Classe Especial e Classe 1 ou captação subterrânea; IV – Zona D: demais áreas.

Parágrafo único – As zonas a que se referem o caput serão definidas considerando as bases de enquadramento e de áreas de conflito disponibilizadas para o público no IDE-Sisema.

Abaixo são expostos os valores de PPUs definidos na DN nº 68/2021 para o Estado de Minas Gerais.

Tabela 3: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais conforme Deliberação Normativa nº 68/2021.

Finalidade	Zona	PPU para Captação	PPU para Lançamento
Abastecimento público	A	0,032	0,21
	B	0,032	0,19

Finalidade	Zona	PPU para Captação	PPU para Lançamento
	C	0,032	0,175
	D	0,032	0,16
Agropecuária	A	0,0042	-
	B	0,0038	-
	C	0,0035	-
	D	0,0032	-
Demais finalidades	A	0,042	0,21
	B	0,038	0,19
	C	0,035	0,175
	D	0,032	0,16

Fonte: Deliberação Normativa nº 68/2021 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais.

Já para o Estado do Ceará, os valores atualmente praticados são estabelecidos por meio da Resolução CONERH nº 01/2024 de 16 de maio de 2024⁴. Diferente das demais unidades da federação, no Ceará a determinação pelo referido Decreto é válida para todo o Estado, independente da Bacia Hidrográfica. Na tabela a seguir, encontra-se o compilado dos valores e as respectivas categorias.

Tabela 4: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado do Ceará.

Categoria/subcategoria	Valor 1.000m ³	Valor m ³
Abastecimento por mananciais contemplados no Sistema Integrado Jaguaribe - RMF	R\$ 296,57	R\$ 0,29657
Abastecimento humano em demais mananciais do Estado	R\$ 82,10	R\$ 0,08210
Abastecimento humano (adução COGERH)	R\$ 751,63	R\$ 0,75163
Indústria (adução COGERH)	R\$ 3.731,49	R\$ 3,73149
Indústria (adução própria)	R\$ 1.084,71	R\$ 1,08471
Piscicultura tanque escavado (adução própria)	R\$ 7,54	R\$ 0,00754
Piscicultura tanque escavado (adução COGERH)	R\$ 31,51	R\$ 0,03151
Piscicultura tanque-rede	R\$ 89,95	R\$ 0,08995
Carcinicultura tanque escavado (adução própria)	R\$ 11,31	R\$ 0,01131
Carcinicultura tanque escavado (adução COGERH)	R\$ 235,07	R\$ 0,23507
H2O Mineral Potável (adicionada de Sais)	R\$ 1.084,71	R\$ 1,08471
Irrigação 1.440 a 18.999 (adução própria)	R\$ 2,44	R\$ 0,00244

⁴ Disponível em: https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2024/07/Publicação_Resolução_Conerh_nº_01_2024.pdf

Categoria/subcategoria	Valor 1.000m ³	Valor m ³
Irrigação > 19.000 (adução própria)	R\$ 7,33	R\$ 0,00733
Irrigação 1.440 a 46.999 (adução COGERH)	R\$ 21,10	R\$ 0,02110
Irrigação > 47.000 (adução COGERH)	R\$ 36,10	R\$ 0,03610
Serviço e comércio (adução própria)	R\$ 425,27	R\$ 0,42527
Serviço e comércio (adução COGERH)	R\$ 850,56	R\$ 0,85056
Geração de energia com painéis fotovoltaicos, com captação em espelhos d'água	R\$ 151,86	R\$ 0,15186
Transferência de água de reuso	R\$ 754,03	R\$ 0,75403
Demais categorias (adução própria)	R\$ 249,42	R\$ 0,24942
Demais categorias (adução COGERH)	R\$ 754,03	R\$ 0,75403

Fonte: RESOLUÇÃO CONERH Nº01/2024.

No Estado de São Paulo também são expostos alguns exemplos de valores cobrados pelo uso de recursos hídricos referentes aos Preços Unitários Básicos (PUBs), conforme tabela abaixo.

Tabela 5: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado de São Paulo.

Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Normativa de Cobrança Vigente	Captação, extração e derivação (R\$/m ³)	Consumo de água bruta (R\$/m ³)	Lançamento de carga orgânica (DBO 5,20) R\$/kg DBO
PCJ Cobrança Estadual	Decreto Estadual nº 61.430/2015 (SÃO PAULO, 2015a)	0,0127	0,0255	0,1274
Rios Sorocaba e Médio Tietê	Decreto Estadual nº 55.008/2009 (SÃO PAULO, 2009)	0,0110	0,0290	0,1300
Alto Paranapanema	Decreto Estadual nº 63.263/2018 (SÃO PAULO, 2018)	0,0090	0,0200	0,0900
Litoral Norte	Decreto Estadual nº 64.292/2019 (SÃO PAULO, 2019)	0,0110	0,0250	0,0770
Turvo/Grande	Decreto Estadual nº 61.346/2015 (SÃO PAULO, 2015b)	0,0100	0,0200	0,1000
Mogi-Guaçu	Decreto Estadual nº 58.791/2012 (SÃO PAULO, 2012a)	0,0100	0,0200	0,1000
Sapucaí Mirim/Grande	Decreto Estadual nº 58.772/2012 (SÃO PAULO, 2012b)	0,0100	0,0200	0,1000

Fonte: Ver referências na tabela.

Aponta-se também sobre as cobranças pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, as quais tem seus preços unitários atualizados conforme a Resolução nº 57/2020 (tabela abaixo).

Tabela 6: Valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos em recursos hídricos da União.

CBH	Captação de água bruta superficial e subterrânea (R\$/m³)	Consumo de água bruta (R\$/m³)	Lançamento
CBH São Francisco	0,0158	0,0316	R\$ 0,2157/m³
PCJ Cobrança Federal	0,0179	0,0360	R\$ 0,0270/m³ em transposição de bacia
CBH Rio Doce	0,0627	-	R\$ 0,3342/Kg
CBH Paraíba do Sul	0,0308	0,0616	R\$ 0,2157/kg de DBO
Rio Paranaíba (uso geral)	0,0417	-	R\$ 0,2219
Rio Paranaíba (uso rural)	0,0054	-	R\$ 0,2219
Rio Verde Grande (uso geral)	0,0332	-	R\$ 0,1660
Rio Verde Grande (uso rural)	0,0033	-	R\$ 0,1660
Rio Grande (uso abastecimento)	0,0350	-	R\$ 0,2685
Rio Grande (uso geral)	0,0383	-	R\$ 0,2685
Rio Grande (uso rural)	0,0052	-	R\$ 0,2685

Fonte: Resolução ANA nº 172/2023

Independentemente de serem denominados de Preço Unitário Básico ou Preços Públicos Unitários, tais valores deveriam refletir o valor econômico da água nas respectivas bacias, tal como objetiva o instrumento da cobrança pelo uso de recursos hídricos. Ou seja, o valor apresentado deve considerar o tipo de uso, a relação uso-produção e demais fatores que caracterizem o contexto usuário-água e a criticidade das bacias.

Entende-se, dessa forma, que a determinação do valor do preço unitário básico é o fundamento crucial para garantir equilíbrio e equanimidade na cobrança, devendo

ser embasada em critérios técnicos que retratem o contexto exclusivo da bacia hidrográfica alvo do estudo.

2.2.2. Referencial de mecanismos de cobrança

A Tabela 7 apresenta uma avaliação qualitativa das fórmulas de cobrança em outras bacias hidrográficas e estados, descritos para auxiliar a compreensão das particularidades e para trazer à tona reflexões de como podem afetar os usuários de domínio da União das águas da bacia do Rio Paranapanema. A coluna “observação” remete a situação encontrada e formas de composição dos preços públicos unitários.

Tabela 7: Mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos.

UF/BH	Fórmula	Destaques	Observação
União, Bacia do Rio Grande	C = Preço x Volume Captado + Preço x Volume de Carga lançada	Preço de captação padronizado por categoria de uso (5 categorias)	Simples, com valor único para lançamento
São Paulo	C = Preço x Volume Captado + Preço x Volume Consumido + Preço x Volume de Carga lançada	7 coeficientes ponderadores para captação e consumo (15 classificações) 3 Coeficientes ponderadores para lançamento de efluentes (11 classificações)	Complexa, mas permite diversas distinções
Paraná	C = Preço x Volume Captado + Preço x Volume Consumido + Preço x Volume de Carga lançada	Preços definidos para captação, consumo e lançamento com base em critérios como classe do corpo hídrico, porte do uso, sazonalidade e prioridades regionais. Considera vazão e carga poluidora para lançamento	Moderadamente complexa, permite distinções espaciais, sazonais e por tipo de uso
Distrito Federal	C = Preço x Volume captado + Preço x Carga lançada	Valor de Preço de captação padronizado por categoria de uso (6). Valor de Preço de lançamento padronizada por carga poluidora, sem distinção de categorias. Nova norma para grandes usuários a partir de 2025, com critérios específicos	Simples, atualmente não apresenta distinção espacial, sazonal ou temporal. Alterações para grandes usuários visam maior controle e arrecadação
Minas Gerais	C = Preço x Volume captado + Preço x Carga lançada	Valor de Preço de captação e de Lançamento de carga padronizado por categoria de uso	Simples, atualmente apresenta distinção espacial

UF/BH	Fórmula	Destaques	Observação
		(3), diferenciadas em 4 zonas (escassez ou prioridade)	
Ceará	$C = \text{Preço} \times \text{Volume consumido} (\text{captação})^1$	Valor de Preço padronizado por categoria de uso (8) e subcategorias de uso (18 total)	Simples, atualmente não apresenta distinção espacial, sazonal ou temporal
Rio de Janeiro	$C = \text{Preço} \times \text{Volume Captado} + \text{Preço} \times \text{Volume Consumido} + \text{Preço} \times \text{Volume de Carga lançada}$	4 coeficientes de ajuste PPU (Preço Público Unitário) por categoria (6)	Complexa, mas permite diversas distinções

¹ Apesar do termo “consumo”, trata-se de captação, pois para aferição do volume pode-se: (i) utilizar de hidrômetro volumétrico, aferido e lacrado por fiscais da COGERH; (ii) medir frequentemente as vazões (onde não é apropriado hidrômetros convencionais); (iii) obter estimativas indiretas, considerando as dimensões das instalações dos usuários. Fonte: ANA (2023); PARANÁ (2024); CEARÁ (2024); INEA (2023); SIGRH-SP (2024); CERH-MG (2022), DISTRITO FEDERAL (2024).

As variações entre as formulações de cobrança revelam que não há um único mecanismo preponderante e que consiga abranger todos os detalhes necessários, mas sim proposições mais adequadas frente as situações específicas de cada bacia hidrográfica. Alguns mecanismos podem propiciar facilidade e simplicidade de entendimento pelo usuário acerca do valor final, porém com pouca ou nenhuma menção a respeito do estado atual do trecho hídrico ou da bacia hidrográfica. Bem como podem contemplar variáveis que permitam espelhar no valor final a criticidade da área onde o usuário está inserido e em relação às práticas que este utiliza em relação à eficiência hídrica. O que se propõe no decorrer deste estudo é um mecanismo específico para a cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema.

Em termos de mecanismos de cobrança, ressalta-se que os instituídos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande para a cobrança nos rios de domínio da União, de 2024, representam a mais recente implementação do instrumento nesse âmbito. São mecanismos alinhados com a tendência de simplificar as fórmulas de cálculo, o que facilita a compreensão dos usuários e reduz os custos operacionais. No âmbito federal, as recentes aprovações do Conselho Nacional de Recursos Hídricos para as bacias dos rios Paranaíba e Verde Grande também adotaram fórmulas mais simples, abordagem

que é também observada em cobranças estaduais, especialmente a de Minas Gerais e Distrito Federal.

2.2.3. *Referencial das relações Plano-Cobrança*

No âmbito da instituição da cobrança pelo uso das águas na bacia do rio Grande, destaca-se o desenvolvimento de estudo técnico que estabeleceu as relações Plano-Cobrança (ANA, 2022). O estudo, desenvolvido pelo Consórcio Ferma-EnvEx, identificou e estimou os custos das intervenções necessárias na bacia hidrográfica conforme o PIRH-Grande (ANA, 2017). Inicialmente foram identificadas todas as intervenções independentemente da origem dos recursos financeiros necessários às suas implementações (nem todas tendo como fonte a cobrança).

De forma geral, as demandas financeiras foram classificadas em quatro grupos, conforme denominação do 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.

Posteriormente, foram estabelecidos de cenários de cobrança, partindo da necessidade de estabelecimento de conexão entre os montantes arrecadados e os objetivos vinculados à solução dos problemas identificados na bacia, ou seja, foram definidas ligações entre as demandas orçamentárias do PIRH-Grande e o viés financeiro da cobrança, com vistas ao financiamento e ao fomento de ações "capazes

de prevenir, mitigar ou solucionar questões e problemas que afetam os usos de recursos hídricos".

Foram definidos, então, os seguintes três grupos de custos financeiros suportáveis total ou parcialmente pelos recursos advindos da cobrança:

- **Financiamento da gestão de recursos hídricos e apoio ao Comitê de Bacia Hidrográfica:** No PIRH-Grande houve destaque quanto às ações de gestão de recursos hídricos com vistas à implementação dos instrumentos de gestão e ao fortalecimento institucional do SINGREH. Neste sentido, entendeu-se essencial que a cobrança considere suportar o financiamento pleno à gestão de recursos hídricos e ao apoio ao Comitê de Bacia Hidrográfica.
- **Financiamento da manutenção do Comitê de Bacia e da Entidade Delegatária:** Também foram considerados os custos associados à criação e manutenção dos entes que compõem o SINGREH, especialmente os Comitês de Bacia Hidrográfica e a Agência de Bacia ou Entidade Delegatária, visto que a capacidade executiva no âmbito da efetiva gestão de recursos hídricos ocorre através da Agência (ou Entidade Delegatária).
- **Financiamento das ações complementares ao PIRH-Grande - Agenda Setorial:** Para a consecução plena do PIRH-Grande foram consideradas quatro atividades da agenda setorial: universalização da coleta e tratamento de esgotos em áreas urbanas, controle de perdas na distribuição de água para o abastecimento público, promoção do reúso da água na agricultura irrigada e infraestrutura natural para a prestação de serviços ecossistêmicos hidrológicos. Ou seja, este grupo contempla os grandes custos do PIRH-Grande.

Nesse sentido, o objetivo não consiste em financiar a totalidade das ações por meio dos recursos da cobrança, visto que esta agenda integra "ações finalísticas que têm elevada dependência de articulação com um ou vários setores de usuários". Assim, alguns pressupostos foram assumidos com vistas a definir as possibilidades de atendimento pela cobrança. Por exemplo: a universalização da coleta e tratamento de esgotos em áreas urbanas da bacia não devem ser plenamente financiados pela cobrança, visto serem serviços públicos remunerados via tarifa e com disponibilidade de recursos creditícios específicos.

No entanto, os recursos da cobrança podem ser utilizados para estruturar e viabilizar a tomada de crédito dos prestadores do serviço de abastecimento de água, considerando o financiamento de análises socioeconômicas de custo-benefício, projetos básicos e executivos, estudos ambientais e outros serviços técnicos, cujos custos usualmente representam de 8% a 12% do valor do custo total do investimento. Igualmente para os investimentos em controle de perdas na distribuição de água, foi considerado que 8% do investimento total estimado poderia ser financiado pela cobrança.

Quanto ao reúso da água na agricultura irrigada, a prática alinha interesses entre os prestadores de serviços de saneamento básico e os irrigantes, ao direcionar os efluentes da primeira para aproveitamento econômico da segunda. O resultado é de ganhos para ambos sob os aspectos ambientais e de segurança hídrica, podendo a cobrança pelo uso de recursos hídricos financeirar tais estudos (correspondendo a um percentual do custo total para esses estudos).

O investimento em infraestrutura natural para a promoção de serviços ecossistêmicos hidrológicos é uma atividade tipicamente a ser financiada pela cobrança, visto promover externalidades positivas e difusas que não encontram paralelo em serviços tarifados. Já a restauração de áreas de preservação permanente degradadas, pelos seus elevados custos, não pode ser financiada exclusivamente pela cobrança dos recursos hídricos, tendo sido considerada uma fração arbitrária de 25% do total financeiro requerido, “suficiente para estruturar os esquemas de pagamento por serviços ambientais, focar a restauração em áreas prioritárias, e para estruturar a eventual contribuição financeira de doadores e demais parceiros institucionais”. Por fim, para a elaboração e atualização dos Planos Municipais de Saneamento Básico foram consideradas as totalidades das estimativas de custos a serem financiadas com os recursos da cobrança.

3. A BACIA DO RIO PARANAPANEMA

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

3.1. Breve caracterização da bacia

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

Suas nascentes principais localizam-se na serra do sudeste de São Paulo e o curso principal do rio Paranapanema possui extensão de 930 km, boa parte ao longo de cascata de reservatórios de hidrelétricas o que condiciona seu regime de escoamento às regras operacionais das unidades geradoras.

Em termos nacionais, a bacia hidrográfica do rio Paranapanema representa 1,2% do território brasileiro, concentrando 2,3% da sua população e respondendo por aproximadamente 2% do PIB nacional, o que demonstra a importância da bacia no contexto socioeconômico brasileiro.

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

Residem na UGRH Paranapanema cerca de seis milhões de habitantes, conforme os dados mais recentes do Censo Demográfico de 2022, sendo que a vertente

paranaense conta com 58% desta população (3,66 milhões) e a vertente paulista com 42% (2,69 milhões). Contando-se exclusivamente a população dos municípios cujas sedes se localizam na bacia, tem-se um total de 4,74 milhões, 60% na vertente paranaense (2,84 milhões) e 40% na vertente paulista (1,90 milhões).

A tabela abaixo sintetiza os principais valores relacionados às áreas e populações totais e de cada estado na UGRH Paranapanema.

Tabela 8: Áreas e Populações na UGRH Paranapanema.

UF	Área na UGRH		Municípios		População	
	km ²	%	Total	C/ Sede	Hab.	%
São Paulo	51.821	48,6	115	95	2.692.773	42,0
Paraná	54.733	51,4	132	121	3.661.237	58,0
UGRH	106.554	100,0	247	216	6.354.010	100,0

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

Para fins de gestão, a UGRH Paranapanema está dividida em seis UGHs: em São Paulo - Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema; e no Paraná - Norte Pioneiro, Tibagi e Pirapónema.

No PIRH-Paranapanema de 2016 foram propostas unidades de planejamento de menores dimensões e com características mais homogêneas. Como resultado, foram definidas 22 Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs), conforme mostram a Tabela 9 e a Figura 2.

Tabela 9: UPHs e respectivas UGHs por estado conforme definido pelo PIRH-Paranapanema.

Código	Nome UPH	Nome UGH	Estado
1	Alto Paranapanema M.E.	Alto Paranapanema	São Paulo
2	Alto Paranapanema M.D.	Alto Paranapanema	São Paulo
3	Taquari	Alto Paranapanema	São Paulo
4	Itararé Alto Paranapanema	Alto Paranapanema	São Paulo
5	Itararé Norte Pioneiro	Norte Pioneiro	Paraná
6	Turvo	Médio Paranapanema	São Paulo
7	Pardo	Médio Paranapanema	São Paulo

Código	Nome UPH	Nome UGH	Estado
8	Alto Cinzas	Norte Pioneiro	Paraná
9	Baixo Cinzas	Norte Pioneiro	Paraná
10	Pari/Novo	Médio Paranapanema	São Paulo
11	Capivara	Médio Paranapanema	São Paulo
12	Alto Tibagi	Tibagi	Paraná
13	Médio-Alto Tibagi	Tibagi	Paraná
14	Baixo Tibagi	Tibagi	Paraná
15	Laranja Doce	Pontal do Paranapanema	São Paulo
16	Vermelho/Capim	Piraponema	Paraná
17	Pirapozinho	Pontal do Paranapanema	São Paulo
18	Pirapó	Piraponema	Paraná
19	Baixo Paranapanema M.D.	Pontal do Paranapanema	São Paulo
20	Baixo Paranapanema M.E.	Piraponema	Paraná
21	Santo Anastácio	Pontal do Paranapanema	São Paulo
22	Tributários Rio Paraná	Pontal do Paranapanema	São Paulo

Fonte: Relatório Síntese do PIRH-Paranapanema (ANA, 2016) adaptado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

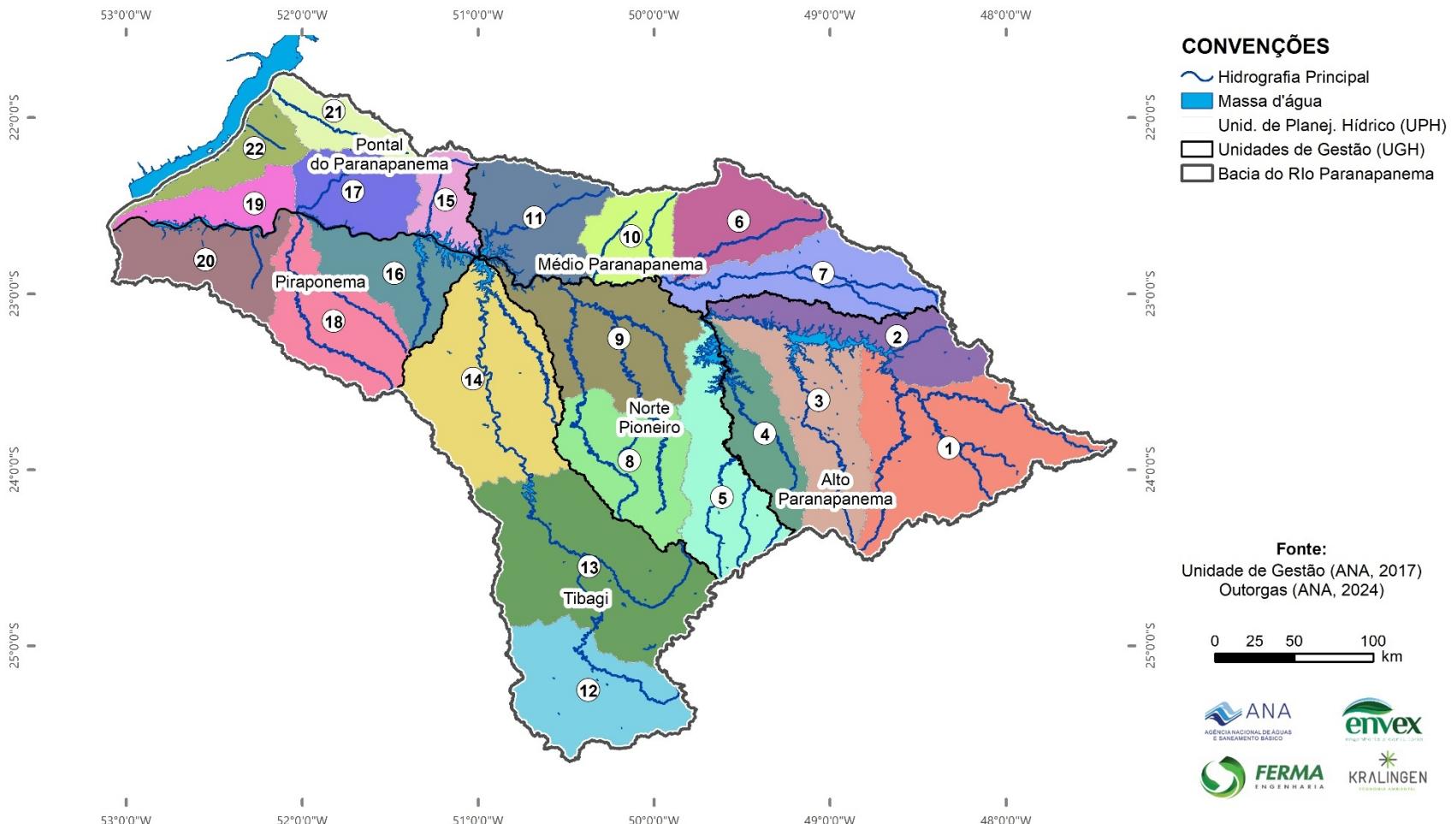


Figura 2: Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs) da UGRH Paranapanema.

Fonte: Relatório Síntese do PIRH-Paranapanema (ANA, 2016) adaptado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024)

Com vistas a possibilitar uma visão temática sobre as condições e características, específicas de cada UPH (em termos relativos e absolutos), visando diagnosticar situações estratégicas de atenção relativamente aos recursos hídricos, no PIRH-Paranapanema foi utilizada a metodologia das Agendas Temáticas, tendo sido adotadas as seguintes agendas e respectivos temas:

- Agenda Azul: recursos hídricos;
- Agenda Laranja: agropecuária;
- Agenda Marrom: urbanização e saneamento;
- Agenda Verde: conservação ambiental; e
- Agenda Cinza: indústria e geração de energia.

Como forma de representar situações de criticidade de cada tema relativamente à gestão de recursos hídricos foram consideradas três níveis, sendo: 0 a representação da menor criticidade; 1 sendo a criticidade intermediária; e 2 como sendo a maior das criticidades.

A figura abaixo apresenta a situação relativa à cada Agenda em termos de criticidades. Observa-se que a agropecuária apresenta maior criticidade relativamente aos recursos hídricos nas partes altas da UGRH, enquanto no que se refere à conservação ambiental as situações sejam mais críticas nas UPHs localizadas mais a jusante. As situações críticas quanto à urbanização e o saneamento são mais evidentes na vertente paranaense, assim como as questões relacionadas à indústria e à geração de energia.

Já quanto aos recursos hídricos, as situações mais críticas ocorrem nas UPHs de montante (nos dois estados) e naquelas localizadas na vertente paranaense, nas porções média e baixa da UGRH Paranapanema.

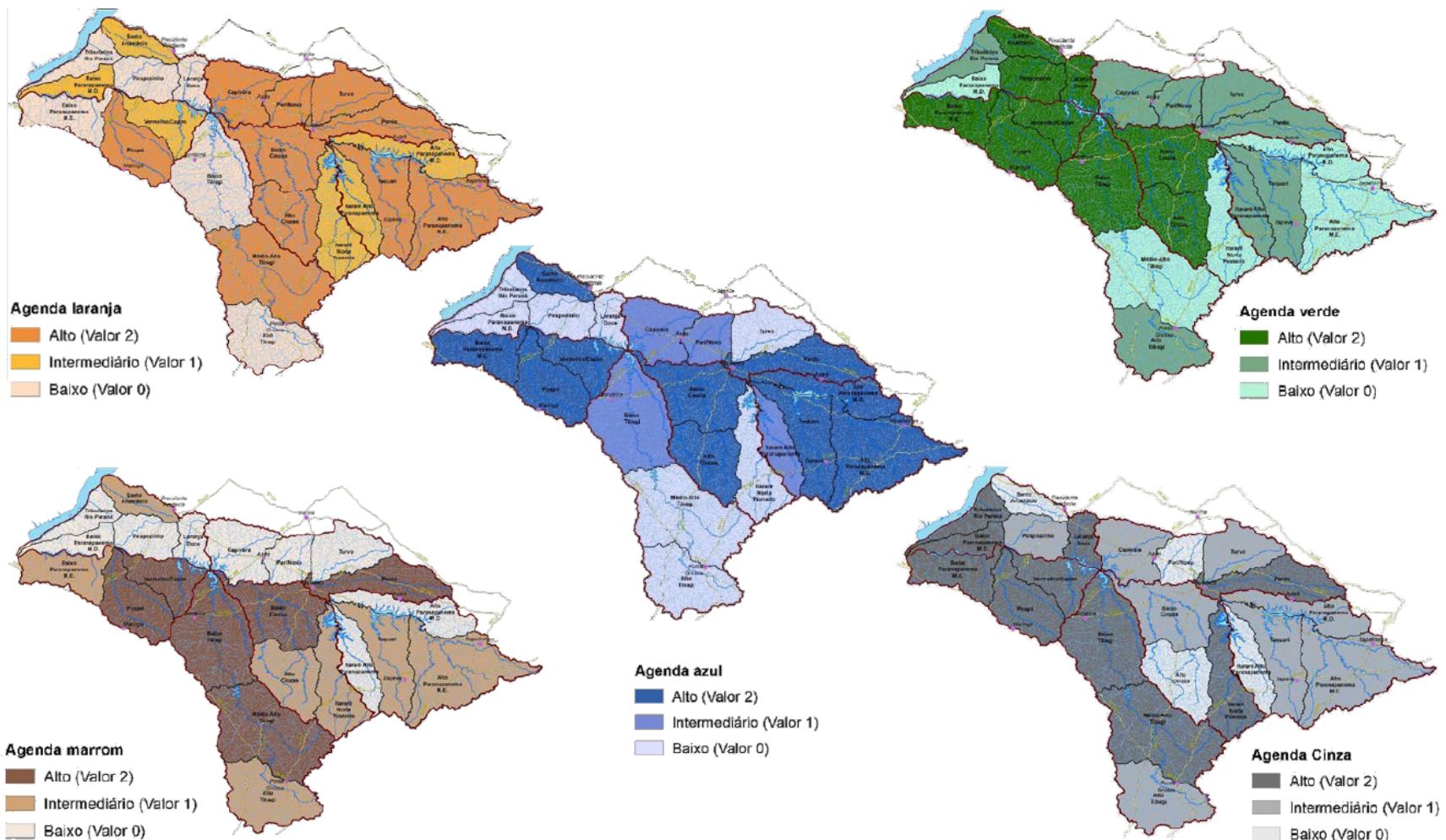


Figura 3: Criticidades por Agendas Temáticas para as Unidades de Planejamento Hídrico (UPHs) da UGRH Paranapanema.

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

3.2. Principais problemas da bacia

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

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

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

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

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

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

No que se refere às demandas de água e aos setores usuários, a demanda total para atendimentos aos diversos usos era da ordem de 72 m³/s (para 2016, conforme PIRH-Paranapanema). Os principais setores usuários são a irrigação e a indústria que, juntos, representam cerca de 74% da demanda total de água.

A irrigação apresenta demanda média de 34 m³/s, representando 47% da demanda total de retirada. Em segundo lugar tem-se a indústria, com participação de 27%, seguida pelo abastecimento urbano (19%) e pela dessedentação de animais (5%).

Em termos espaciais, as maiores demandas de água ocorrem nas UPHs Taquari (9,5 m³/s), Alto Paranapanema M.E. (7,3 m³/s) e Baixo Cinzas (7,0 m³/s). Nas UPHs Taquari e Alto Paranapanema M.E. a agricultura irrigada é o uso com a demanda mais expressiva, já na UPH Baixo Cinza, tanto a irrigação como a indústria são expressivos.

Comparando demandas outorgadas e estimadas, observa-se que o abastecimento público é o único setor com vazão outorgada superior à estimada. Para os demais setores ocorre o contrário, indicando necessidade de regularização desses usos e usuários. Por exemplo, a vazão estimada para irrigação é 2,7 m³/s maior do que a outorgada, assim como na dessedentação animal onde essa diferença é de 2,6 m³/s.

Uma vez que os dados aqui apostos, de diferenças entre outorgas e demandas estimadas, advém do PIRH de 2016, supõe-se que várias possam ter sido endereçadas

conforme o aumento identificado entre os anos de 2017 e 2022 na quantidade de interferências outorgadas e seu respectivo volume.

Importante ressaltar o elevado nível regularização que o rio Paranapanema possui, em decorrência da presença de 12 reservatórios de hidrelétricas, alguns com volumes acumulados consideráveis (por exemplo: Jurumirim, Chavantes e Capivara). A capacidade conjunta dos 12 reservatórios é de uma acumulação máxima de 30.500 Hm³ e mínima de 18.570 Hm³, resultando em uma capacidade de regularização de 30% da vazão média da UGRH.

Por fim, a tabela abaixo apresenta as UPHs com maiores problemas relativamente aos aspectos de quantidade e qualidade.

Tabela 10: UPHs com maiores criticidades na UGRH Paranapanema.

Com Relação à Quantidade	Com Relação à Qualidade
Taquari	Santo Anastácio
Alto Paranapanema Margem Esquerda	Alto Paranapanema Margem Esquerda
Baixo Cinzas	Baixo Cinzas
Pirapó	Itararé, Alto e Baixo Tibagi

Adaptado de Relatório Síntese do PIRH-Paranapanema (ANA, 2016).

Assim, três UPHs chamam a atenção com relação às situações vinculadas aos recursos hídricos: Santo Anastácio (qualidade), Taquari (quantidade) e Alto Paranapanema Margem Esquerda (quantidade e qualidade).

Em uma análise ampla, consolidando e integrando as situações específicas relativas aos recursos hídricos na UGRH Paranapanema, é possível identificar áreas que exigem atenção especial no âmbito da gestão de recursos hídricos. Essas áreas, no PIRH-Paranapanema, foram denominadas de Unidades Especiais de Gestão (UEGs) que podem se constituir de UPH ou de parcelas territoriais específicas.

Em termos de quantidade de água, foram identificadas as UEGs: UPH Alto Paranapanema M.E., Baixo Cinzas, Taquari e Pirapó. Já em termos de qualidade das

águas, foram identificadas as UEGs: UPH Santo Anastácio, UPH Alto Paranapanema M.E., Baixo Cinzas, Alto Tibagi e Itararé (NP e AP).

3.3. Programa de ações do PIRH-Paranapanema

Este item apresenta o programa de ações do PIRH-Paranapanema, com objetivo de conhecer o planejamento e embasar o estabelecimento das relações Plano-Cobrança. Inicia-se com a identificação do Programa de Ações, que é estruturado em dois componentes principais, apresentados na Figura 4.

Componente 1 - Gestão de Recursos Hídricos (GRH):	Constituído por seis Programas com ações voltadas para gestão, planejamento, e melhor aproveitamento dos recursos hídricos, prevendo ações para os instrumentos de gestão, fortalecimento institucional, monitoramento, planejamento, gestão de ofertas e unidades especiais de gestão;
Componente 2 - Intervenções e Articulações com Planejamento Setorial (STR):	Constituído por seis Programa voltados para a produção de conhecimento e para a melhoria da infraestrutura hídrica nas bacias afluentes do Rio Paranapanema, prevendo ações para conservação ambiental, agropecuária, indústria, saneamento, educação-comunicação e produção de conhecimento.

Figura 4: Componentes do PIRH-Paranapanema úteis para identificação dos problemas na bacia.

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

Ao todo os dois Componentes e seus 12 Programas foram subdivididos em 37 Subprogramas, conforme pode ser visualizado nas figuras a seguir.

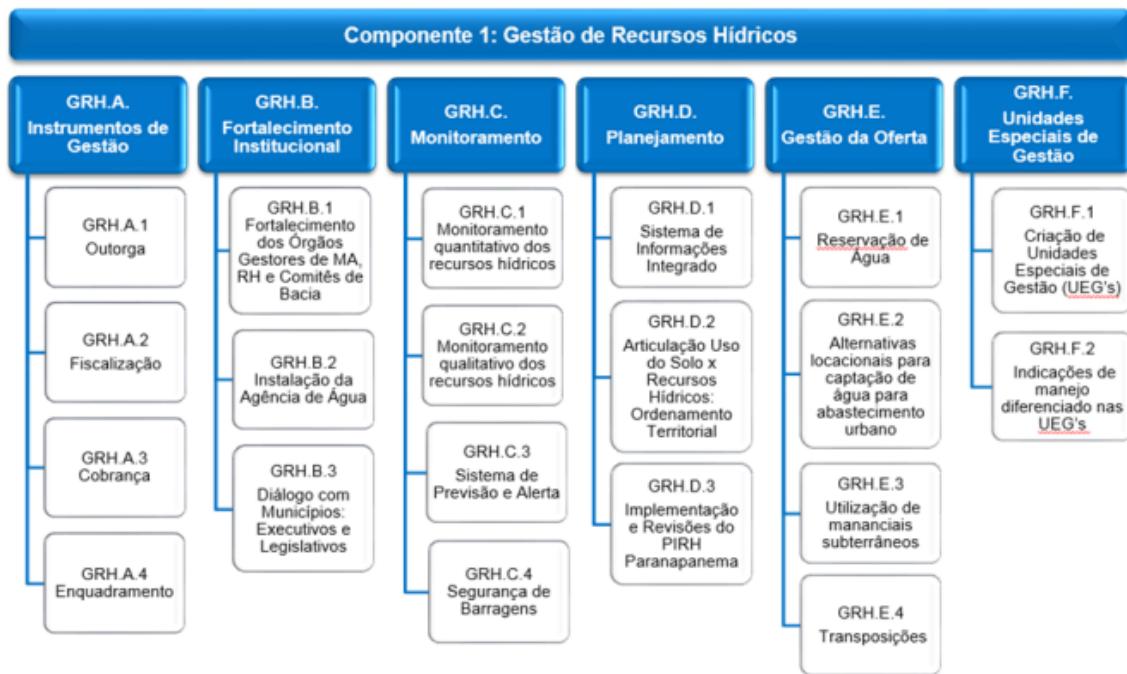


Figura 5: Programas e Subprogramas integrantes do Componente 1 – Gestão de Recursos Hídricos

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

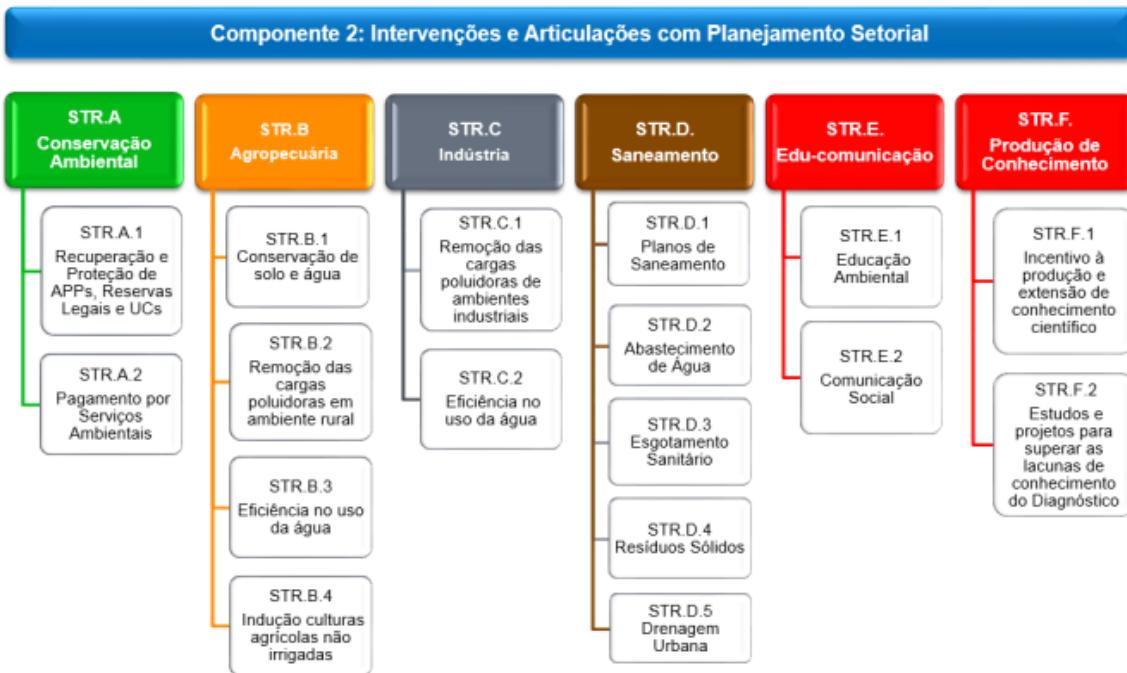


Figura 6: Programas e Subprogramas integrantes do Componente 2 – Intervenções e Articulações com Planejamento Setorial

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

Os Subprogramas, por sua vez, foram divididos em ações, totalizando mais de 120 ações no âmbito dos dois Componentes, a maior parte correspondendo ao Componente 1.

O orçamento do PIRH-Paranapanema, com investimentos previstos para os próximos 20 anos, foi dividido da seguinte forma: (i) Orçamento de Gestão; e (ii) Orçamento Global.

- No **Orçamento de Gestão** foram consideradas somente as ações sob a égide da gestão dos Comitês e dos Órgãos Gestores de Recursos Hídricos (OGRHs), sendo as ações que envolvem a gestão dos recursos hídricos e a governança da água na bacia de forma direta, orçado em R\$ 106.924.400,00.
- Já o **Orçamento Global** contém todas as ações propostas no PIRH-Paranapanema, sejam elas dependentes da atuação direta ou indireta dos CBHs e dos OGRHs, incluindo os investimentos associados ao PIRH-Paranapanema, e foi orçado em R\$ 2.218.784.400,00. Os investimentos associados são aqueles decorrentes de ações setoriais, propostas no PIRH-Paranapanema e que são potencializados, viabilizados ou provocados pelas ações de gestão que compõe o Orçamento de Gestão (os valores apresentados referem-se à 2016).

Os Programas integrantes do Plano de Ações do PIRH-Paranapanema estão organizados em forma de fichas que contém as seguintes informações: título; justificativa; objetivo geral; subprogramas; e orçamento. Os Subprogramas, por sua vez, estão organizados em fichas que contém as seguintes informações: objetivo; procedimentos; atores; responsáveis ou parceiros; fonte de recursos; estimativa de custos; e cronograma.

As Ações do PIRH-Paranapanema estão organizadas também em forma de fichas que contém as seguintes informações: papel do CBH-Paranapanema; meta; indicador de acompanhamento; cronograma; e estimativa de custos.

No PIRH-Paranapanema não foram identificados explicitamente os objetivos (no caso ações ou subprogramas) a serem suportados financeiramente pelos recursos da cobrança pelo uso da água. Assim, essa identificação é realizada pelo presente estudo,

especificamente no Capítulo 6. Nas fontes de recursos do PIRH-Paranapanema, tampouco foram indicados aqueles exclusivamente oriundos da cobrança.

A Tabela 11 apresenta os Componentes, Programas e Subprogramas integrantes do PIRH-Paranapanema (2016). Uma vez que o foco da cobrança é na promoção de seu efeito de remediação, deve-se ter como foco a identificação das externalidades qualiquantitativas em cada unidade territorial de gestão. Nota-se que o prognóstico do PIRH apresenta rica base de informações e articulações de dados sobre cenários, projeções e estratégias para compatibilização do balanço hídrico, incluindo a regulação das demandas e das cargas poluidoras, questões para as quais a cobrança pode contribuir.

Além de elencar as ações e metas necessárias para os instrumentos diretos de gestão dos recursos hídricos (em especial a outorga, o enquadramento, o monitoramento e sistematização de informações e o próprio instrumento de cobrança), destaca-se no Componente 1 as ações de gestão da oferta de água. Estas perpassam a realização de inventários, identificação de áreas potenciais, estudos de viabilidade e de priorizações, articulação direta com atores envolvidos e incentivos para:

- Aumento da reservação de água;
- Alternativas locacionais para captações em locais de escassez ou conflito;
- Utilização de mananciais subterrâneos; e
- Transposições de água entre cursos de água e/ou UPHs.

Também de destaque no PIRH-Paranapanema está a Agenda Setorial, que ocupa parte expressiva do Componente 2 (STR) e que especifica rol de ações para diversas frentes tangentes à gestão de recursos hídricos na bacia, tais como:

- Conservação ambiental (ex. recuperação e conservação ambiental em áreas de APP e recarga de aquíferos);
- Agropecuária (ex. conservação do solo e eficiência no uso);
- Indústria (ex. remoção de cargas poluidoras e eficiência no uso);
- Saneamento (ex. redução de carga poluidora de efluentes domésticos, da drenagem urbana e dos resíduos sólidos).

Tabela 11: Componentes, Programas e Subprogramas do PIRH-Paranapanema (2016).

Componente	Programa	Subprograma
Gestão de Recursos Hídricos	GRH.A - Instrumentos de Gestão	1 - Outorga
		2 - Fiscalização
		3 - Cobrança
		4 - Enquadramento
Gestão de Recursos Hídricos	GRH.B - Fortalecimento Institucional	1 - Fortalecimento dos Comitês
		2 - Instalação da Agência de Águas
		3 - Diálogo com os municípios
Gestão de Recursos Hídricos	GRH.C - Monitoramento	1 - Monitoramento Quantitativo
		2 - Monitoramento Qualitativo
		3 - Sistema de Previsão e Alerta
Gestão de Recursos Hídricos	GRH.D - Planejamento	1 - Sistema de Informações Integrada
		2 - Articulação Uso do Solo x Recursos Hídricos
		3 - Implementação e revisão do Pirh
Gestão de Recursos Hídricos	GRH.E - Gestão da Oferta	1 - Reservação de Água
		2- Alternativas locacionais para captação de água de abastecimento urbano
		3 - Utilização de Mananciais Subterrâneos
		4 - Transposição
Gestão de Recursos Hídricos	GRH. F - Unidades Especiais de Gestão	1 - Criação de UEGs
Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial	STR.A - Conservação Ambiental	1 - Restauração, Recuperação e Proteção de APPs, Reservas Legais e UCs
		2 - PSA
Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial	STR.B - Agropecuária	1 - Conservação de água e solo
		2 - Remoção das cargas poluidoras em ambientes rurais
		3 - Eficiência no uso da água
		4 - Agricultura de baixa demanda hídrica
Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial	STR.C - Indústria	1 - Remoção das cargas poluidoras em ambientes industriais
		2 - Eficiência no uso da água
Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial	STR.D. Saneamento Básico	1 - Planos de Saneamento
		2 - Abastecimento de Água
		3 - Esgotamento Sanitário
		4 - Resíduos Sólidos
		5 - Drenagem Urbana

Componente	Programa	Subprograma
Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial	STR.F - Produção de conhecimento	1 - Incentivo à produção conhecimento e extensão universitária
		2 - Incentivo à produção conhecimento e extensão universitária
		3 - Incentivo à produção conhecimento e extensão universitária
		4 - Incentivo à produção conhecimento e extensão universitária

Fonte: Relatório Final - Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema - PIRH-Paranapanema - ANA, 2016).

Mais recentemente, em 2023, a ANA promoveu a revisão no Plano de Ações do PIRH-Paranapanema. O 1º Ciclo de implementação do PIRH, compreendido entre os anos de 2016-2021, foi avaliado com vistas a identificar entraves à implementação de cada ação, bem como de novas estratégias adequadas às suas execuções. Buscou-se, assim, adequar a implementação das ações no sentido de atender as demandas da Bacia. Como resultado, para o 2º Ciclo (2022/2026), foram identificadas as ações prioritárias para a implementação do Plano, priorizando a implementação dos Instrumentos de Gestão, a Segurança Hídrica e a Revitalização da Bacia, além de manter as ações contínuas.

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

A Tabela 12 apresenta os Componentes, Programas, Subprogramas e as 81 Ações integrantes da Revisão do Plano de Ações do PIRH-Paranapanema (2023).

Tabela 12: Componentes, Programas, Subprogramas e Ações da Revisão do PIRH-Paranapanema (2023).

Componente	Programa	Subprograma	Ação
Gestão de Recursos Hídricos	GRH.A Instrumentos de Gestão	A.1 Outorga	1.1 Elaborar propostas para a definição dos usos prioritários para outorga, por trecho de rio
		A.2 Fiscalização	2.1 Desenvolver a capacidade técnico-institucional para fiscalização dos órgãos gestores
		A.2 Fiscalização	2.2 Elaborar relatórios de execução da fiscalização pelos órgãos gestores de RH
		A.3 Cobrança	3.1 Definir e aprovar mecanismo de cobrança pelo uso das águas no domínio da união
		A.3 Cobrança	3.2 Implementar a cobrança pelo uso das águas no domínio da união
		A.3 Cobrança	3.3 Fomentar a implementação da cobrança pelos usos das águas nas UGHs paranaenses
		A.4 Enquadramento	4.1 Contratar estudo técnico para elaboração de proposta de enquadramento e Programa de Efetivação de Corpos d'água de domínio da União na UGRH Paranapanema
		A.4 Enquadramento	4.2 Fomentar os CBHs afluentes a rever seus enquadramentos
Gestão de Recursos Hídricos	GRH.B Fortalecimento Institucional	B.1 Fortalecimento dos órgãos gestores e comitês	1.1 Apoiar o desenvolvimento e a capacitação dos Comitês de Bacia
		B.1 Fortalecimento dos órgãos gestores e comitês	1.2 Fomentar a participação da sociedade civil
		B.2 Instalação da agência de águas	2.1 Realizar estudo para a proposta do arranjo institucional para a gestão dos recursos da cobrança pelos usos da água da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema
		B.2 Instalação da agência de águas	2.2 Aprovar o arranjo institucional para a gestão dos recursos da cobrança pelos usos da água da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema
		B.3 Diálogo com os municípios	3.1 Dialogar com os executivos municipais
		B.3 Diálogo com os municípios	3.2 Dialogar com os Legislativos Municipais
		C.1 Monitoramento quantitativo	1.1 Realizar a instalação das estações pluviométricas
Gestão de Recursos Hídricos	GRH.C Monitoramento	C.1 Monitoramento quantitativo	1.2 Realizar a integração de dados de monitoramento pluviométricos

Componente	Programa	Subprograma	Ação
		C.1 Monitoramento quantitativo	1.3 Realizar a instalação das estações fluviométricas
		C.1 Monitoramento quantitativo	1.4 Realizar a integração de dados de monitoramento fluviométricos
		C.1 Monitoramento quantitativo	1.5 Definir os pontos (macrolocalização) para a rede de monitoramento piezométrico regional
		C.1 Monitoramento quantitativo	1.6 Implantar, operar e manter a rede de monitoramento piezométrico
		C.1 Monitoramento quantitativo	1.7 Sistematizar, consolidar e integrar os dados de monitoramento piezométrico
		C.2 Monitoramento Qualitativo	2.1 Realizar o monitoramento nas novas estações fluvio-sedimentométricas
		C.2 Monitoramento Qualitativo	2.2 Realizar a divulgação e a disponibilização dos dados obtidos no monitoramento ampliado da rede sedimentométrica
		C.2 Monitoramento Qualitativo	2.3 Realizar estudo para identificar os principais agrotóxicos utilizados (UPHs com predomínio de área agrícola)
		C.2 Monitoramento Qualitativo	2.4 Iniciar monitoramento dos novos pontos (qualidade da água superficial)
		C.2 Monitoramento Qualitativo	2.5 Divulgar e disponibilizar os dados obtidos nos monitoramentos (qualidade da água superficial)
		C.2 Monitoramento Qualitativo	2.6 Realizar a implantação da rede de monitoramento regional de qualidade da Água Subterrânea
		C.2 Monitoramento Qualitativo	2.7 Padronizar os intervalos de coleta e dos parâmetros a serem monitorados na qualidade de água subterrânea
		C.2 Monitoramento Qualitativo	2.8 Iniciar o monitoramento dos novos pontos de qualidade de água subterrânea
		C.2 Monitoramento Qualitativo	2.9 Divulgar e disponibilizar os dados obtidos nos monitoramentos da qualidade da água subterrânea
		C.3 Sistema de previsão de alerta	3.1 Implantar e operar um sistema de previsão e alerta contra eventos climáticos extremos, integrado aos sistemas existentes de monitoramento de eventos extremos de escassez e inundações
		C.3 Sistema de previsão de alerta	3.2 Elaborar e incentivar a operação de um plano de contingência para as crises hídricas na UGRH do Paranapanema

Componente	Programa	Subprograma	Ação
GRH.D Planejamento		C.4 Segurança de barragens	4.1 Analisar o relatório anual segurança das barragens
	GRH.D Planejamento	D.1 Sistema de informações integradas	1.1 Compatibilizar e integras os dados das UGHs e do PIRH Paranapanema quando forem feitas as revisões dos respectivos Planos de Bacia
		D.1 Sistema de informações integradas	1.2 Atualizar o banco de dados em cada revisão do PIRH Paranapanema
		D.2 Articulação uso do solo x recursos hídricos	2.1 Realizar reuniões de articulação com os autores estratégicos para aprofundamento das pautas sobre o uso do solo e os recursos hídricos
		D.3 Implementação e revisão do PIRH	3.1 Realizar reuniões trimestrais de acompanhamento da implantação do PIRH Paranapanema
		D.3 Implementação e revisão do PIRH	3.2 Emitir relatórios anuais de acompanhamento de implementação do PIRH Paranapanema
		D.3 Implementação e revisão do PIRH	3.3 Realizar as revisões do PIRH Paranapanema
GRH.E Gestão de Oferta	E.1 Reservação de Água		1.1 Realizar estudos de balanço hídrico (considerando as novas informações levantadas sobre a reservação existente) e avaliação do impacto das reservações de pequeno porte na UGRH Paranapanema
	E.2 Alternativas locacionais para captação de água de abastecimento urbano		2.1 Realizar inventário de situações críticas atuais e futuras de abastecimento público
			2.2 Propor relocações das captações para abastecimento consideradas críticas, quando essa solução apresentar viabilidade técnico-financeira e ambiental
			3.1 Realizar estudos para identificar áreas com potencial hídrico subterrâneo a partir do mapeamento de áreas críticas
	E.3 Utilização de mananciais subterrâneos		3.2 Realizar estudos técnicos para definição das condições de exploração dos aquíferos
			4.1 Realizar inventário de alternativas de transposição de águas entre UPHs
	E.4 Transposição		4.2 Realizar estudo de viabilidade técnica, econômico-financeira, operacional, institucional, legal, social e ambiental para cada alternativa de transposição de água identificada na Ação GRH.E.4.1
	F.1 Criação de UEGS		1.1 Definir UEGs a partir das áreas críticas

Componente	Programa	Subprograma	Ação
	GRH.F Unidades Especiais de Gestão (UEGS)	F.1 Criação de UEGS	1.2 Realizar publicação e criação das UEGs pelos Órgãos Gestores de Recursos Hídricos, conforme dominialidade
Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial	STR.A Conservação Ambiental	A.1 Restauração, recuperação e proteção de APPs, reservas legais e UCs	1.1 Realizar o inventário com vistas a identificar espacialmente as APPs, Reservas Legais (RLs), UCs e áreas de recarga de aquíferos em áreas de especial interesse a preservação (a exemplo das áreas críticas, áreas de mananciais de abastecimento urbano) e de implantação de programas de pagamento de serviços ambientais
		A.1 Restauração, recuperação e proteção de APPs, reservas legais e UCs	1.2 Fomentar projetos de proteção e recuperação das áreas identificadas
		A.1 Restauração, recuperação e proteção de APPs, reservas legais e UCs	1.3 Apoiar a divulgação de práticas e projetos proteção e recuperação de Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais, Unidades de Conservação e áreas de recarga de aquíferos já existentes
		A.2 PSA	2.1 Desenvolvimento de estudos de viabilidade e parcerias para a implantação de projetos de PSA
		A.2 PSA	2.2 Estimular a implantação de PSA
	STR.B Agropecuária	B.1 Conservação de solo e água	1.1 Elaborar projetos de recuperação das áreas críticas na zona rural
		B.2 Remoção das cargas poluidoras em ambientes rurais	2.1 Identificar áreas críticas geradoras de poluição difusa de origem agrícola e animal
		B.3 Eficiência no uso da água	3.1 Elaborar estudo de caracterização do padrão de uso de água na zona rural
		B.3 Eficiência no uso da água	3.2 Elaborar e implementar programa de capacitação para agropecuária
		B.4 Agricultura de baixa demanda hídrica	4.1 Elaborar estudo de viabilidade de agricultura de baixa demanda hídrica e programa para divulgação da agricultura de baixa demanda hídrica
		B.4 Agricultura de baixa demanda hídrica	4.2 Implementar programa de divulgação de agricultura de baixa demanda hídrica

Componente	Programa	Subprograma	Ação
STR.D Saneamento Básico	STR.D Saneamento Básico	D.1 Planos de Saneamento	1.1 Acompanhar a atualização dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) promovendo sua articulação aos Planos Recursos Hídricos das UGHs afluentes e PIRH Paranapanema, dos maiores (em população) municípios em áreas críticas quali-quantitativas (Demanda > 50% Disponibilidade + Qualidade pior que Classe 2)
		D.4 Resíduos Sólidos	4.1 Acompanhar a implantação de unidades de tratamento de resíduos sólidos ou de disposição final de rejeitos
		D.4 Resíduos Sólidos	4.2 Acompanhar ações de erradicação lixões e recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada de resíduos
STR.E Edu-Comunicação	E.1 Educação Ambiental		1.1 Articular e apoiar as iniciativas de educação ambiental
	E.2 Comunicação Social		2.1 Executar ações do plano de comunicação do CBH-Paranapanema
STR.F Produção de conhecimento	F.1 Incentivo à produção de conhecimento científico e extensão universitária		1.1 Definir mecanismos que permitam incentivar e apoiar projetos de pesquisa e de extensão universitária voltados a melhoria da eficiência no manejo e usos dos recursos hídricos associados às atividades produtivas da UGRH Paranapanema
			1.2 Criar e manter fórum de diálogo para abordar temas estratégicos para o PIRH Paranapanema associados a mudanças climáticas, segurança hídrica, soluções baseadas na natureza. Tecnologias sociais hídricas e objetivos de desenvolvimento sustentável, outros conceitos que podem subsidiar as próximas revisões do plano
	F.2 Estudos e projetos para superar as lacunas de conhecimento do diagnóstico		2.1 Revisar as demandas hídricas, disponibilidades hídricas e balanços hídricos quantitativos para a UGRH Paranapanema
	F.2 Estudos e projetos para superar as lacunas de conhecimento do diagnóstico		2.2 Elaborar estudo para a caracterização da Carga Poluidora de Origem Difusa
	F.2 Estudos e projetos para superar as lacunas de conhecimento do diagnóstico		2.3 Realizar modelagem hidrológica da bacia
Intervenções e Articulações com	STR.B Agropecuária	B.1 Conservação de solo e água	1.2 Implantar ações específicas de recuperação e conservação dos solos nas áreas críticas na zona rural

Componente	Programa	Subprograma	Ação
o Planejamento Setorial		B.1 Conservação de solo e água	1.3 Implantar ações específicas para redução de processos erosivos em estradas vicinais
		B.2 Remoção das cargas poluidoras em ambientes rurais	2.2 Elaborar projetos na zona rural, de controle de carga poluidora de origem agrícola e animal
		B.2 Remoção das cargas poluidoras em ambientes rurais	2.3 Realizar ações específicas de diminuição de carga poluidora no meio Rural
	STR.C Indústria	C.1 Remoção das cargas poluidoras em ambientes industriais	1.1 Realizar ações para a redução e controle de carga poluidora do setor industrial
		C.2 Eficiência no uso da água	2.1 Realizar ações para a melhoria da eficiência no uso da água no setor industrial
	STR.D Saneamento Básico	D.2 Abastecimento de água	2.1 Realizar a ampliação e melhoria dos sistemas de abastecimento de água
		D.2 Abastecimento de água	2.2 Implantar programa de redução de perdas de água
		D.3 Esgotamento Sanitário	3.1 Implantar, ampliar e realizar melhorias nas redes e estações de tratamento de esgotamento sanitário nas áreas urbanas dos municípios
		D.3 Esgotamento Sanitário	3.2 Implantar e ampliar sistemas individuais de tratamento de efluentes doméstico nas áreas rurais dos municípios
		D.5 Drenagem Urbana	5.1 Estimular ações para o controle da poluição difusa de origem de drenagem urbana
		D.5 Drenagem Urbana	5.2 Estimular ações para o controle de processos erosivos no entorno de áreas urbanas

Fonte: Revisão do Plano de Ações - PIRH-Paranapanema (ANA, 2023). Compilado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

3.4. Demandas financeiras da bacia

3.4.1. Ações do PIRH-Paranapanema

Conforme apontou-se no item anterior, o orçamento das ações do PIRH-Paranapanema foi dividido nas pertinentes ao Componente 1 (Gestão de Recursos Hídricos) e ao Componente 2 (Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial). A tabela abaixo apresenta os valores orçados, tanto no PIRH-Paranapanema (ANA, 2016), em valores de 2016, bem como na Revisão do Plano de Ações do PIRH-Paranapanema (ANA, 2023), em valores monetários de setembro de 2021.

Tabela 13: Orçamento do PIRH-Paranapanema (2016, 2021 e 2024).

R\$	Componente 1 Gestão de Recursos Hídricos	Componente 2 Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial
PIRH-Paranapanema (2016), em valores de 2016	106.924.400	2.111.860.000
Revisão do Plano de Ações do PIRH (2023), em valores de setembro de 2021	62.496.500	3.463.358.000
Correção monetária do orçamento pelo INCC entre out./2021 e jun./2024	72.302.201	4.006.758.870

Fonte: Adaptado do PIRH-Paranapanema (ANA, 2016) e Revisão do Plano de Ações (ANA, 2023).

Observa-se que, embora cinco anos tenham sido transcorridos, os valores de 2021 são significativamente superiores aos estimados em 2016. Conforme nota a Revisão do Plano de Ações (2023), essa atualização se deu com base: (i) nos valores mais recentes de custo/hora conforme Portaria ANA nº 363/2021; (ii) correção monetária entre novembro de 2016 até setembro de 2021 pelo INCC/FGV; (iii) revisão dos valores das ações, conforme novas métricas e metas; (iv) consideração do desembolso já realizado nas ações em andamento; e (v) orçamento das novas ações.

A última linha da tabela apresenta a correção monetária desde outubro de 2021 até o mês de junho de 2024, realizada pelo mesmo índice de preços, o Índice Nacional de Custo da Construção (INCC/FGV), que é composto por três subíndices principais: materiais e equipamentos; serviços; e mão de obra. Sua variação no intervalo citado foi de 15,69%.

Como base para este estudo de cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos, parte-se dos valores orçados na Revisão do Plano de Ações do PIRH-Paranapanema (ANA, 2023) e devidamente corrigidos pela inflação até junho de 2024. Além da atualização pela variação monetária, os valores consideram as ações que já foram executadas no 1º Ciclo de Implementação do PIRH-Paranapanema (primeiros cinco anos de implementação). O orçamento atualizado, portanto, é aquele que deve ser considerado para a averiguação das demandas financeiras da bacia.

A Revisão do Plano (2023) pontua, ainda, que sete ações ainda se encontram em andamento, sendo elas:

- Ações 4.1 Contratar estudo técnico para elaboração de proposta de enquadramento e Programa de Efetivação de Corpos d'água de domínio da União na UGRH Paranapanema e 4.2 Fomentar os CBHs afluentes a rever seus enquadramentos, do subprograma de Enquadramento, programa de Instrumentos de Gestão;
- Ação 1.6 Implantar, operar e manter a rede de monitoramento piezométrico do subprograma de Monitoramento Quantitativo e ação 2.1 Realizar o monitoramento nas novas estações fluviossidentométricas do subprograma de Monitoramento Qualitativo, ambas do programa de Monitoramento;
- Ação 1.1 Compatibilizar e integrar os dados das UGHs e do PIRH-Paranapanema quando forem feitas as revisões dos respectivos Planos de Bacia, do subprograma de Sistema de Informações Integradas,

programa de Planejamento; (iv) ação 1.1 Definir Unidades Especiais de Gestão a partir das áreas críticas, do subprograma de Criação de Unidades Especiais de Gestão, do programa homônimo; e

- Ação 1.1 Realizar ações para a redução e controle de carga poluidora do setor industrial, do subprograma de Remoção das Cargas Poluidoras em Ambientes Industriais, do programa setorial de Indústria.

Além dessas ações que são continuadas do 1º Ciclo, as próprias ações do subprograma de Cobrança, parte do programa de Instrumentos de Gestão, também estão em andamento pelo próprio estudo ora em desenvolvimento. São as ações: 3.1 Definir e aprovar mecanismo de cobrança pelo uso das águas no domínio da união; 3.2 Implementar a cobrança pelo uso das águas no domínio da união; e 3.3 Fomentar a implementação da cobrança pelos usos das águas nas UGHs paranaenses.

Entende-se que não é pertinente considerar o orçamento previsto para esse conjunto de 10 ações, haja vista que são vigentes e previamente compromissadas. No total, estas ações têm previsto R\$ 18.169.115, sendo que R\$ 6.021.665 é do orçamento de Gestão e outros R\$ 12.147.450 do orçamento Associado.

Partindo-se do orçamento revisado (ANA, 2023) e corrigido para valores de 2024, pode-se, portanto, retirar os valores referentes às dez ações supramencionadas. O total de demandas financeiras passa a ser, então, de R\$ 4.060.891.957. Desse montante, R\$ 3.994.611.420 são referentes ao orçamento Associado (98,37%), e os demais R\$ 66.280.536 do orçamento de Gestão (1,63%).

Considerando os próximos três ciclos de implementação do PIRH-Paranapanema, com cinco anos cada, pode-se realizar a distribuição dos orçamentos ao longo desse horizonte. A alocação temporal parte do cronograma de implementação de cada uma das ações, que se estende entre 2022 e 2036 (ano 1 ao ano 15). As distribuições dos dois orçamentos são apresentadas abaixo.

Observa-se pela Figura 7 que a demanda financeira das ações do PIRH-Paranapanema para os próximos 15 anos não se distribuem de forma homogênea no tempo, mas sim contam com picos e vales (no orçamento de Gestão) e com uma pequena mudança de patamar para o orçamento associado.

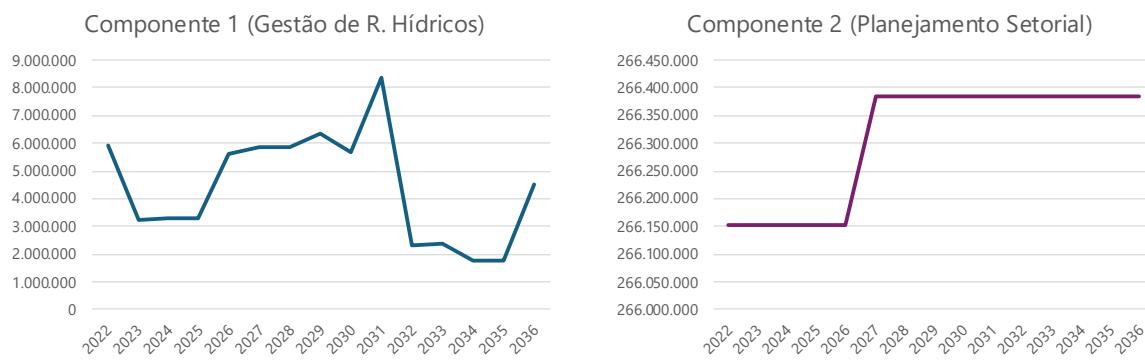


Figura 7: Distribuição dos orçamentos nos três ciclos de gestão vindouros.

Fonte: Adaptado do PIRH-Paranapanema: Revisão do Plano de Ações (ANA, 2023).

Como forma de se realizar a estimativa da demanda financeira média ao longo do tempo, equalizando gastos nos períodos futuros, calcula-se o valor anual equivalente (VAE) de cada uma das ações (resultado da divisão do valor presente líquido pelo fator de anuidade, considerando uma data taxa de desconto e o horizonte temporal). Trata-se de método utilizado para comparar as diferentes durações das ações, facilitando a comparação das demandas financeiras das ações mesmo com suas distribuições desiguais no tempo. Como taxa de desconto para este cálculo, adotou-se 8,5% ao ano, que é a Taxa Social de Desconto do Governo Federal para avaliação de projetos de investimento (Ministério da Economia, 2020)⁵.

⁵ A Taxa Social de Desconto (TSD) reflete a percepção da sociedade sobre o custo de oportunidade do capital, ou seja, o valor social dos usos alternativos dos recursos investidos em um projeto de propósito público. Para seu cálculo, foi utilizada a abordagem de eficiência, que considera a média ponderada dos custos de oportunidade de três fontes de financiamento disponíveis na economia nacional: a poupança interna, o investimento privado deslocado e a poupança externa. Esses custos são representados, respectivamente, pela taxa de captação da poupança doméstica, pela rentabilidade real do investimento privado e pelo custo marginal do endividamento externo. A metodologia envolve a estimativa de elasticidades de resposta dessas fontes a variações nas taxas de juros e a utilização de projeções macroeconômicas de médio a longo prazo. A TSD recomendada para projetos de infraestrutura a partir de 2020 é de 8,5% real ao ano, assegurando a isonomia e comparabilidade entre projetos, além de contribuir para a padronização na preparação e avaliação de projetos. Nota-se que a TSD de 8,5% é superior à taxa que espelha o custo real de financiamento do Governo Federal de prazo compatível com os 20 anos aqui simulados (com vencimento em maio de 2045), extraído do Título do Tesouro denominado "Tesouro IPCA+2045", que é de 6,30% ao ano. A TSD, ainda, é compatível (embora ligeiramente inferior) ao Retorno sobre Capital Investido (ROIC) médio no Brasil, que é de 9,02% ao ano segundo amostra

Com base no valor anual equivalente (VAE) das ações vindouras do PIRH, calcula-se que a demanda financeira "média anual" do orçamento de Gestão é de R\$ 4.565.323 (1,69% do total), e a dos orçamentos associados (Componente 2) é de R\$ 266.274.839 (98,31% do total). Na somatória dos dois orçamentos, portanto, a demanda financeira do PIRH-Paranapanema para os próximos 15 anos é de R\$ 270.840.162 por ano em valor anual equivalente.

A Revisão do Plano de Ações do PIRH-Paranapanema (ANA, 2023) elenca o papel do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) para cada uma das ações, o que permite realizar uma estratificação da demanda financeira por essas categorias. São elas: execução direta, controle, acompanhamento e influência. A tabela abaixo apresenta a distribuição da demanda financeira média anual para os próximos 15 anos com base nessas categorias.

Tabela 14: Orçamento do PIRH-Paranapanema conforme papel do CBH.

R\$, VAE	Componente 1 Gestão de Recursos Hídricos	Componente 2 Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial
CBH tem papel de Execução	591.596	0
CBH tem papel de Controle	1.262.872	0
CBH tem papel de Acompanhamento	975.738	64.158.393
CBH tem papel de Influência	1.735.116	202.116.446
TOTAL	4.565.323	266.274.839

Fonte: Adaptado do PIRH-Paranapanema (ANA, 2016) e Revisão do Plano de Ações (ANA, 2023).

O CBH tem papel Executor e de Controlador nas ações do Componente 1. Já quanto ao seu papel frente às ações do Componente 2 prepondera o papel de Acompanhamento e de Influência. No total do orçamento a ser executado pela agenda setorial (Componente 2), o que cabe ao CBH soma R\$ 2,71 milhões em valor anual

de quase duas mil empresas não-financeiras no período de 2009 a 2019, excluindo empresas de porte extraordinário (CEMEC-Fipe, 2020).

equivalente, e corresponde a 1,0% do que se requer investir a cada ano (266,27 milhões) nas ações correlatas na Bacia do Rio Paranapanema.

A Revisão do PIRH-Paranapanema (ANA, 2023) também indica a instituição responsável por cada uma das ações, dentre os seguintes intervenientes: Gestor Federal dos Recursos Hídricos (ANA), Gestores Estaduais dos Recursos Hídricos (DAEE e IAT), CBH, Escritório de apoio, Órgãos ambientais dos estados, Secretarias Estaduais, Instituições de Ensino Superior, Prefeituras Municipais e Intervenientes Setoriais. A tabela abaixo traz a estratificação dos valores equivalentes anuais que se estima dispensar por cada uma das instituições responsáveis.

Tabela 15: Orçamento do PIRH-Paranapanema conforme interveniente responsável.

R\$, VAE	Componente 1 Gestão de Recursos Hídricos	Componente 2 Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial
Agência Nacional de Águas	3.038.914	0
Gestores Estaduais	376.416	0
Comitê de Bacia Hidrográfica	207.102	0
Escrítorio de Apoio	417.658	0
Órgãos Ambientais dos Estados	175.078	2.650.855
Secretarias Estaduais	175.078	2.690.447
Instituições de Ensino Superior	175.078	2.690.447
Prefeituras Municipais	0	39.592
Intervenientes Setoriais	0	258.203.498
TOTAL	4.565.323	266.274.839

Fonte: Adaptado do PIRH-Paranapanema (ANA, 2016) e Revisão do Plano de Ações (ANA, 2023).

Uma vez que algumas ações detêm mais de uma instituição responsável, é importante destacar que, nesses casos, foi dividido equitativamente a demanda financeira correspondente entre cada uma delas, de forma a se apresentar, na composição acima, valores integralizados.

Observa-se que R\$ 4,04 milhões (88,5%) do orçamento anual do Componente 1 recai diretamente sobre os órgãos gestores dos recursos hídricos, quais sejam: Agência

Nacional de Águas e Saneamento Básico, Gestores Estaduais, Comitê de Bacia Hidrográfica e Escritório de Apoio. Entende-se que estas são as ações que devem, minimamente, ser financiadas com recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Afinal, esse é a demanda financeira que contempla as ações sob a égide da gestão dos Comitês e dos Órgãos Gestores de Recursos Hídricos, ações estas que envolvem a gestão dos recursos hídricos e a governança da água na bacia de forma direta.

Já quanto à demanda financeira da agenda setorial (Componente 2), o PIRH-Paranapanema aclara que não é de responsabilidade direta dos gestores dos recursos hídricos. Cabe a estes, no entanto, exercer o papel de acompanhamento e influência, o que demanda capacidade de investimento. Essa agenda, como a própria definição traz, aborda ações finalísticas que têm elevada dependência de articulação com um ou vários setores de usuários. Com base nas intervenções e investimentos elencados pelo PIRH-Paranapanema para a agenda setorial, cabe assumir alguns pressupostos acerca do papel potencial que se cabe exercer.

A Tabela 16 apresenta os programas, subprogramas e ações da agenda setorial e os valores anuais equivalentes. São treze as ações que somam os R\$ 266,27 milhões de demanda financeira, ordenados do maior (esgotamento sanitário, que representa 73,32% do total) para o menor (implementação de programa de divulgação de agricultura de baixa demanda hídrica ação, que representa uma fração ínfima do total). Nota-se que esse orçamento é de responsabilidade dos seguintes intervenientes: Órgãos Ambientais dos Estados, Secretarias Estaduais, Instituições de Ensino Superior, Prefeituras Municipais e Intervenientes Setoriais.

Tabela 16: Orçamento da Agenda Setorial do PIRH-Paranapanema.

Programa	Subprograma	Ação	R\$, VAE	Fração Do Total
Saneamento Básico	D.3 Esgotamento Sanitário	3.1 Implantar, ampliar e realizar melhorias nas redes e estações de tratamento de esgotamento sanitário nas áreas urbanas dos municípios	195.241.529	73,32%
Saneamento Básico	D.2 Abastecimento de água	2.1 Realizar a ampliação e melhoria dos sistemas de abastecimento de água	44.810.593	16,83%
Saneamento Básico	D.3 Esgotamento Sanitário	3.2 Implantar e ampliar sistemas individuais de tratamento de efluentes doméstico nas áreas rurais dos municípios	10.804.289	4,06%
Saneamento Básico	D.4 Resíduos Sólidos	4.1 Acompanhar a implantação de unidades de tratamento de resíduos sólidos ou de disposição final de rejeitos	7.028.939	2,64%
Conservação Ambiental	A.1 Restauração, recuperação e proteção de APPs, reservas legais e UCs	1.2 Fomentar projetos de proteção e recuperação das áreas identificadas	4.581.324	1,72%
Conservação Ambiental	A.2 PSA	2.2 Estimular a implantação de PSA	1.735.350	0,65%
Agropecuária	B.1 Conservação de solo e água	1.2 Implantar ações específicas de recuperação e conservação dos solos nas áreas críticas na zona rural	617.013	0,23%
Conservação Ambiental	A.2 PSA	2.1 Desenvolvimento de estudos de viabilidade e parcerias para a implantação de projetos de PSA	558.243	0,21%
Agropecuária	B.1 Conservação de solo e água	1.1 Elaborar projetos de recuperação das áreas críticas na zona rural	339.357	0,13%
Indústria	C.2 Eficiência no uso da água	2.1 Realizar ações para a melhoria da eficiência no uso da água no setor industrial	318.148	0,12%
Agropecuária	B.2 Remoção das cargas poluidoras em ambientes rurais	2.2 Elaborar projetos na zona rural, de controle de carga poluidora de origem agrícola e animal	118.775	0,04%

Programa	Subprograma	Ação	R\$, VAE	Fração Do Total
Agropecuária	B.3 Eficiência no uso da água	3.2 Elaborar e implementar programa de capacitação para agropecuária	93.618	0,04%
Agropecuária	B.4 Agricultura de baixa demanda hídrica	4.2 Implementar programa de divulgação de agricultura de baixa demanda hídrica	27.660	0,01%

Fonte: Adaptado do PIRH-Paranapanema (ANA, 2016) e Revisão do Plano de Ações (ANA, 2023).

3.4.2. *Demandas dos planos de bacias afluentes*

As demandas financeiras tratadas no item antecedente (3.4.1) sistematizam e atualizam monetariamente os requerimentos de financiamento para a execução dos programas e ações do PIRH-Paranapanema. Eis que o Grupo de Trabalho de Cobrança, instituído no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, importantemente observou que o orçamento do PIRH desconsidera outras demandas financeiras trazidas pelos planos de recursos hídricos de suas bacias afluentes.

Dessa forma, é aqui realizado o levantamento destas demandas financeiras; embora não com o mesmo grau de detalhamento que para o PIRH-Paranapanema, ao menos com a indicação de valores coerentes com a lógica adotada para o instrumento integrado, permitindo balizar o planejamento de implantação do instrumento de cobrança.

Na vertente paranaense, identifica-se que as bacias dos rios das Cinzas, Itararé, Paranapanema 1 e Paranapanema 2 (Norte Pioneiro), assim como as bacias dos rios Pirapó, Paranapanema 3 e 4 (Piraponema) contam com planos de recursos hídricos que trazem orçamentos bastante detalhados. Ambos os planos foram publicados em 2016 pelo então Águas Paraná, atual Instituto Água e Terras (IAT).

A partir dos valores apostos nos quadros de ações e custos de investimentos necessários por programa, de cada um dos planos, considera-se que todas as demandas financeiras elencadas permanecem vigentes. Dada a desagregação de

responsáveis pela execução das ações listadas, selecionam-se as de responsabilidade alocada ao órgão gestor estadual. Para as ações nas quais o IAT consta como corresponsável (ação com o envolvimento de outras instituições), foi alocado 50% do valor. Para os programas específicos de Educação Ambiental e Comunicação Social e de Fortalecimento Institucional, aloca-se uma terça parte do valor total, haja vista se tratar de ações potencialmente compartilhadas com outras bacias no estado.

Realiza-se, ainda, a correção monetária entre julho/2016 e julho/2024 (técnica de *mid-year*, dada a referência específica para os valores orçados) pelo Índice Nacional de Custo da Construção (INCC/FGV), o mesmo utilizado para atualizar os valores do PIRH-Paranapanema. Por fim, dividem-se os valores finais das ações por quinze, de forma a se obter os valores anuais dentro do horizonte do ciclo de cobrança vislumbrado para a bacia do rio Paranapanema.

Com base nessa metodologia, as tabelas abaixo apresentam os valores considerados (última coluna) como demandas financeiras anualizadas para estas duas bacias (Norte Pioneiro e Pirapó Nema).

Tabela 17: Demandas financeiras da bacia Norte Pioneiro (R\$).

Programas	Valores Totais Originais (2016)	Valores Anualizados Corrigidos (2024)	Alocação de Resp. ao IAT	Valores finais atuais e anualizados
Estudos para Ampliação da Disponibilidade Hídrica	4.693.435	312.896	100%	312.896
Programa para Redução de Perdas e Desperdícios de Água	32.888.006	2.192.534	0%	0
Estudos para Uso Adequado de Irrigação de menor consumo	1.442.320	96.155	50%	48.077
Programa de Redução de Cargas Poluentes	677.473.025	45.164.868	0%	0
Estudo para Redução das Cargas Orgânicas Provenientes da Pecuária	1.121.714	74.781	50%	37.390
Estudos de Conservação Ambiental	3.432.875	228.858	50%	114.429

Programas	Valores Totais Originais (2016)	Valores Anualizados Corrigidos (2024)	Alocação de Resp. ao IAT	Valores finais atuais e anualizados
Estudos para Gerenciamento e Controle da Ocupação em Áreas Inundáveis	2.229.157	148.610	50%	74.305
Programa de Complementação da Rede de Monitoramento Hidrometeorológico	4.745.147	316.343	100%	316.343
Estudos para Monitoramento Quantitativo-Qualitativo das Águas Subterrâneas	6.978.157	465.210	100%	465.210
Estudo de Monitoramento Quantitativo-Qualitativo das Águas Superficiais	1.916.137	127.742	100%	127.742
Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social	49.050.254	3.270.017	33%	1.079.106
Programa de Fortalecimento Institucional do AGUASPARANA	81.469.696	5.431.313	33%	1.792.333
TOTAL	867.439.922	57.829.328	-	4.367.833

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

Tabela 18: Demandas financeiras da bacia Piraponema (R\$).

Programas	Valores Totais Originais (2016)	Valores Anualizados Corrigidos (2024)	Alocação de Resp. ao IAT	Valores finais atuais e anualizados
Estudos para Ampliação da Disponibilidade Hídrica	2.839.000	312.896	100%	312.896
Programa para Redução de Perdas e Desperdícios de Água	43.884.518	4.836.659	0%	0
Estudos para Uso Adequado de Irrigação de menor consumo	872.441	96.155	50%	48.077
Programa de Redução de Cargas Poluentes	1.734.573.320	191.173.108	0%	0
Estudo para Redução das Cargas Orgânicas Provenientes da Pecuária	678.511	74.781	50%	37.390
Estudos de Conservação Ambiental	2.076.503	228.858	50%	114.429
Estudos para Gerenciamento e Controle da Ocupação em Áreas Inundáveis	1.348.389	148.610	50%	74.305

Programas	Valores Totais Originais (2016)	Valores Anualizados Corrigidos (2024)	Alocação de Resp. ao IAT	Valores finais atuais e anualizados
Programa de Complementação da Rede de Monitoramento Hidrometeorológico	2.994.460	330.029	100%	330.029
Estudos para Monitoramento Quantitativo-Qualitativo das Águas Subterrâneas	3.766.000	415.063	100%	415.063
Estudo de Monitoramento Quantitativo-Qualitativo das Águas Superficiais	1.159.047	127.742	100%	127.742
Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social	29.489.439	3.250.129	33%	1.072.543
Programa de Fortalecimento Institucional do AGUASPARANA	49.280.000	5.431.313	33%	1.792.333
TOTAL	1.872.961.628	206.425.344	-	4.324.809

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

Observa-se que ambas as bacias paranaenses apresentam demandas financeiras anualizadas semelhantes: R\$ 4.367.833 para a do Norte Pioneiro e R\$ 4.324.809 para a do Piraponema. A bacia do rio Tibagi, terceira unidade de gestão hídrica paranaense na Bacia do Rio Paranapanema, não conta com Plano de Recursos Hídricos elaborado, apenas um programa de efetivação do enquadramento que é voltado majoritariamente ao esgotamento sanitário. Dada a semelhança entre as ações e requerimentos financeiros das duas bacias pormenorizadas, adota-se para a bacia do Tibagi a demanda financeira anualizada média dentre as demais bacias paranaenses, qual seja, R\$ 4.346.321.

Já para a vertente paulista, foram consultados os valores constantes do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SigRH), que consolida informações dos planos das bacias no estado. Para o Alto Paranapanema (UGRHI 14), foi observado o plano de 2016 a 2027, no qual são listados os Programas de Duração Continuada para o quinquênio 2024-2027.

A tabela abaixo apresenta os resultados verificados para os programas, sendo que foi desconsiderado o de implantação de sistemas de esgotamento sanitário, assim como considerado apenas parcialmente o de ações estruturais para mitigação de inundações e alagamentos, em coerência com o que foi adotado para o PIRH quanto ao papel do instrumento de cobrança. A atualização monetária desde a publicação do plano (2018) foi realizada pelo INCC. Ademais, a anualização considera o intervalo de quatro anos para o qual o orçamento original é apresentado.

Tabela 19: Demandas financeiras da bacia Alto Paranapanema (R\$).

Programas	Valores Totais Originais (2018)	Valores Anualizados Corrigidos (2024)	Alocação de Resp. ao IAT	Valores finais atuais e anualizados
Rede de Monitoramento	800.000	304.786	100%	304.786
Sistema de esgotamento sanitário	6.049.282	2.304.669	0%	0
Prevenção e controle de processos erosivos	3.600.000	1.371.536	100%	1.371.536
Proteção e conservação de mananciais	400.000	152.393	100%	152.393
Racionalização do uso da água	400.000	152.393	100%	152.393
Ações estruturais para mitigação de inundações e alagamentos	8.832.519	3.365.032	27%	914.357
Capacitação técnica relacionada ao planejamento e gestão de recursos hídricos	800.000	304.786	100%	304.786
Educação ambiental vinculada às ações dos planos de recursos hídricos	200.000	76.196	100%	76.196
Comunicação social e difusão de informações relacionadas à gestão dos recursos hídricos	225.023	85.730	100%	85.730
TOTAL	21.306.824	8.117.520	-	3.362.176

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

Para a bacia do Médio Paranapanema (UGRHI 17), foi observado o plano de 2016 a 2027, no qual são listados valores estimados para o atendimento de metas - algumas delas sem indicação de orçamento. Seguindo a mesma mecânica que para os demais,

apresenta-se na tabela abaixo os resultados, sendo que a atualização monetária (desde 2017) foi realizada pelo INCC e a anualização por onze anos, período para o qual o orçamento original é apresentado.

Tabela 20: Demandas financeiras da bacia Médio Paranapanema (R\$).

Metas	Valores Totais Originais (2017)	Valores Anualizados Corrigidos (2024)	Alocação de Resp. ao IAT	Valores finais atuais e anualizados
Estudos para o aprimoramento do conhecimento dos recursos hídricos	2.140.000	307.254	100%	307.254
Planos de controle de erosão urbana	3.338.226	479.291	20%	95.858
Ampliar rede de monitoramento quali-quantitativa	2.425.630	348.264	100%	348.264
Estudos para aumentar o conhecimento sobre quantidade e qualidade dos recursos hídricos subterrâneos	1.112.440	159.720	100%	159.720
Revisar o Programa de Investimento	355.240	51.004	100%	51.004
Atingir meta de eficiência mínima de 80% das ETEs nos municípios e implantar soluções de saneamento rural	8.654.231	1.242.545	20%	248.509
Financiar projetos de controle de erosão rural	15.205.421	2.183.142	20%	436.628
Melhorar o índice de cobertura vegetal priorizando áreas de manancial	1.912.440	274.582	20%	54.916
Atingir o índice de perda máxima de 25% em todos os municípios	6.758.341	970.339	20%	194.068
Melhorar a educação ambiental	1.396.521	200.508	100%	200.508
Capacitar 50 técnicos das Prefeituras Municipais em projetos voltados a conservação e recuperação dos recursos hídricos	421.004	60.446	100%	60.446
Criar sistema de divulgação e de acompanhamento de projetos em desenvolvimento	2.123.028	304.817	100%	304.817
TOTAL	45.842.522	6.581.913	-	2.461.993

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

Por fim, para a bacia do Pontal do Paranapanema (UGRHI 22), foi verificado o plano de ação e programa de investimento para o período de 2020 a 2023, no qual são listados valores estimados para o atendimento de cinco ações. Segundo a mesma mecânica que para os demais, apresenta-se na tabela abaixo os resultados, sendo que a correção monetária se deu desde o ano de publicação do plano (2020), pelo INCC, enquanto a anualização se deu pelo período de quatro anos para o qual o orçamento original foi apresentado.

Tabela 21: Demandas financeiras da bacia Pontal do Paranapanema (R\$).

Ações	Valores Totais Originais (2020)	Valores Anualizados Corrigidos (2024)	Alocação de Resp. ao IAT	Valores finais atuais e anualizados
Base Técnica em Recursos Hídricos	3.584.001	1.268.248	100%	1.268.248
Gerenciamento dos Recursos Hídricos	820.000	290.168	100%	290.168
Capacitação e Comunicação Social	1.424.996	504.254	50%	252.127
Melhoria e Recuperação da Qualidade das Águas	87.732.170	31.045.228	0%	0
Proteção dos corpos d'água	2.723.170	963.631	20%	192.726
Gestão da Demanda da Água	30.965.170	10.957.449	10%	1.095.745
Total	127.249.508	45.028.978	-	3.099.014

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

Desvendadas as demandas financeiras anualizadas para todas as bacias afluentes, pode-se somá-las para compor a demanda total dos afluentes: R\$ 21.962.146, sendo R\$ 13.038.963 para a vertente paranaense e R\$ 8.923.184 para a paulista. A maior demanda financeira para a vertente paranaense é testemunha da diferença no grau de maturidade na gestão de recursos hídricos, que se desdobra em maiores requerimentos estruturantes, de aquisição de informações, sistematizações de dados e outras ações que, em próximos ciclos de gestão, tendem a ser reduzidas.

A tabela abaixo apresenta a síntese das demandas anualizadas para os seis afluentes estaduais da Bacia do Rio Paranapanema.

Tabela 22: Demandas financeiras consolidadas dos afluentes (R\$ anualizado).

Vertente	Afluente	Valores Anualizados
Paranaense	Norte Pioneiro	4.367.833
	Piraponema	4.324.809
	Tibagi	4.346.321
Paulista	Alto Paranapanema	3.362.176
	Médio Paranapanema	2.461.993
	Pontal do Paranapanema	3.099.014
TOTAL		21.962.146

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

3.4.3. Comparação orçamentária

De maneira complementar, embora se reconheça que cada Bacia Hidrográfica possua seus desafios e suas prioridades de investimento, apresenta-se como forma de comparar e embasar futuras definições, as prioridades de investimentos por categoria em outras bacias hidrográficas: Grande (Tabela 23), São Francisco (Tabela 24), PCJ (Tabela 25) e Paraíba do Sul (Tabela 26).

Tabela 23: Orçamentos previstos para os programas do PIRH-Grande (2017).

Programa	R\$ Milhões	%
Gestão da demanda e da oferta quantitativa de recursos hídricos	119,3	43,20%
Implementação do enquadramento/reenquadramento dos corpos d'água da bacia	54,9	19,88%
Atualização dos Planos de Recursos Hídricos	35,5	12,83%
Fortalecimento da outorga - critérios técnicos	14,9	5,39%
Fortalecimento da fiscalização dos usos de recursos hídricos	13,4	4,86%
Implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia do Rio Grande	7,3	2,63%
Regularização dos usos dos recursos hídricos na bacia do Rio Grande	6,3	2,30%
Adequação da rede de monitoramento quanti-qualitativo dos recursos hídricos	5,9	2,14%
Controle das Cargas Poluidoras	4,3	1,56%
Conservação Hidroambiental	3,5	1,25%
Acompanhamento da implementação do PIRH-Grande	2,3	0,82%
Educação para Conservação e Gestão dos Recursos Hídricos	2,2	0,81%

Programa	R\$ Milhões	%
Fortalecimento da outorga - procedimentos administrativos	2,0	0,72%
Implantação da Agência de Bacia	1,6	0,58%
Gestão do Banco de Dados da Bacia do Rio Grande SNIRH	1,0	0,37%
Implementação de processos de alocação de água na bacia	0,9	0,33%
Fortalecimento dos Comitês de Bacia	0,9	0,33%

Fonte: Adaptado do PIRH-Grande (ANA, 2017) pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 24: Orçamentos previstos para o PAP 2021-2025 do CBH no São Francisco.

Categoria	R\$ Milhões	%
Recuperação da qualidade da água	67,89	24,4%
Proteção e conservação dos recursos hídricos	58,22	21,0%
Gestão da demanda	47,64	17,1%
Comunicação, mobilização social, educação e capacitação técnica	23,21	8,4%
Fiscalização dos usos de recursos hídricos	15,03	5,4%
Manutenção e custeio administrativo da entidade delegatária	14,51	5,2%
Ações finalísticas do comitê de bacia hidrográfica	12,31	4,4%
Segurança hídrica e eventos críticos	12,22	4,4%
Enquadramento dos corpos d'água em classes	9,85	3,5%
Outorgas dos direitos de uso de recursos hídricos	6,90	2,5%
Normas e ações relacionados aos sistemas e políticas de gestão	3,10	1,1%
Monitoramento Hidrometeorológico	2,95	1,1%
Sistema de informações sobre recursos hídricos	1,82	0,7%
Gestão dos recursos hídricos subterrâneos	0,80	0,3%
Manutenção do comitê de bacia hidrográfica	0,78	0,3%
Planos de Recursos Hídricos (PRH)	0,54	0,2%

Fonte: Adaptado do PAP 2021-2025 CBH-São Francisco (2021) pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 25: Orçamentos previstos para o PAP 2020-2023 dos Comitês PCJ.

Categoria	R\$ Milhões	%
Sistema de Esgotamento Sanitário	794,71	82,77%
Apoio ao planejamento	46,56	4,85%
Controle de perdas	31,26	3,26%
Gestão integrada	26,64	2,77%
Monitoramento	16,92	1,76%
Proteção de mananciais	14,88	1,55%
Cobertura vegetal	8,30	0,86%

Categoria	R\$ Milhões	%
Bases e Sistemas de Informação	5,61	0,58%
Comunicação	5,15	0,54%
Cobrança	3,75	0,39%
Cobertura vegetal	2,16	0,22%
Capacitação técnica	1,94	0,20%
Disponibilidade	1,70	0,18%
Enquadramento e Legislação	0,62	0,06%

Fonte: Adaptado de Comitês PCJ (2021) pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Tabela 26: Orçamentos previstos para o Plano de Aplicação Plurianual (PAP) 2017-2020 da AGEVAP/CEIVAP.

Categoria	R\$ Milhões	%
Coleta e tratamento de esgotos domésticos (inclui a elaboração de PMSB)	62,00	26,26%
Coleta e disposição de resíduos sólidos urbano	33,48	14,18%
Recuperação e Proteção de Áreas de Preservação Permanente	26,92	11,40%
Custeio	14,18	6,00%
Estudos e/ou obras para segurança hídrica na bacia	13,90	5,89%
Ações Prioritárias para Cumprimento do Contrato de Gestão - Projeto Agência - Planejamento Estratégico	10,39	4,40%
Monitoramento Hidrológico e Sistemas de Previsão e Alerta de Cheias	9,00	3,81%
Projeto para remoção, transporte e destinação final de Macrófitas	8,00	3,39%
Finalização da Revisão do Plano de Bacia do Paraíba do Sul	7,45	3,16%
Programas de Educação Ambiental	7,16	3,03%
Curso de Capacitação Técnica	6,00	2,54%
Supporte ao Gerenciamento de Contratos	6,00	2,54%
Planos Diretores de Drenagem Urbana	5,00	2,12%
Melhoria do sistema de abastecimento de água	5,00	2,12%
Plano de Comunicação social e Tratamento da Informação Qualificada	4,87	2,06%
Geração de Mapas Cartográficos e Temáticos	4,29	1,82%
Elaboração de Termo de Referência para contratação do Plano de Gerenciamento de Riscos	3,00	1,27%
Recurso para acompanhamento da CAIXA	2,56	1,08%
Programa de Mobilização Participativa	1,50	0,64%
Propor ao Comitê os valores a serem cobrados (CEIVAP)	1,50	0,64%

Categoria	R\$ Milhões	%
Elaboração de projeto para remediação de lixões municípios fluminenses	1,00	0,42%
Implantação da ISO 9.001 na Agência	1,00	0,42%
Estudo de Avaliação Ambiental Integrada - AAI das bacias dos rios Muriaé, Pomba, Piabuha e Paraibuna, afluentes do rio Paraíba do Sul	0,84	0,36%
Subsídio ao Disciplinamento da Atividade Mineral	0,66	0,28%
Instalações da sede do CEIVAP/AGEVAP	0,40	0,17%

Fonte: Adaptado do PAP 2017-2020 AGEVAP (2020) pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

O objetivo da comparação não é no sentido quantitativo, mas sim no perfil das ações e na proporção de seus custos em relação ao total. A comparação entre os orçamentos das bacias hidrográficas do Paranapanema, Grande, São Francisco, PCJ e Paraíba do Sul revela algumas semelhanças na alocação de recursos e nas prioridades programáticas.

Primeiramente, torna-se claro que a gestão da demanda hídrica é uma prioridade que perpassa todas as bacias. A elaboração de planos municipais de saneamento básico também é transversal. As bacias, ademais, destinam uma parte significativa do orçamento para ações relacionadas ao saneamento básico. No Paranapanema, 73% dos recursos do Componente 2 (agenda setorial) são alocados para esgotamento sanitário, 17% para abastecimento de água e 3% para resíduos sólidos, totalizando mais de 90% do total. Já na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 83% são destinados à implantação de sistemas de esgotamento sanitário. Na bacia do rio Paraíba do Sul, a AGEVAP/CEIVAP também prioriza o saneamento, com 26% para coleta e tratamento de esgotos domésticos e 14% para coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos.

A conservação ambiental também recebe atenção, com recursos destinados para a recuperação e proteção de áreas de preservação permanente, conservação hidroambiental e cobertura vegetal. No Paranapanema, 2% são destinados às ações de restauração, recuperação e proteção de APPs, reservas legais e UCs, e 1% para

pagamento por serviços ambientais (PSA). Na bacia do rio São Francisco, 21% são alocados para proteção e conservação dos recursos hídricos; enquanto na bacia do rio Paraíba do Sul, 11% são alocados para recuperação e proteção de APPs.

Programas de educação ambiental, comunicação e capacitação técnica também estão presentes na maioria dos orçamentos. Na do São Francisco, 8% são destinados a essas ações, enquanto na do Paraíba do Sul, 3% são alocados para programas de educação ambiental e 2,5% para cursos de capacitação técnica.

Cada bacia apresenta uma distribuição diferente dos recursos entre os programas e ações, de acordo com suas necessidades e desafios específicos, e os valores totais dos orçamentos refletem as diferenças na escala e complexidade dos desafios enfrentados em cada região. Enquanto se notam programas e ações específicas, como o projeto para remoção de macrófitas no Paraíba do Sul, a comparação entre os orçamentos das bacias hidrográficas revela a priorização de ações relacionadas ao saneamento básico e conservação ambiental, com percentuais significativos destinados a essas áreas.

4. OS USOS OUTORGADOS DA ÁGUA NA BACIA

Conforme prevê a Lei Federal nº 9.433/1997, a cobrança perpassa os usuários sujeitos à outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Desta forma, e no intuito de embasar o estabelecimento dos preços unitários da cobrança garantindo o equilíbrio, a equanimidade e respeito às capacidades de pagamento, o presente capítulo sistematiza informações sobre os usos outorgados na bacia.

Embora o presente estudo objetive subsidiar a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos superficiais nos rios de domínio da União, sabe-se que os valores de cobrança devem refletir o valor econômico da água específico nas respectivas bacias, tal como objetiva o instrumento. Dessa forma, visando obter o embasamento técnico necessário para o estabelecimento dos preços de cobrança, utilizam-se das informações acerca de todos os usuários da bacia hidrográfica como subsídio.

Ademais, o estudo intenta prestar suporte técnico para o estabelecimento da cobrança na vertente paranaense da bacia, que ainda não está estabelecida. Caso seja de interesse por parte dos órgãos estaduais paulistas, o estudo pode também ser utilizado como suporte técnico em uma eventual revisão da cobrança existente naquela vertente.

4.1. Identificação dos usos dos recursos hídricos

Para conhecer os usos das águas e seu perfil, foi realizada análise e sistematização dos dados de outorga obtidos pela base da ANA e do Cadastro Nacional de Recursos Hídricos (CNARH). Observaram-se usuários, finalidades, volumes e padrões de uso atuais e em recortes pretéritos, de forma a subsidiar uma visão completa da situação da base de usuários pagadores e sua possível ampliação ou redução.

O primeiro procedimento compreendeu a análise dos dados do cadastro de outorga extraídos em 22 de março de 2024 e posteriormente atualizados em 27 de

agosto de 2024. As informações foram revisadas pelos órgãos gestores estaduais - Instituto Água e Terra (IAT) do Estado do Paraná e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) do Estado de São Paulo. Devido à baixa integração demonstrada pelo novo sistema de gerenciamento das outorgas no Estado do Paraná (Sistema de Informações para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos - SIGARH) com o sistema Federal que alimenta o CNARH, optou-se por priorizar os registros oriundos da base estadual⁶. Mesmo com a base de dados mais recente do Estado do Paraná, notou-se que constavam apenas quatro interferências de abastecimento público (captação por companhias de saneamento). Desta forma, utilizou-se da base do CNARH para as interferências dessa tipologia.

Uma sequência de filtros às bases de outorgas foi então aplicada, de forma a compor o universo de partida - ou seja, a identificação dos registros que estão ou passarão a estar sujeitos à cobrança pelo uso dos recursos hídricos e que, consequentemente, embasarão as modelagens subsequentes.

Iniciando-se com a base do CNARH, nesta constam 35.617 registros, sendo 22.180 deles advindos do IAT e, em um primeiro momento, desconsiderados. Sob a base de 13.432 registros contando os órgãos emissores ANA e DAEE, aplicou-se um primeiro filtro que exclui as outorgas cujo prazo de término de vigência era anterior a 2022 (linha de corte escolhida de forma a capturar interferências mais recentes que podem estar em processo de renovação). Uma exceção foi dada para as interferências de saneamento municipal (abastecimento público e esgotamento sanitário), para as quais considerou-se um ano de corte de 2012, pois são serviços contínuos que podem estar em operação, embora irregulares quanto a outorga (Passo 1).

⁶ Utilizou-se a base de interferências disponibilizada pelo IAT em seu portal web, selecionando-se as outorgas de "Lançamento Efluentes" e de "Captação", com data de atualização de 12/08/2024 Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Consultar-outorgas>. Acesso em 27/08/2024. Os dados disponibilizados em formato shapefile foram selecionados a partir do recorte da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema.

Sequencialmente, foram selecionados os registros cuja situação indica "outorgado", passando-se a desconsiderar as seguintes outras situações que não são passíveis de cobrança: "autorizado", "indeferido", "não outorgável", "inválido", "uso insignificante" e "outra" (Passo 2). Já no terceiro passo, selecionaram-se as interferências às quais é concedido o "direito de uso" e a outorga "preventiva" (uma vez que, *ceteris paribus*, esta se tornará um direito de uso em momento futuro), excluindo-se assim os registros de "cancelamento", "anulação", "suspensão", "cadastro", "licença ou autorização para perfuração de poços" e "outras" (Passo 3).

No quarto passo, foram considerados apenas os tipos de interferência "captação" e "lançamento", pois a cobrança pelo direito de uso se dá por volume captado e por carga lançada (Passo 4).

Tabela 27: Filtros realizados na base de outorgas do CNARH (excluindo-se nesse momento as interferências do IAT).

Passo	Informação	Seleção	Registros
-	Todas	-	13.432
1	Término do Prazo de Outorga	Maior que 2022 (à exceção dos serviços de saneamento municipal)	9.744
2	Situação da Outorga	Outorgado	7.194
3	Tipo da Concessão	Direito de Uso e Preventiva	6.561
4	Tipo de Interferência	CaptAÇÃO e LançAMENTO	5.634
5	Subtipo de Interferência	Superficial	3.828

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

Um último filtro, então, selecionou apenas as interferências do subtipo "superficial", culminando em 3.828 registros (Passo 5)⁷. Ao se observar as interferências resultantes (principalmente para as finalidades de uso de abastecimento humano e esgotamento sanitário), verificou-se que sete delas apresentavam duplicidade, e forma assim excluídas.

⁷ Nota-se que os filtros poderiam ter sido aplicados com base em outra ordem qualquer, iniciando-se com a desconsideração das interferências subterrâneas, por exemplo.

Uma vez foi identificada, na base de interferências paranaense, a ausência de registros de abastecimento humano, adicionaram-se estas a partir da base do CNARH. Para tanto, foi realizado o mesmo procedimento de filtros, mas focado exclusivamente nas interferências emitidas pelo IAT para a finalidade de abastecimento humano que constam da extração do CNARH (138 interferências). Destas, retiraram-se entradas duplicadas e duas outras que já constavam da base do IAT, restando assim 97 interferências que foram adicionadas à base do CNARH, que passa a ter 3.918 entradas.

Tabela 28: Modificações iniciais à base de outorgas do CNARH.

Passo	Informação	Seleção	Registros
-	Interferências selecionadas anteriormente		3.828
1	Limpeza de registros duplicados	Exclusiva para os registros de Abastecimento Humano e Esgotamento Sanitário	3.821
2	Adição de registros de Abastecimento Humano do IAT, devidamente limpos de duplicados	Exclusiva para os registros de Abastecimento Humano do IAT que não constam da base estadual	3.918

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

Resta avaliar as interferências de partida para o estado do Paraná, que conta com um total de 10.785 registros. Os registros paranaenses não detalham datas de término do direito de uso, pois apresentam apenas os registros ativos no SIGARH. Dessa forma, o primeiro filtro é realizado para o tipo da concessão, selecionando-se os de "direito de uso" e a outorga "preventiva" (Passo 1). No segundo passo, foram considerados apenas os tipos de interferência "captação" e "lançamento" (Passo 2); e no último, selecionou-se apenas as interferências do subtipo "superficial", culminando em 663 registros (Passo 3).

Tabela 29: Filtros realizados na base de outorgas do IAT.

Passo	Informação	Seleção	Registros
-	Todas	-	10.785
1	Tipo da Concessão	Direito de Uso e Preventiva	2.310
2	Tipo de Interferência	Captação e Lançamento	1.983

Passo	Informação	Seleção	Registros
3	Subtipo de Interferência	Superficial	663

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

Agregando-se as duas bases de informações de interferências, portanto, tem-se uma quantidade de 4.581 (3.918 com informações oriundas da base CNARH e 663 da base IAT) interferências de interesse do instrumento "cobrança" na bacia hidrográfica do rio Paranapanema. Nota-se que a base estadual paranaense não é idêntica em termos de campos de informações à base federal. Dessa forma, para a composição da base de partida unificada, alguns campos de interesse foram compatibilizados para a aplicação da sequência de leituras da base única de partida.

Com a delimitação do universo de partida, realizam-se diversas estratificações pertinentes à continuidade do estudo. A primeira delas segregava as 4.581 interferências em captação de água (3.795 registros, ou 83%) e lançamento de efluentes (786 registros, 17%). Observando-se a dominialidade das interferências, nota-se que 517 (11%) são de responsabilidade da união, com outorgas emitidas pelas ANA. A maior parte dos registros na bacia está sob a dominialidade paulista, que congrega 3.304 (74%) delas, emitidas pelo DAEE. Já sob dominialidade paranaense, constam 760 (17%) interferências, emitidas pelo IAT.

Deste universo, São Paulo também apresenta a maior quantidade de registros de captação com 2.722 (72%), seguido pelo Paraná com 596 (16%) e a União com 477 (13%). Em termos de lançamento, São Paulo também lidera com 582 registros (74%), seguido por Paraná com 164 (21%) e União com 40 (5%).

Uma importante estratificação das interferências é quanto à finalidade de uso, pois essa implica em diferentes usos econômicos dos recursos hídricos. Segregou-se, então, o universo de partida em nove tipologias de uso, sendo que no campo "outras" estão interferências correlatas ao combate de incêndio, paisagismo, umectação de vias (controle de emissão de partículas) e obras hidráulicas, dentre outros usos assim classificados e não especificados. As demais oito tipologias de uso são: saneamento

(abastecimento público e esgotamento sanitário), consumo humano, criação animal, aquicultura, irrigação, indústria, mineração e geração de energia termoelétrica.

4.1.1. Análise dos registros de captação

Ao focar apenas nas interferências de captação, observa-se que a finalidade com maior número de registros é a irrigação, com 2.111 registros em São Paulo, 239 no Paraná e 434 nos rios da União, totalizando 2.784 (73% do total de interferências de captação). O saneamento é a segunda tipologia com a maior quantidade de registros (224 no total, ou 6%), sendo que na vertente paulista são 116, na paranaense 101 e apenas 7 em rios de dominialidade da União.

Tabela 30: Estratificação das interferências de captação do universo de partida.

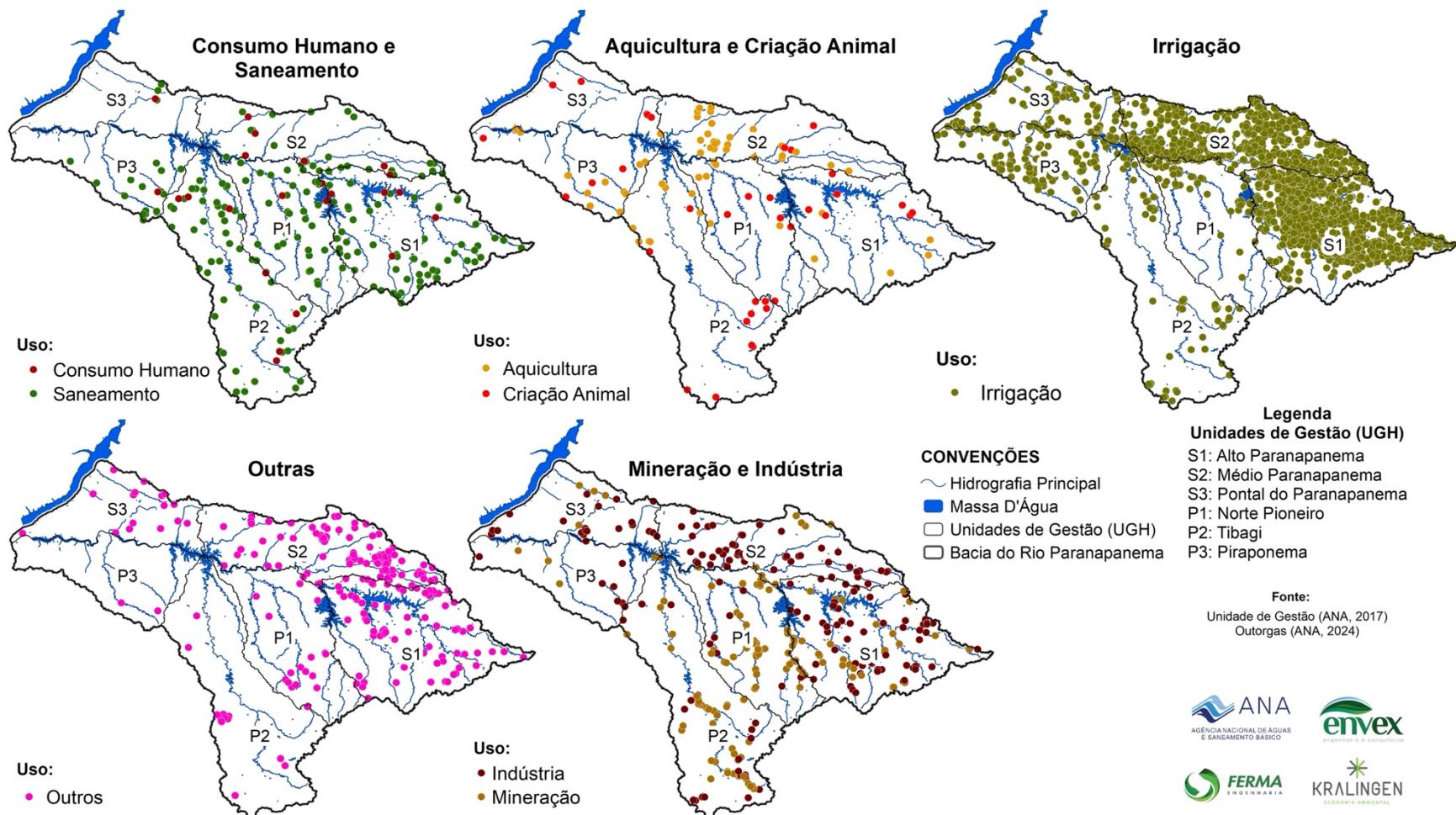
Finalidade de Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	7	116	101	224
Consumo Humano	4	10	12	26
Criação Animal	0	16	21	37
Aquicultura	2	39	28	69
Irrigação	434	2.111	239	2.784
Indústria	2	146	41	189
Mineração	27	54	119	200
Termoelétrica	0	1	0	1
Outros	1	229	35	265
Total	477	2.722	596	3.795

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

A indústria também apresenta um número significativo de captações, com 146 em São Paulo, 41 no Paraná e 2 na União, somando 189 registros (5%). A quarta finalidade de uso com a maior quantidade de interferências é a mineração, com 54 registros em São Paulo, 119 no Paraná e 27 na União, totalizando 200 registros (5%). Observam-se ainda 265 (7%) outorgas classificadas como "outros" (sendo 229 delas em São Paulo e 35 no Paraná).

Uma das interferências emitidas pelo DAEE tem como tipologia a captação, porém traz como finalidade de uso o esgotamento sanitário. Por se supor que a classificação da tipologia desta interferência específica está equivocada, tratando-se de uma interferência de lançamento, realizou-se esta reclassificação. Esse ajuste está refletido tanto na tabela acima (captação), como na tabela mais abaixo, que apresenta a estratificação das interferências de lançamento na Bacia do Rio Paranapanema de acordo com as finalidades de uso e a dominialidade.

A figura abaixo apresenta a espacialização das interferências de captação por finalidade de uso, conforme os registros originais do cadastro de outorgas.

**Figura 8: Espacialização das interferências de captação.**

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

A mesma estratificação por tipologia de uso pode ser realizada para os volumes captados, conforme se observa pelas tabelas sequencialmente descritas. A partir das informações contantes da base de outorgas acerca da vazão por hora que é requerida a cada mês ($m^3/hora$), multiplicou-se a quantidade de horas e de dias de operação a cada mês, somando-se na sequência os resultados de cada um dos doze meses, obtendo-se então os volumes anuais.

Destaca-se que esse procedimento de cálculo volumétrico produziu resultados diferentes dos constantes na coluna já sintética da base de outorgas que traz a quantidade total do volume anual calculado para a interferência (em m^3). Essa diferença foi verificada para mais de uma dezena de intervenções da vertente paulista, e possivelmente decorre de diferenças de formatação quando da integração de informações estaduais na base única do CNARH, que resultam em registros não-numéricos.

Ressalta-se, ainda, que do total de 3.795 registros de captação, 170 (4%) não apresentam volumes correspondentes, o que reduz a leitura do volume total. Para estas interferências, não constam informações acerca de volume total, vazão por hora, horas ou dias mensais de operação, impossibilitando a eventual estimativa e complementação desses dados.

A estratificação a partir do volume de captação revela um total outorgado de 3.660,18 milhões de m^3/ano (equivalente a uma vazão de 198,97 m^3/s). A maior parte desse volume é outorgado pelo estado de São Paulo, com 2.561,21 milhões m^3/ano (70%), seguido pelo Paraná com 653,34 milhões m^3/ano (18%) e pela União com 445,63 milhões m^3/ano (12%).

A irrigação é a finalidade de uso com os maiores volumes outorgados, sendo que nas vertentes paulistas, somam 1.942,26 milhões m^3/ano , contra 382,17 milhões m^3/ano em rios federais e 185,44 milhões m^3/ano na vertente paranaense. Na soma da Bacia do Rio Paranapanema, a finalidade de uso de irrigação tem outorgada 2.509,87

milhões m³/ano, o que representa 69% do total e uma vazão equivalente de 136,44 m³/s.

Tabela 31: Volumes outorgados de captação do universo de partida (mil m³/ano).

Finalidade De Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	10.502	190.410	288.720	489.632
Consumo Humano	1.256	517	5.805	7.578
Criação Animal	0	2.223	2.297	4.520
Aquicultura	37.956	15.307	5.943	59.206
Irrigação	382.171	1.942.261	185.437	2.509.870
Indústria	7.564	115.804	151.932	275.300
Mineração	6.177	75.516	457	82.150
Termoelétrica	0	116.532	0	116.532
Outros	0	102.642	12.749	115.391
Total	445.626	2.561.211	653.340	3.660.178

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

A finalidade de uso de abastecimento público é a segunda maior em volume captado, com 489,63 milhões m³/ano (13% do total, o que corresponde a uma vazão de 26,62 m³/s). Para esta finalidade de uso, observa-se que a maior parte do volume ocorre na vertente paranaense, com 288,72 milhões m³/ano, seguido pela vertente paulista com 190,41 milhões m³/ano, e por último a União com 10,50 milhões m³/ano.

A indústria também apresenta um volume significativo de captação, com 151,93 milhões m³/ano no Paraná, 115,80 milhões m³/ano em São Paulo e 7,56 milhões m³/ano na União, totalizando 275,30 milhões m³/ano (8% do total, volume este que equivale a uma vazão de 14,97 m³/s).

A categoria "outras" também é significativa, com São Paulo outorgando 102,64 milhões m³/ano de um total de 115,39 milhões m³/ano de interferências não discriminadas (3% do total, ou ainda uma vazão de 6,27 m³/s). A quantidade de vazão classificada como "outra" é tamanha que requer, para fins deste estudo de cobrança, uma avaliação pormenorizada e uma reclassificação para finalidades produtivas, ao

menos das interferências de volumes mais significativos (conforme apresentado no item 4.2).

A tabela abaixo apresenta o índice de volume outorgado de captação por interferência, ou seja, a captação média de cada um dos registros. No geral, observa-se que a média na Bacia do Rio Paranapanema é de 964,47 mil m³ por ano por registro de captação. Em uma métrica de vazão, essa outorga média resulta em 52,43 litros/segundo por interferência.

Tabela 32: Índice de volume outorgado de captação por interferência (m³/outorga).

Finalidade De Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	1.500.254	1.641.465	2.858.617	2.185.858
Consumo Humano	314.016	51.696	483.732	291.454
Criação Animal	-	138.909	109.385	122.152
Aquicultura	18.978.000	392.496	212.249	858.063
Irrigação	880.579	920.067	775.888	901.534
Indústria	3.781.980	793.175	3.705.667	1.456.613
Mineração	228.792	1.398.444	3.837	410.750
Termoelétrica	-	116.532.000	-	116.532.000
Outros	0	448.219	364.256	435.438
Total	934.227	940.930	1.096.209	964.474

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

Embora a média do volume outorgado de captação seja de 964,47 mil m³/ano por interferência, observa-se que a termoelétrica é a finalidade com o maior volume unitário, pois uma única interferência tem um expressivo valor outorgado. Das demais tipologias de uso, o saneamento (abastecimento de água) é a que tem o maior índice superando o da irrigação em 2,4 vezes. Também se observa que os processos industriais são bastante intensos, muito mais que os de criação animal, consumo humano e irrigação, por exemplo.

A figura abaixo apresenta a espacialização das interferências de captação por volume, pela qual se nota os locais de maior concentração de volume.

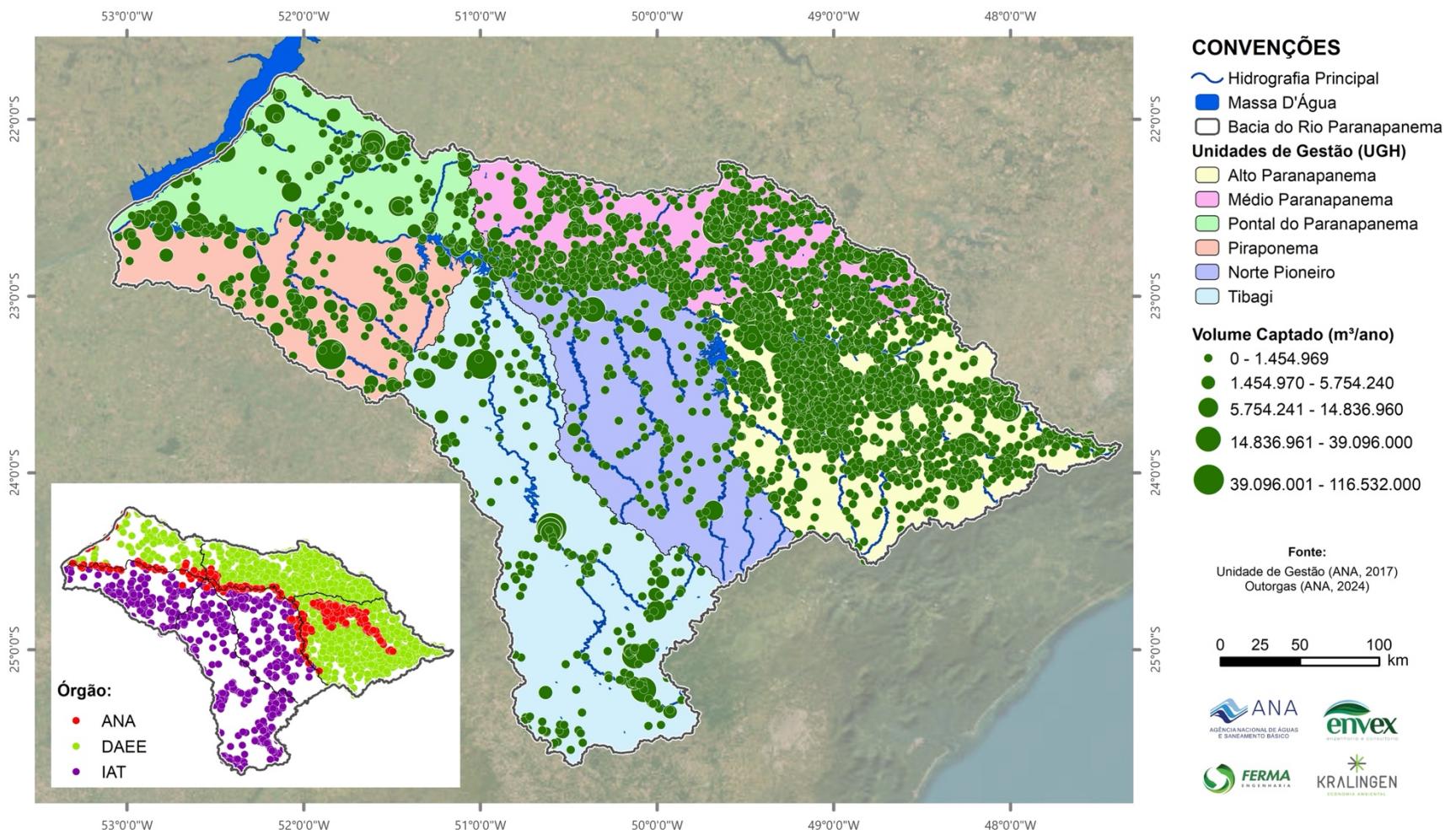


Figura 9: Espacialização dos volumes de captação.
Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

A tabela abaixo apresenta a quantidade de interferências e o volume das captações por unidade de gestão hídrica. Observa-se uma concentração das outorgas de captação nas UGHs Alto e Médio Paranapanema, que juntas respondem por 77,5% das interferências e 71,5% do volume outorgado na bacia. As UGHs Pontal do Paranapanema, Piraponema e Norte Pioneiro apresentam participações menores, tanto em número de interferências quanto em volume. Juntas, essas três UGHs somam 15,5% das outorgas e 18,5% do volume. A UGH Tibagi, por sua vez, tem uma participação intermediária, com 7% das interferências e 10% do volume outorgado.

Tabela 33: Interferências e volume outorgado de captação por UGH.

Unidade de Gestão	Interferências		Volume	
	#	%	mil m³/a	%
Alto Paranapanema	1.961	51,7%	1.458.537	39,8%
Médio Paranapanema	979	25,8%	1.159.271	31,7%
Pontal do Paranapanema	187	4,9%	263.683	7,2%
Norte Pioneiro	205	5,4%	111.708	3,1%
Tibagi	267	7,0%	365.700	10,0%
Piraponema	196	5,2%	301.279	8,2%

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

Comparando a participação relativa de cada UGH no total de interferências e no volume outorgado, observa-se que a Alto Paranapanema tem maior participação no número de outorgas (51,7%) do que no volume (39,8%), indicando captações de menor porte na média. O Médio Paranapanema apresenta uma participação de 25,8% nas interferências e 31,7% no volume, sugerindo captações com médias de maior porte. A Norte Pioneiro tem participação de apenas 3,1% no volume, menor que sua fatia de 5,4% das outorgas, sinalizando diversas captações de pequeno porte.

Estas conclusões são reforçadas quando se observa a finalidade de uso preponderante em cada uma das unidades, conforme tabela abaixo.

Tabela 34: Interferências e volume outorgado de captação por finalidade de uso e UGH.

Finalidade de Uso		Alto Paranapanema	Médio Paranapanema	Pontal Do Paranapanema	Piraponema	Norte Pioneiro	Tibagi
Saneamento	#	81	38	4	17	34	50
	m ³ /a	89.914	100.788	10.210	72.466	18.927	197.327
Consumo Humano	#	5	6	1	2	4	8
	m ³ /a	1.052	135	256	263	486	5.387
Criação Animal	#	7	3	6	4	6	11
	m ³ /a	273	38	1.912	2.040	33	224
Aquicultura	#	5	34	1	14	7	8
	m ³ /a	998	20.422	1.771	34.014	638	1.363
Irrigação	#	1.652	714	124	143	69	82
	m ³ /a	1.262.893	817.962	158.052	170.211	47.098	53.654
Indústria	#	67	55	25	8	9	25
	m ³ /a	35.590	53.048	28.560	20.854	36.905	100.342
Mineração	#	50	9	9	6	59	67
	m ³ /a	16.373	7.032	55.038	1.352	2.179	176
Termoelétrica	#	0	1	0	0	0	0
	m ³ /a	0	116.532	0	0	0	0
Outros	#	94	119	17	2	17	16
	m ³ /a	51.444	43.312	7.885	80	5.442	7.227
Total	#	1.961	979	187	196	205	267
	m ³ /a	1.458.537	1.159.271	263.683	301.279	111.708	365.700

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

A irrigação, finalidade de maior demanda hídrica, é especialmente relevante nas UGHs Alto e Médio Paranapanema, onde representa 86,5% e 70,5% do volume outorgado, respectivamente. Já o abastecimento público, segundo uso mais expressivo, não apresenta UGH predominante, mas tem participação relevante em todas as UGHs, com destaque para Pirapó Nema (24%) e Tibagi (54%). O uso industrial tem sua maior relevância nas UGHs Tibagi (27,4%), Norte Pioneiro (33%) e Pontal do Paranapanema (10,8%).

A mineração - tanto de areia como a de outros materiais - tem participação significativa no Pontal do Paranapanema, representando respectivamente 20,9% e 16,4% do volume outorgado nessa UGH. Usos como aquicultura, consumo humano e criação animal têm participação minoritária na demanda total, embora possam ser relevantes localmente em algumas UGHs. Nota-se, ainda, que o volume classificado como "outros" é expressivo, principalmente no Médio Paranapanema, respondendo por 3,7% da demanda hídrica nessa UGH, e no Alto Paranapanema, com 3,5%.

4.1.2. Análise dos registros de lançamento

Ao todo, o universo de partida conta com 786 registros de lançamento. A finalidade de uso mais comum é a indústria, com 220 registros (28%), dos quais 117 estão em São Paulo, 97 no Paraná e 6 na União. A segunda mais comum é o saneamento (esgotamento sanitário), com 108 registros (14% do total de interferências de lançamento), sendo 62 no Paraná, 32 em São Paulo e 14 nos rios da União. Classificados como lançamentos da finalidade "consumo humano", observam-se 56 interferências (46 em São Paulo, 9 na União e 1 no Paraná), representando 7% do total. Além disso, São Paulo possui 38 registros de lançamento para aquicultura, enquanto a União possui 2, totalizando 40 registros (5%). Observa-se que a categoria "outros" apresenta 324 registros (41%), com 315 em São Paulo e 9 na União, destacando-se como a maior categoria de lançamentos.

Tabela 35: Estratificação das interferências de lançamento do universo de partida.

Finalidade de Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	14	32	62	108
Consumo Humano	9	46	1	56
Criação Animal	0	2	4	6
Aquicultura	2	38	0	40
Irrigação	0	1	0	1
Indústria	6	117	97	220
Mineração	0	31	0	31
Termoelétrica	0	0	0	0
Outros	9	315	0	324
Total	40	582	164	786

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

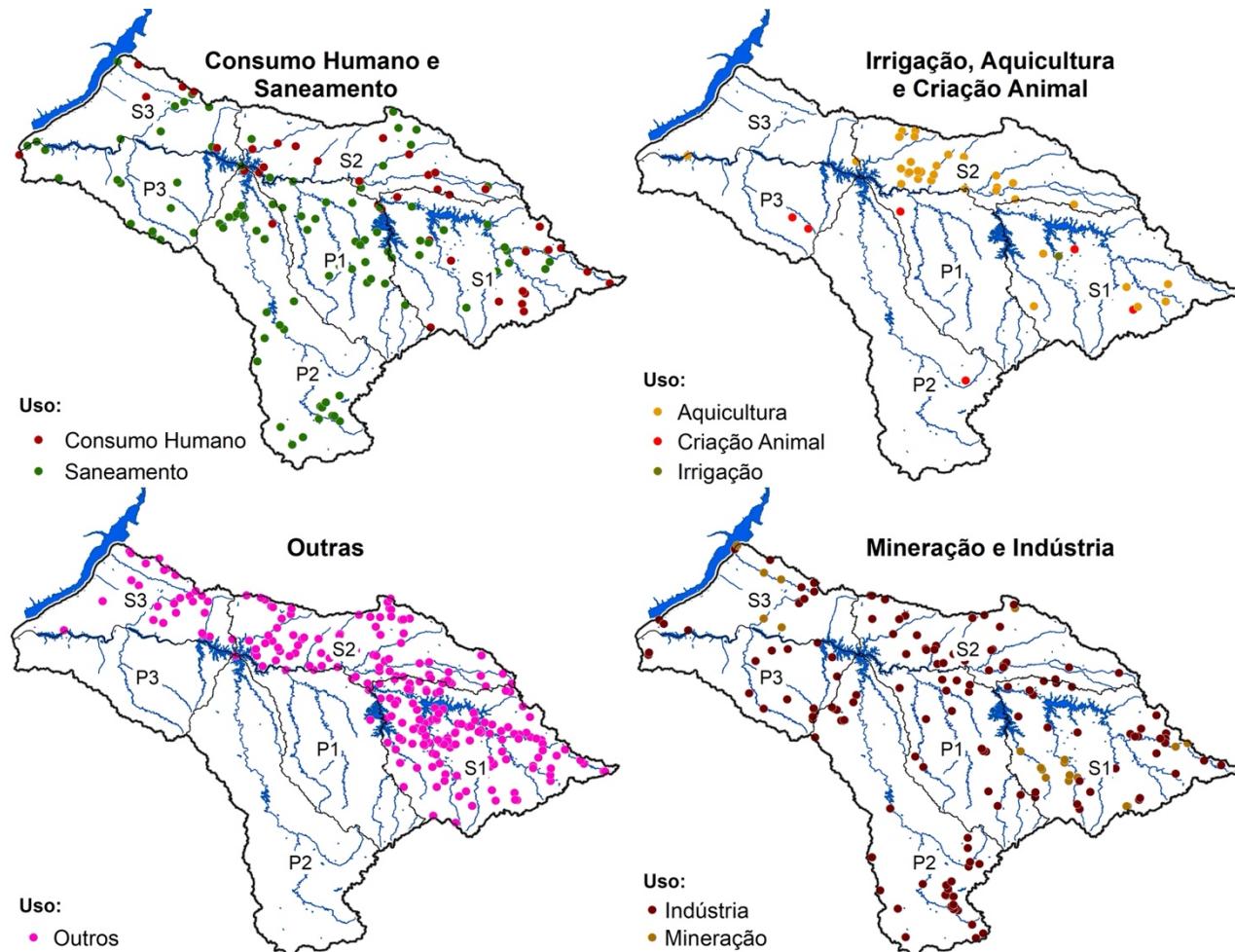
A União também outorga a atividade de aquicultura em tanque rede, mas o faz sob o tipo de interferência "ponto de referência" e não como lançamento (discute-se o tema no item 4.3).

A estratificação das finalidades de uso das interferências de lançamento também permite observar que as indefinidas, categorizadas como "outras", são muito expressivas. Ao se consultarem os nomes dos empreendimentos vinculados a estes registros, desvenda-se que sua grande maioria é referente a esgotamento sanitário (facilmente revelados pelo nome das companhias prestadoras de serviços de esgotamento sanitário - no mais das vezes sendo a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo) ou a consumo humano (identificados com nomes alusivos à loteamentos, condomínios residenciais ou mesmo pessoas físicas). Conforme detalha-se no item 4.2, a maior parte dessas interferências foi reclassificada com o auxílio dos órgãos estaduais de recursos hídricos.

Uma das interferências de lançamento na vertente paulista, ainda, é classificada como de finalidade de uso "transposição". Uma vez que o outorgado é uma pessoa física e que a localização da interferência não contempla transposições de bacia, pode-se supor que a interferência esteja erroneamente classificada como "transposição".

Dessa forma, foi reclassificada pelo consórcio como "consumo humano". Ainda, uma outra interferência de lançamento tem a tipologia de irrigação, embora seja identificada (pelo CPNJ) a atividade de criação animal. Realizou-se, então, estas duas reclassificações.

A figura abaixo apresenta a espacialização das interferências de lançamento, por finalidade de uso, conforme os registros originais do cadastro de outorgas (antes, portanto, da reclassificação que é apresentada no item 4.2).

**CONVENÇÕES**

- ~ Hidrografia Principal
- Massa D'Água
- Unidades de Gestão (UGH)
- Bacia do Rio Paranapanema

**Legenda
Unidades de Gestão (UGH)**

- S1: Alto Paranapanema
- S2: Médio Paranapanema
- S3: Pontal do Paranapanema
- P1: Norte Pioneiro
- P2: Tibagi
- P3: Pirapóema

Fonte:
Unidade de Gestão (ANA, 2017)
Outorgas (ANA, 2024)



Figura 10: Espacialização das interferências de lançamento.
Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Quanto ao volume lançado, perscrutado pelos mesmos procedimentos que os volumes captados, observa-se um total de 906,93 milhões m³/ano (equivalente a uma vazão de 49,30 m³/s). O volume de lançamento corresponde a 24,8% do total de volume outorgado na Bacia do Rio Paranapanema (75,2% sendo de captação). A maior parte do volume outorgado para lançamento é pelo estado de São Paulo, com 663,06 milhões m³/ano (73%), seguido pelo Paraná com 191,04 milhões m³/ano (21%) e pela União com 52,82 milhões m³/ano (6%).

Ao analisar a finalidade de usos, observa-se que a categoria "outras" é a que possui o maior volume, com 540,27 milhões m³/ano, equivalente a uma vazão de 29,37m³/s, praticamente toda no estado de São Paulo. As interferências classificadas como "outras" não conseguem ser associadas às atividades econômicas subjacentes e devem ser então reclassificadas, quando possível, para fins do embasamento da aplicação do instrumento de cobrança. Essa reclassificação é realizada e apresentada no item subsequente.

Tabela 36: Volumes outorgados de lançamento do universo de partida (mil m³/ano).

Finalidade de Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	9.308	30.026	53.387	92.721
Consumo Humano	905	12.614	57	13.576
Criação Animal	0	75	214	288
Aquicultura	34.164	16.594	0	50.758
Irrigação	0	45	0	45
Indústria	8.357	60.069	137.384	205.810
Mineração	0	3.459	0	3.459
Termoelétrica	0	0	0	0
Outros	87	540.181	0	540.269
Total	52.821	663.063	191.041	906.926

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

Desconsiderando-se o "outras", observa-se que a tipologia de uso industrial é a que apresenta o maior volume de outorgas de lançamento, somando 205,81 milhões

m³/ano (23% do total). As indústrias na vertente paranaense são responsáveis pela maior fração desse volume, seguindo pelas na vertente paulista.

O esgotamento sanitário é a segunda maior finalidade de uso outorgada pelo volume de lançamento, com um total de 92,72 milhões m³/ano (10%, equivalente a uma vazão de 5,04 m³/s), sendo a maior parte no Paraná com 53,39 milhões m³/ano, seguido por São Paulo com 30,03 milhões m³/ano e União com 9,31 milhões m³/ano.

Outras finalidades de uso, como aquicultura, consumo humano e mineração, apresentam volumes menores. Na média da Bacia do Rio Paranapanema, cada usuário outorgado a lançar efluentes o faz com um volume de 1.153,85 milhões m³/ano. Esse índice médio, no entanto, esconde as diferenças observadas na tabela abaixo.

Tabela 37: Índice de volume outorgado de lançamento por interferência (m³/outorga).

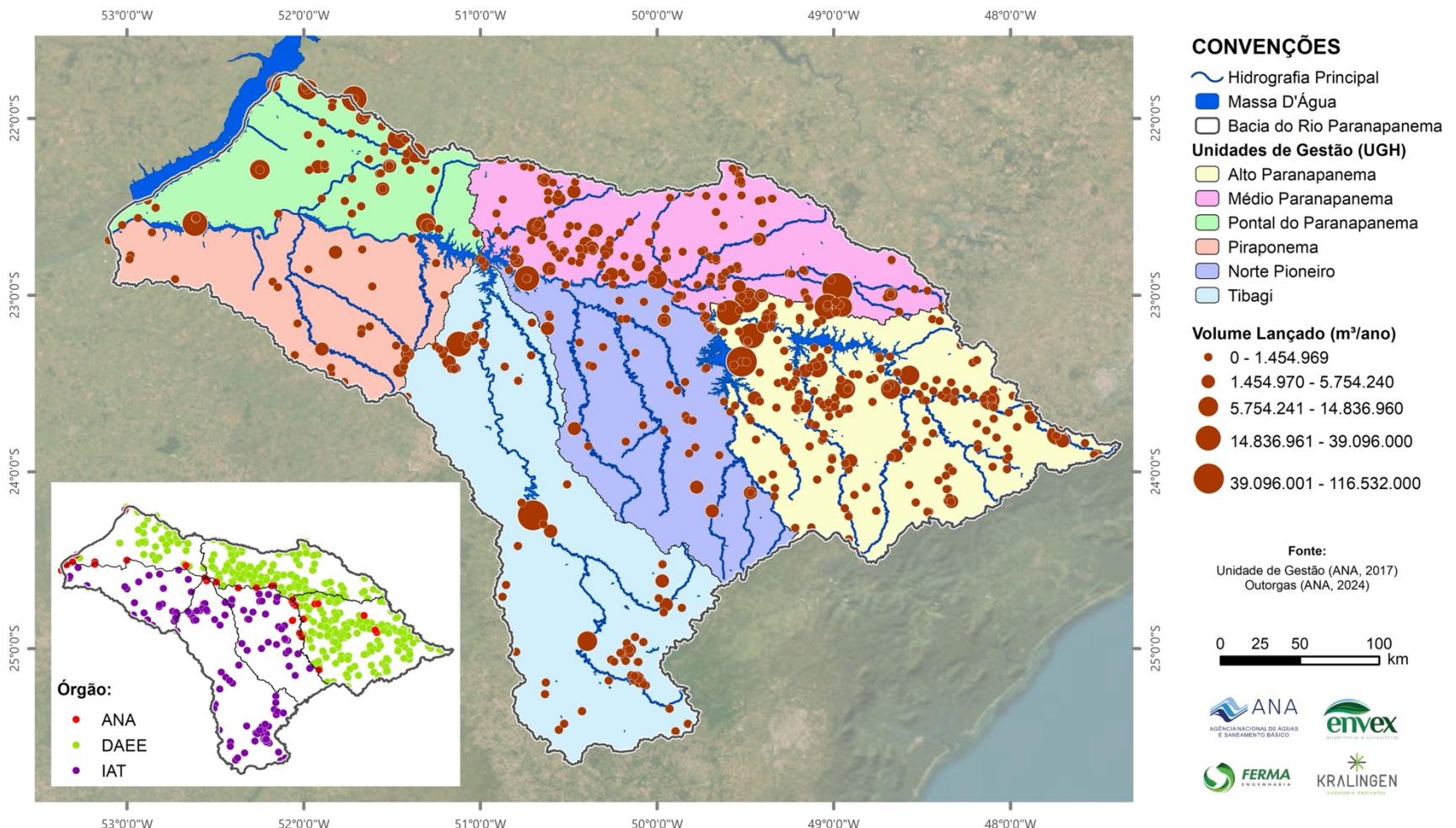
Finalidade De Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Saneamento	664.868	938.312	861.079	858.528
Consumo Humano	100.574	274.222	56.940	242.435
Criação Animal	-	37.293	53.381	48.018
Aquicultura	17.082.000	436.694	-	1.268.959
Irrigação	-	45.114	-	45.114
Indústria	1.392.801	513.412	1.416.329	935.500
Mineração	-	111.571	-	111.571
Termoelétrica	-	-	-	-
Outros	9.703	1.714.861	-	1.667.495
Total	1.320.536	1.139.284	1.164.886	1.153.850

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

De forma geral, a finalidade de uso de esgotamento sanitário, que na média lança 858,53 mil m³/outorga, é a que apresenta o maior índice de volume de lançamento, aproximadamente 1,9 vezes superior ao da indústria e 7,7 vezes maior que o lançamento médio da atividade de mineração. Comparando os estados, o Paraná apresenta os maiores volumes de lançamento para esgotamento sanitário, com 861,08 mil m³/outorga, e São Paulo concentra os lançamentos de efluentes industriais, com

513,41 mil m³/outorga, e de mineração de areia, com 111,57 mil m³/outorga. Além disso, a União apresenta um volume significativo de lançamento para esgotamento sanitário, com 664,87 mil m³/outorga. Já a categoria "outras" só é expressiva em São Paulo, com 1.714,86 mil m³/outorga.

A figura abaixo apresenta a espacialização das interferências de lançamento por volume, pela qual se nota os locais de maior concentração que são coincidentes com as maiores cidades da bacia.

**Figura 11: Espacialização dos volumes das interferências de lançamento.**

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

A tabela abaixo apresenta a quantidade de interferências e o volume dos lançamentos por unidade de gestão hídrica, pela qual se observa uma distribuição mais equilibrada dos lançamentos de efluentes entre as UGHs. A UGH Alto Paranapanema se destaca com 36% das interferências e 35,1% do volume total outorgado, seguida pela UGH Médio Paranapanema, com 29,4% das interferências e 28,4% do volume total. Isso indica a presença de uma grande quantidade de usuários com volumes de lançamento significativos nessas regiões.

Tabela 38: Interferências e volume outorgado de lançamento por UGH.

Unidade De Gestão	Interferências		Volume	
	#	%	Mil M ³ /A	%
Alto Paranapanema	283	36,0%	318.068	35,1%
Médio Paranapanema	231	29,4%	257.525	28,4%
Pontal do Paranapanema	89	11,3%	111.779	12,3%
Norte Pioneiro	55	7,0%	31.822	3,5%
Tibagi	92	11,7%	140.492	15,5%
Piraponema	36	4,6%	47.241	5,2%

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

As UGHs Pontal do Paranapanema, Piraponema e Norte Pioneiro têm participações menores tanto no número de interferências quanto no volume outorgado, indicando uma menor pressão de lançamentos de efluentes sobre os corpos hídricos dessas regiões. A UGH Tibagi, que anteriormente se destacava com 61% do volume total outorgado, agora representa apenas 15,5% do volume total, apesar de ter 11,7% das interferências. Isso sugere uma redistribuição dos volumes de lançamento entre as UGHs.

Tabela 39: Interferências e volume outorgado de lançamento por finalidade de uso e UGH.

Finalidade de Uso		Alto Paranapanema	Médio Paranapanema	Pontal Do Paranapanema	Piraponema	Norte Pioneiro	Tibagi
Saneamento	#	20	13	10	12	21	32
	m ³ /a	14.883	1.331	21.798	7.433	12.052	35.224
Consumo Humano	#	17	24	5	1	6	3
	m ³ /a	3.641	8.011	962	184	222	556
Criação Animal	#	2	0	0	2	1	1
	m ³ /a	75	0	0	191	0	22
Aquicultura	#	6	32	1	1	0	0
	m ³ /a	1.995	20.712	1.771	26.280	0	0
Irrigação	#	1	0	0	0	0	0
	m ³ /a	45	0	0	0	0	0
Indústria	#	51	48	24	20	21	56
	m ³ /a	42.686	10.561	15.179	13.153	19.541	104.689
Mineração	#	23	1	7	0	0	0
	m ³ /a	2.550	53	856	0	0	0
Termoelétrica	#	0	0	0	0	0	0
	m ³ /a	0	0	0	0	0	0
Outros	#	163	113	42	0	6	0
	m ³ /a	252.193	216.856	71.214	0	6	0
Total	#	283	231	89	36	55	92
	m ³ /a	318.068	257.525	111.779	47.241	31.822	140.492

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

A tabela revela que a indústria e o saneamento são as finalidades de uso mais intensivas nas diversas regiões. No Alto Paranapanema, o saneamento lidera em número de interferências, enquanto a indústria se destaca pelo volume significativo de efluentes. No Médio Paranapanema, a indústria predomina, seguida pelo saneamento, com a categoria "outros" bastante intensa. No Pontal do Paranapanema, a indústria é novamente a mais intensiva, com o saneamento também desempenhando um papel importante. A UGH Piraponema segue a tendência, com a indústria liderando, assim como no Norte Pioneiro, onde tanto a indústria quanto o saneamento têm presença marcante. Na UGH Tibagi, a indústria se destaca com o maior número de interferências e volume outorgado. A categoria "outros" é expressiva em várias UGHs, indicando uma variedade de usos não especificados que são, na sequência, pormenorizados.

4.2. Atividades econômicas das interferências

No item antecedente, os usuários foram identificados em suas localizações, quantidade de interferências e volumes de uso. Na sequência da sistematização das outorgas, que são a base dos usos dos recursos hídricos passíveis de cobrança, é aqui realizada a identificação das atividades econômicas das interferências. A associação entre os usos das águas e as atividades econômicas é a base para a modelagem econômica, que racionaliza a atribuição de valores, bem como para a categorização de usuários em grupos de uso que possam ter preços públicos equivalentes.

Nota-se que na base de dados do CNARH, não conta a informação que detalha ou permite identificar a atividade econômica das interferências. Isso requer a realização dessa classificação com base nas demais informações constantes do cadastro. Já na base de dados do IAT, utilizada para as interferências da vertente paranaense (como descrito no início do item anterior, 4.1), conta a discriminação da atividade econômica, classificada a partir da codificação utilizada pelo Cadastro Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE.

Para as interferências da base CNARH, portanto, o primeiro passo é esmiuçar as finalidades de uso das interferências, permitindo aproximar a outorga da atividade econômica subjacente. As interferências são, então, classificadas com base no CNAE, que é estruturado 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).

Eis que diversas das interferências na base de outorgas não contam com informações suficientes para realizar a classificação requerida acerca da atividade econômica. Estas lacunas advêm tanto da classificação indefinida da tipologia da outorga (finalidade "outras"), como de informações gerais acerca da atividade econômica, tal como a "irrigação", que pode ser de hortaliças com método de gotejamento, ou de soja por pivô central, por exemplo.

Algumas interferências são facilmente classificadas, como a de esgotamento sanitário (autodefinida). Outras vezes, informações como o nome ou empreendimento e/ou do requerente permitem reclassificar com precisão uma interferência do tipo "outros", a exemplo dos registros em nome de "Cia Paulista de Saneamento Básico".

Por vezes, no entanto, a reclassificação da finalidade indiscriminada de usos é mais difícil. Como exemplo, tem-se a outorga concedida à "Fábrica de Papel Sengés", interferência que pode abranger tanto o lançamento de efluentes oriundos de consumo humano dos colaboradores da referida fábrica (que a reclassificaria como "consumo humano"), quanto o lançamento de efluentes oriundos de processos industriais (que a reclassificaria como "indústria").

Para estes casos, foi adotado o seguinte procedimento, em ordem de priorização da confiabilidade e uso da informação: (i) solicitação de complementação de informações junto aos órgãos estaduais emissores das outorgas (IAT e DAEE), mediante contato estabelecido com o auxílio do CBH e para o qual ambos os órgãos prontamente se manifestaram, permitindo consolidar informações de centenas de

interferências; (ii) comunicação direta com o usuário para confirmação do tipo de uso (descritas na sequencia) e, por fim; (iii) adotou-se a reclassificação própria das interferências que o permitiram sob algum racional. Para casos similares aos tipificados pela outorga concedida à "Fábrica de Papel Sengés", por exemplo, adotou-se a finalidade de consumo humano, partindo-se da preponderância de lançamento de efluentes domésticos na categoria "outras" e supondo-se que processos industriais estejam corretamente classificados quanto à sua finalidade de uso.

Das interferências paranaenses complementadas diretamente pelo IAT, grande parte foi no detalhamento dos lançamentos de finalidade de uso "outros", conforme descreve-se no subtópico respectivo. Além disso, uma vez que fora identificada a baixa compatibilidade entre o SIGARH e o CNARH, e optou-se pelo uso da base de dados estadual, grande parte das informações que se faziam complementar assim o foram. Ressalta-se que a base de outorgas paranaense conta com o campo de informação "código CNAE", permitindo a fácil e precisa identificação da atividade econômica.

Quanto às interferências paulistas, solicitou-se complementação acerca das interferências de irrigação, especificando a cultura irrigada, área de produção e método de irrigação, o que foi realizado para 273 registros. Ademais, foram realizadas complementações no detalhamento de usos classificados como "outros", que conforme arquivo recebido pelo DAEE em 30 de agosto de 20024, cobriu 145 registros.

Adicionalmente, foram enviados 135 e-mails diretamente aos usuários responsáveis pelas outorgas (muitos deles com mais de uma interferência) de forma a dirimir as dúvidas existentes. Estes e-mails foram obtidos no cadastro de outorgas e estão listados em documento anexo. A comunicação, enviada entre os dias 16 e 20 do mês de maio de 2024, seguiu o padrão exemplificado pela figura abaixo. Alguns poucos endereços de e-mail foram retornados por diferentes razões de erro (inexistência, capacidade de armazenamento excedida e outros), sendo que 131 e-mails foram devidamente entregues.

Ao e-mail, foi anexado o Ofício Circular nº 22/2024/SAS/ANA, de 07 de maio de 2024, que apresenta o estudo sendo realizado, bem como a empresa vencedora do certame, legitimando, portanto, o contato realizado. O e-mail também realizava o convite para que o usuário contribuisse com o questionário de levantamento de informações, cuja descrição se faz no Capítulo 5.

Embora o esforço de comunicação tenha abrangido 131 contatos, apenas 7 foram respondidos (5,3%) com a especificidade das interferências, tal como fora solicitado. A título de exemplo, a figura abaixo ilustra uma das parcias respostas positivas, que permitiu confirmar e consolidar a base de outorgas com as devidas informações de atividade econômica (suprimem-se as informações de contato em respeito à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais - LGPD).

Informações para Estudo BH Paranapanema para ANA

 De Kralingen <contato@kralingen.com.br>
 Para [REDACTED]@[REDACTED].br
 Data 2024-05-17 09:54

 OFÍCIO CIRCULAR N 22 - 2024 - SAS - ANA.pdf (~133 KB)

Prezado,

Meu nome é Alessandro, e escrevo pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema. Estamos contratados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para a elaboração do *Estudo para Subsidiar a Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema*, conforme Ofício anexo.

Entramos em contato para solicitar informações relevantes para o bom desenvolvimento do estudo. Como parte da metodologia, necessitamos classificar as interferências de uso dos recursos hídricos (outorgas) conforme seu perfil econômico, utilizando para tal as seções da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - [CNAE do IBGE](#).

Ao consultar a base de outorgas, verificamos que as informações disponíveis das interferências listadas abaixo, da finalidade de uso "**CRIAÇÃO ANIMAL**", não nos permitem uma classificação precisa da atividade econômica.

- CNARH n. 1073479, do empreendimento [REDACTED], município de ALTO PARANÁ, logradouro Caixa Postal, corpo hídrico SEM NOME

Dessa forma, vimos por meio deste email solicitar a especificação da atividade das outorgas listadas, permitindo compreender o principal uso da água no estabelecimento e/ou processo produtivo. Por exemplo: "Criação de suínos"; "Abate de frangos"; etc.

Ressaltamos que as informações cadastrais serão mantidas confidenciais e serão utilizadas exclusivamente no âmbito do estudo. Os resultados finais não trarão, em momento algum, a identificação de outorgas individualizadas.

Aproveito para convidar a responder ao questionário voltado aos usuários dos recursos hídricos na BH do rio Paranapanema, que via coletar subsídios ao estudo: <https://forms.gle/LCEaaUXJW1fsLA86> Sinta-se à vontade para compartilhar o questionário com demais usuários.

Agradecemos antecipadamente pela sua colaboração e estamos à disposição para discutir quaisquer detalhes ou dúvidas que possam surgir.

Cordiais saudações,

Alessandro

 **KRALINGEN**
economia ambiental
55 41 99249-8304
www.kralingen.com.br

Figura 12: Comunicação direta com usuários para obtenção de informações.

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

RES: Informações para Estudo BH Paranapanema para ANA

De Carlos [REDACTED] <[REDACTED]>
Para 'Kralingen' <contato@kralingen.com.br>
Data 2024-05-17 11:43

Senhores bom dia.

Nossa propriedade é de criação de bovinos, toda a captação é para uso de abastecimento de cochos para a criação.

Qualquer informação adicional estou a disposição.

Att.,

Carlos [REDACTED]

Figura 13: Exemplo de retorno da comunicação direta com usuários.

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

Sempre que necessário, foram também realizadas pesquisas pelos números do CNPJ e outras informações das outorgas (nome do empreendimento e município de localização) para vinculá-las às atividades econômicas subjacentes, sempre que possível fazendo uso da "classe CNAE", ou seja, o nível mais específico possível. Afinal, uma vez tendo as interferências devidamente classificadas de forma pormenorizada, é sempre possível agregar pelos demais níveis, como o grupo, a divisão ou mesmo a seção do Cadastro Nacional de Atividades Econômicas.

As buscas pelo número do CNPJ foram realizadas no portal público da Receita Federal do Brasil, que permite consulta ao Cartão CNPJ, no qual constam as principais atividades econômicas das firmas. Ressalta-se que estas informações são públicas e que a consulta não fere, portanto, a LGPD⁸.

Por fim, foi realizado um procedimento de identificação e exclusão de registros duplicados. Este procedimento envolveu a seleção de interferências que se igualavam em todos os seguintes quesitos (concomitantemente): tipo de uso, nome do requerente, volume outorgado e localização espacial (latitude e longitude). Foram,

⁸ Mais informações acerca da publicização destes dados e seu acesso podem ser obtidas em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/consultar-cadastro-nacional-de-pessoas-juridicas>

assim, excluídas 115 outorgas. Com isso, o conjunto total de interferências passou a ser de 4.466.

Tendo como universo de partida as bases de dados mais recentes, com informações checadas e complementadas pelos órgãos gestores e por usuários, devidamente limpas de entradas duplicadas, sequenciou-se a atribuição das atividades econômicas subjacentes.

4.2.1. Atividades econômicas das outorgas de captação

Algumas finalidades de uso denotam, por si só, o uso econômico subjacente da interferência, como é o caso para o **abastecimento público**. Como o nome indica, trata-se da atividade de captação, tratamento e distribuição de água para fins de abastecimento público. Conforme a classificação pelo CNAE, tem-se a seção de Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação, sendo a divisão, grupo e classe de Captação, tratamento e distribuição de água (código 36.00-6).

A tabela abaixo apresenta as vinte maiores captações, em volume, da finalidade de uso abastecimento público, que se classificam na classe CNAE de Captação, tratamento e distribuição de água. As informações apresentadas somam eventuais duas interferências por município atendido. Tecem-se agradecimentos à SABESP, à SANEPAR, ao DAEE e ao IAT por cuidadosamente verificarem as informações apresentadas em versão anterior desta tabela, apontando inconsistências na base de informações das outorgas que aqui estão corrigidas.

Tabela 40: Captações dos vinte maiores usuários de abastecimento público.

#	Usuário	Volume (m ³ /a)	Fração (%)	Órgão Gestor Outorgante
1	SANEPAR - Londrina	99.276.423	20,9%	IAT
2	SANEPAR - Ponta Grossa	48.267.600	10,2%	IAT
3	SANEPAR - Maringá e Marialva	45.411.840	9,6%	IAT
4	Sup. Mun. Água e Esgoto - Ourinhos	38.331.816	8,1%	DAEE

#	Usuário	Volume (m³/a)	Fração (%)	Órgão Gestor Outorgante
5	SABESP - Itapetininga	18.763.570	4,0%	DAEE
6	SABESP - Botucatu	17.100.484	3,6%	DAEE
7	SABESP - Assis	11.488.920	2,4%	DAEE
8	SANEPAR - Telêmaco Borba	10.091.520	2,1%	IAT
9	SABESP - Presidente Prudente	9.990.872	2,1%	DAEE
10	SANEPAR - Castro	8.865.120	1,9%	IAT
11	SABESP - Itapeva	7.611.914	1,6%	DAEE
12	SANEPAR - Cambira - Mandaguari	7.069.634	1,5%	IAT
13	SABESP - Itararé	6.683.092	1,4%	DAEE
14	SANEPAR - Paranavaí	5.748.750	1,2%	IAT
15	SANEPAR - Apucarana	5.632.392	1,2%	IAT
16	SANEPAR - Palmeira	4.976.322	1,0%	IAT
17	SABESP - São Miguel Arcanjo	4.642.099	1,0%	DAEE
18	SANEPAR - Cornélio Procópio	4.441.320	0,9%	IAT
19	SABESP - Avaré	4.058.508	0,9%	DAEE
20	SABESP - Capão Bonito	3.601.148	0,8%	DAEE

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

Observa-se que os maiores usuários correspondem aos maiores centros urbanos da bacia. Os dez maiores usuários congregam 65% do volume total (embora representem 4,5% de 223 interferências assim cadastradas). Da lista das vinte maiores, observa-se que dezenove são das companhias estaduais de saneamento básico (SABESP e SANEPAR), com a única exceção sendo o sistema autônomo municipal de Ourinhos/SP.

Diferente dos registros de abastecimento humano, as interferências de **consumo humano**, embora sejam claramente determinadas por sua finalidade de uso da água, não podem ser classificadas no CNAE como Captação, tratamento e distribuição de água, pois são referentes a empreendimentos privados e não a empresas de saneamento básico. São condomínios residenciais, clubes e outros, cuja classificação econômica, para fins desse estudo, é a de Clubes sociais, esportivos e similares (sob o

intuito de segregar este conjunto de atividade dos demais). São 33 interferências assim classificadas.

Outras atividades econômicas diretamente vinculadas às suas finalidades de uso são as de **criação animal**. A começar pela aquicultura, esta é uma categoria única de finalidade, facilitando a classificação CNAE das 70 interferências: seção de Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, divisão de Pesca e aquicultura, grupo de Aquicultura e classe de Aquicultura em água doce (código 03.22-1). As demais 45 outorgas de criação animal se subdividem em três classes CNAE, todas de mesma seção (Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura), divisão (Agricultura, pecuária e serviços relacionados) e grupo (Pecuária): Criação de bovinos (código 01.51-2), Criação de aves (código 01.55-5) e Criação de suínos (código 01.54-7). A tabela abaixo apresenta o resultado da classificação do perfil de usuário que doravante se denomina de criação animal.

Tabela 41: Perfil econômico das captações de criação animal.

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Fração do Volume (%)
Aquicultura em água doce	70	62.866.239	87,4%
Criação de bovinos	22	6.600.555	9,2%
Criação de aves	10	2.279.492	3,2%
Criação de suínos	13	173.558	0,2%

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

Quanto às indústrias, nota-se que a bacia conta com diversas unidades produtivas. De acordo com o estudo "A Indústria na Bacia do Rio Paranapanema – Uso da Água e Boas Práticas" (ANA, 2020), as indústrias de transformação são predominantes na bacia, representando cerca de 80% das unidades industriais e 8% do total de unidades produtivas, com um total de 20.110 estabelecimentos (independente da forma de captação e utilização do recurso hídrico, que pode se dar via captação própria subterrânea ou superficial, ou via rede geral de abastecimento).

Ainda segundo o estudo referenciado, as indústrias se distribuem em 99 diferentes tipologias, sendo que 11 se destacam por terem mais de 500 unidades cada. A principal delas é a confecção de artigos do vestuário e acessórios, seguida pela fabricação de móveis e pela fabricação de outros produtos alimentícios. Juntas, essas três atividades representam mais de 30% das unidades produtivas da bacia.

Segundo o mencionado estudo (ANA, 2020), seis tipologias industriais concentram as maiores vazões de captação e lançamento de efluentes, representando mais de 80% do volume total outorgado para captação de água e 90% para lançamento de efluentes. Entre estas, apenas a atividade de abate e produtos de carne se destaca também em termos de quantidade de pessoal ocupado. Isso demonstra que não há uma relação direta entre o número de unidades industriais ou pessoal empregado e a demanda de uso da água por tipologia. Algumas atividades, apesar de terem muitas unidades e pessoal, utilizam processos com baixo consumo de água e geração de efluentes. Além disso, indústrias que requerem menor consumo de água ou necessitam de água de melhor qualidade sem tratamento interno optam por captar e lançar efluentes em redes públicas.

Análise similar é aqui realizada a partir da classificação de atividade CNAE para as interferências, que abrangeu 87% das 199 interferências da **finalidade de uso industrial**. No total, foram identificadas 26 classes de atividades econômicas da tipologia industrial que detém outorgas de captação de água, denotando a diversidade e importância da Bacia do Rio Paranapanema para o setor de transformação. O contraste destas 26 tipologias com as 99 em atividade também corrobora o fato de que a maior parte destas faz uso da rede pública de abastecimento ao invés de captações próprias.

Dentre as tipologias industriais com outorgas de captação superficial, a com a maior quantidade de interferências é a de "moagem e fabricação de produtos de

origem vegetal não especificados anteriormente" (29), seguida das tipologias de "fabricação de álcool" e "fabricação de produtos de carne", ambas com 21 registros.

Já quanto ao volume de captação, o perfil industrial que se destaca como o mais intensivo é o de fabricação de papel, no qual as 16 interferências existentes representam 38% do volume. O segundo perfil industrial de maior volume captado é o de fabricação de álcool, no qual os 21 registros somam 23% do volume. Na sequência, estão os perfis de fabricação de açúcar em bruto (16% do volume) e moagem e fabricação de produtos de origem vegetal (7%). Somando-se o volume outorgado das seis maiores tipologias industriais, tem-se 91% do volume total desta finalidade.

Ressalta-se que as principais tipologias industriais listadas convergem com os agrupamentos do estudo sobre a indústria na bacia (ANA, 2020), que agrupou as tipologias com processos produtivos, insumos ou produtos semelhantes nas seguintes categorias: sucroenergético, celulose e papel, abate e produtos de carne e bebidas alcoólicas.

A tabela abaixo apresenta o perfil econômico das captações superficiais da indústria na Bacia do Rio Paranapanema, de acordo com a classe CNAE, fruto da identificação das atividades produtivas das interferências de tipologia de uso "indústria".

Tabela 42: Perfil econômico das captações da indústria.

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Fração (%)
Fabricação de papel	16	97.025.787	38,38%
Fabricação de álcool	21	57.401.232	22,71%
Fabricação de açúcar em bruto	16	41.244.856	16,32%
Moagem e fabricação de produtos de origem vegetal não especificados anteriormente	29	18.316.858	7,25%
Fabricação de produtos de carne	21	9.362.659	3,70%

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Fração (%)
Fabricação de óleos vegetais refinados, exceto óleo de milho	13	7.377.664	2,92%
Abate de reses, exceto suínos	11	5.497.236	2,17%
Fabricação de cimento	5	4.801.342	1,90%
Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada e aglomerada	2	3.095.131	1,22%
Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	1	1.209.600	0,48%
Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral não especificados anteriormente	3	1.160.880	0,46%
Curtimento e outras preparações de couro	3	931.828	0,37%
Fabricação de refrigerantes e de outras bebidas não alcoólicas	4	870.000	0,34%
Produção de ferroligas	1	862.809	0,34%
Fabricação de farinha de mandioca e derivados	3	822.845	0,33%
Preparação do leite	2	702.000	0,28%
Fabricação de amidos e féculas de vegetais e de óleos de milho	4	607.548	0,24%
Torrefação e moagem de café	4	312.523	0,12%
Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente	2	289.800	0,11%
Metalurgia dos metais não ferrosos e suas ligas não especificados anteriormente	1	262.800	0,10%
Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	6	217.099	0,09%
Fabricação de embalagens de papel	1	148.920	0,06%
Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	1	109.500	0,04%
Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	1	64.800	0,03%
Fabricação de sucos de frutas, hortaliças e legumes	1	62.400	0,02%
Confecção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas	1	42.900	0,02%

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

Dando sequência à identificação das atividades econômicas das interferências para cumprir com os objetivos do estudo de subsídio ao estabelecimento da cobrança, tem-se um grupo de apenas duas que se diferenciam: a **geração termelétrica** (CNAE

35.11-5). Uma delas é da usina termelétrica Santa Cruz Geração de Energia S/A, localizada no município paulista de Avaré, com volume outorgado de 116.532 mil m³; a outra é da Copel Geração e Transmissão S/A (Usina Figueira II), no município paranaense de Ibaiti.

Quanto às **atividades de mineração**, identificou-se que das 195 interferências dessa tipologia, 113 (todas outorgadas pelo IAT) apresentam zero volume captado. As demais 82 interferências foram classificadas quanto às suas atividades econômicas com base na própria finalidade de uso da base das outorgas, que distingue a mineração de areia em leito de rio das demais atividades minerárias. Estas demais atividades passaram pelo mesmo rito de investigação de suas atividades econômicas com base no CNPJ, endereço e nome do usuário. Foi possível, com base nessa identificação, classificar as interferências de mineração da seção de Indústrias extractivas nas seguintes classes CNAE 08.10-0 (extração de pedra, areia e argila); CNAE 08.91-6 (extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos); CNAE 08.99-1 (extração de outros minerais não-metálicos não especificados anteriormente); CNAE 05.00-3 (extração de carvão mineral); CNAE 09.99-4 (atividades de apoio à extração de minerais metálicos não-ferrosos); e CNAE 11.21-6 (fabricação de águas envasadas).

A tabela abaixo apresenta a estratificação das interferências de mineração de acordo com as atividades econômicas, salientando a quantidade de interferências e o volume de captação outorgado. Nota-se facilmente a preponderância da extração de pedra, areia e argila, responsável pela maior quantidade de outorgas e volume.

Tabela 43: Perfil econômico das captações de mineração.

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Fração (%)
Extração de pedra, areia e argila	60	46.889.385	80,45%
Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos	17	10.692.021	18,34%

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Fração (%)
Extração de outros minerais não-metálicos não especificados anteriormente	1	308.880	0,53%
Extração de carvão mineral	1	262.800	0,45%
Atividades de apoio à extração de minerais metálicos não-ferrosos	2	112.380	0,19%
Fabricação de águas envasadas	1	21.024	0,04%

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

Por fim, tem-se o setor usuário responsável pela maior quantidade de interferências (2.882 registros) e pelo maior volume captado (2.505,62 milhões de m³): **a irrigação**. Para estas interferências, também se procedeu com a busca por mais informações acerca da especificidade da atividade subjacente, com base no número de CNPJ, endereço e nome do outorgado (de forma similar à que se realizou para as demais finalidades de uso). Esse procedimento se fez necessário para a (maior parte) das interferências para as quais não constam informações no cadastro de outorgas acerca da cultura irrigada, do método de irrigação e da área irrigada. No total de 2.882 registros, apenas 412 (14%) contam com este conjunto completo de informações.

As extensas buscas realizadas retornaram informações acerca da atividade principal relacionada a interferência, a exemplo de "cultivo de soja", "criação de bovinos" ou ainda "cultivo de cana-de-açúcar". Para quando a busca retornou "criação de bovinos", foi alocada a irrigação de pastagens. No total das buscas, foram encontradas informações para 927 registros. Esse quantitativo, quando somado aos 412 registros com informações completas, levaram para 46% a quantidade de interferências classificadas quanto à cultura irrigada.

Eis que o conhecimento da atividade econômica do setor usuário de irrigação é imprescindível, e requer conhecimento acerca da cultura tipicamente irrigada, da área equipada para irrigação e do método de irrigação. Para se obter conhecimento amostral da atividade da agricultura irrigada na bacia da forma mais representativa possível, utilizou-se da base de registros do CNARH sem a exclusão das interferências

paranaenses e sem a exclusão de anos pretéritos, aumentando a quantidade de registros com informações completas (cultura irrigada, método de irrigação e área irrigada) para 1.370. Utilizando-se destas interferências conhecidas como uma base amostral, é possível realizar cruzamentos acerca das culturas produzidas e seus respectivos métodos de irrigação.

Destaca-se que a amostra apresenta uma grande gama de métodos de irrigação (21 tipos). Para fins de simplificação e atendimento aos objetivos do estudo, foram realizados os seguintes agrupamentos de métodos:

- Aspersão: aspersor, aspersão, aspersão por canhão hidráulico, aspersão por sistema autopropelido, aspersão por sistema convencional, aspersão por sistema de deslocamento linear, aspersão por sistema em malha, carreta tanque e hidro holl;
- Pivô: aspersão por sistema pivô central, aspersão por sistema pivô central com LEPA, aspersão por sistema pivô central rebocável e pivô;
- Localizada: gotejamento, gotejamento subterrâneo - tubo poroso, micro aspersor bailarina e micro-aspersão;
- Inundação: inundação, inundação permanente com diques em nível, inundação temporária com diques em desnível e sulcos fechados.

Da mesma forma que foram categorizados os métodos de irrigação encontrados na base amostral, foram categorizadas as culturas, utilizando-se dos agrupamentos listados abaixo. Afinal, são 63 distintas indicações de culturas.

- Fruticultura: abacate, abacate sem cobertura de chão, abacaxi solo limpo, ameixa, amora, banana, banana 1º ano, coco seco, coco verde, goiaba, lichia, morangos, uvas mesa ou passas;
- Hortícolas: abóbora, alface, batata, cebolas secas, cenoura, hortaliças, lavoura, mandiocas ano 1, tomate;
- Capim: alfafa feno ciclo individual de corte, alfafa feno vários cortes feitos médios, capim, capim bermuda feno vários cortes efeitos médios, pastagem, pastoreio extensivo, pasto
- Grãos: aveia, grãos em geral e amendoim, milho, milho doce, milho grão e pipoca, milho-verde, milho-soja-feijão, rotação de grãos, soja, soja-milho, soja-milho-trigo-feijão, sorgo, sorgo grão;

- Feijão: feijão, feijão verde, feijões grãos;
- Café: café, café pouca cobertura de chão;
- Cana-de-açúcar: cana-de-açúcar;
- Citrus: citrus, citrus cobertura de chão ativa ou invasoras 70 de dossel, citrus sem cobertura de chão 70 de dossel, laranja, pomar;
- Trigo: trigo, trigo inverno, trigo primavera;
- Outros: algodão, arroz, flores, fumo, outra cultura.

O agrupamento "outros" se justifica pela quantidade de interferências (pequena) em cada um dos cultivos ali constantes. O cultivo de algodão e de flores, por exemplo, são identificados em três registros cada, enquanto o cultivo de arroz e fumo por apenas um. Embora algumas frutas, grãos e hortícolas também apresentam números pequenos de registros, são mais facilmente tipificadas em suas categorias.

Além disso, foram identificadas as Regiões Rurais das interferências, de forma a compor um panorama amostral desagregado no espaço da bacia. Estas regiões foram identificadas pelo IBGE na tentativa de fornecer uma visão do espaço rural brasileiro a partir de 104 regiões que se articulam em termos agroindustriais. As tabelas abaixo apresentam os resultados dos cruzamentos realizados sob a base amostral, tanto no agregado da bacia, como para cada uma das regiões rurais identificadas. São elas:

- Região Rural das Capitais Regionais de Maringá e Londrina, com 594 registros amostrais;
- Região Rural das Capitais Regionais de Marília e Bauru, com 456 registros amostrais;
- Região Rural da Metrópole de Curitiba, com 102 registros amostrais;
- Região Rural da Capital Regional de Ponta Grossa, com 78 registros amostrais;
- Região Rural da Grande Metrópole Nacional de São Paulo, com 73 registros amostrais;
- Região Rural da Capital Regional de Presidente Prudente, com 43 registros amostrais; e
- Região Rural da Capital Regional de Ribeirão Preto, com 24 registros amostrais.

Tabela 44: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (total da bacia).

	Aspersão		Localizada		Inundação		Pivô	
	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a
Café	9	5.167	6	9.335	0	0	7	5.388
Cana-de-açúcar	48	21.403	23	32.410	1	1.572	91	115.138
Capim	100	21.000	4	1.113	1	105	9	6.399
Citrus	15	15.793	16	10.434	0	0	25	18.300
Feijão	4	1.437	0	0	1	4	85	57.553
Fruticultura	30	15.581	15	2.625	0	0	7	769
Grãos	96	90.027	10	6.343	1	1.138	191	254.808
Hortícolas	496	117.785	29	8.740	0	0	12	5.991
Trigo	4	984	1	583	0	0	22	14.998
Outros	3	1.192	2	478	1	144	4	956
Total	805	290.368	106	72.062	5	2.964	453	480.300

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

Tabela 45: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural das Capitais Regionais de Maringá e Londrina).

	Aspersão		Localizada		Inundação		Pivô	
	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a
Café	0	0	1	821	0	0	2	806
Cana-de-açúcar	41	19.559	23	32.410	1	1.572	90	115.071
Capim	90	18.713	2	216	1	105	8	6.084
Citrus	12	10.441	15	9.570	0	0	21	13.586
Feijão	0	0	0	0	0	0	5	6.742
Fruticultura	26	14.776	10	1.515	0	0	3	559
Grãos	63	77.377	6	3.048	0	0	36	60.662
Hortícolas	99	5.235	24	8.445	0	0	8	2.810
Trigo	3	855	1	583	0	0	1	394
Outros	2	1.185	0	0	0	0	0	0
Total	336	148.141	82	56.608	2	1.678	174	206.713

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

Tabela 46: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural das Capitais Regionais de Marília e Bauru).

	Aspersão		Localizada		Inundação		Pivô	
	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a
Café	9	5.167	5	8.514	0	0	5	4.582
Cana-de-açúcar	2	139	0	0	0	0	1	67
Capim	9	1.872	2	897	0	0	1	315
Citrus	2	2.690	1	864	0	0	4	4.713
Feijão	3	1.244	0	0	1	4	64	41.994
Fruticultura	0	0	5	1.110	0	0	4	210
Grãos	14	6.947	3	3.285	1	1.138	109	78.015
Hortícolas	181	51.937	5	295	0	0	3	1.953
Trigo	1	128	0	0	0	0	18	13.263
Outros	0	0	2	478	1	144	0	0
Total	221	70.124	23	15.443	3	1.286	209	145.113

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

Tabela 47: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Metrópole de Curitiba).

	Aspersão		Localizada		Inundação		Pivô	
	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a
Café	0	0	0	0	0	0	0	0
Cana-de-açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0
Capim	0	0	0	0	0	0	0	0
Citrus	0	0	0	0	0	0	0	0
Feijão	0	0	0	0	0	0	10	5.647
Fruticultura	2	6	0	0	0	0	0	0
Grãos	7	1.442	0	0	0	0	8	4.164
Hortícolas	74	16.349	0	0	0	0	0	0
Trigo	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	83	17.797	0	0	0	0	18	9.811

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

Tabela 48: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Capital Regional de Ponta Grossa).

	Aspersão		Localizada		Inundação		Pivô	
	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a
Café	0	0	0	0	0	0	0	0
Cana-de-açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0
Capim	1	415	0	0	0	0	0	0
Citrus	0	0	0	0	0	0	0	0
Feijão	0	0	0	0	0	0	0	0
Fruticultura	1	44	0	0	0	0	0	0
Grãos	9	2.630	1	11	0	0	2	49
Hortícolas	62	21.319	0	0	0	0	0	0
Trigo	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros	1	7	0	0	0	0	1	6
Total	74	24.415	1	11	0	0	3	55

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

Tabela 49: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Grande Metrópole Nacional de São Paulo).

	Aspersão		Localizada		Inundação		Pivô	
	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a
Café	0	0	0	0	0	0	0	0
Cana-de-açúcar	0	0	0	0	0	0	0	0
Capim	0	0	0	0	0	0	0	0
Citrus	0	0	0	0	0	0	0	0
Feijão	1	193	0	0	0	0	4	1.291
Fruticultura	0	0	0	0	0	0	0	0
Grãos	2	1.448	0	0	0	0	13	7.472
Hortícolas	47	9.208	0	0	0	0	0	0
Trigo	0	0	0	0	0	0	3	1.340
Outros	0	0	0	0	0	0	3	950
Total	50	10.850	0	0	0	0	23	11.053

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

Tabela 50: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Capital Regional de Presidente Prudente).

	Aspersão		Localizada		Inundação		Pivô	
	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a
Café	0	0	0	0	0	0	0	0
Cana-de-açúcar	4	830	0	0	0	0	0	0
Capim	0	0	0	0	0	0	0	0
Citrus	0	0	0	0	0	0	0	0
Feijão	0	0	0	0	0	0	1	1.057
Fruticultura	1	756	0	0	0	0	0	0
Grãos	1	183	0	0	0	0	18	32.917
Hortícolas	17	9.596	0	0	0	0	1	1.229
Trigo	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	23	11.365	0	0	0	0	20	35.203

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

Tabela 51: Estratificação das interferências amostrais de irrigação (Região Rural da Capital Regional de Ribeirão Preto).

	Aspersão		Localizada		Inundação		Pivô	
	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a	# interf.	mil m ³ /a
Café	0	0	0	0	0	0	0	0
Cana-de-açúcar	1	876	0	0	0	0	0	0
Capim	0	0	0	0	0	0	0	0
Citrus	1	2.661	0	0	0	0	0	0
Feijão	0	0	0	0	0	0	1	822
Fruticultura	0	0	0	0	0	0	0	0
Grãos	0	0	0	0	0	0	5	71.530
Hortícolas	16	4.140	0	0	0	0	0	0
Trigo	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	18	7.677	0	0	0	0	6	72.352

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

Percebe-se uma grande diversidade de culturas e métodos de irrigação, além de uma grande variação regional (lembrando se tratar da base amostral). Analisando os dados gerais da bacia, é possível identificar algumas tipologias mais comuns entre os métodos e as culturas.

De forma geral, as culturas de grãos e cana-de-açúcar são as que mais utilizam água nos sistemas de irrigação, especialmente no método de pivô, que é o mais utilizado em termos de volume total, com 480.300 mil m³ distribuídos entre as diferentes culturas. As hortícolas, por sua vez, têm uma ampla aplicação do sistema de aspersão. O sistema de pivô possui 191 outorgas e utiliza 254.808 mil m³ de água. No método de aspersão, as hortícolas se destacam com o maior número de outorgas, totalizando 496, e um volume de 117.785 mil m³ de água. Os grãos também são significativos nesse sistema, com 96 outorgas e 90.027 mil m³ de água, seguidos pelo capim (pastagem), que possui 100 outorgas e utiliza 21.000 mil m³ de água. O método de inundação é o menos utilizado.

Com base nos dados da amostra, é possível estimar o que seria típico de ocorrer, em termos de culturas irrigadas e seus métodos, nas diversas interferências que não trazem essa informação a partir da base de outorgas. Além disso, com base na identificação das culturas típicas, é possível associar a classificação CNAE, mesmo que esta não apresente uma representação ideal da diversidade de combinações entre métodos de irrigação e tipologia de culturas. São 14 as classificações CNAE abrangidas:

- 01.33-4: Cultivo de outras frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva
- 01.21-1: Horticultura
- 01.19-9: Cultivo de outras plantas de lavoura temporária não especificadas anteriormente
- 01.12-1: Cultivo de algodão herbáceo e outras fibras
- 01.19-9: Cultivo de outras lavouras temporárias não especificadas anteriormente
- 01.11-3: Cultivo de cereais

- 01.34-2: Cultivo de café
- 01.13-0: Cultivo de cana-de-açúcar
- 01.31-8: Cultivo de laranja
- 01.16-4: Cultivo de oleaginosas, exceto soja
- 01.22-9: Cultivo de flores e plantas ornamentais
- 01.14-8: Cultivo de fumo
- 01.32-6: Cultivo de uvas
- 01.39-3: Cultivo de outras lavouras permanentes não especificadas anteriormente

Uma vez que se faz necessário conhecer as culturas e métodos de cada uma das interferências, utiliza-se dos resultados dos 1.270 registros amostrais com informações de culturas e métodos para alocar as combinações mais típicas entre os registros em branco, respeitando-se as regiões rurais respectivas.

Consolidação das interferências de captação

Finalmente, após a consolidação das reclassificações das interferências quanto às suas finalidades de uso econômico, apresentam-se na sequência três tabelas relativas à quantidade de interferências e ao volume captado por finalidade de uso e por UGH.

Tabela 52: Estratificação das interferências reclassificadas de captação do universo de partida.

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

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

Tabela 53: Volumes outorgados reclassificados de captação do universo de partida (mil m³/ano).

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

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

Por fim, a tabela abaixo apresenta o volume outorgado reclassificado de captação por finalidade de uso e por UGH.

Tabela 54: Interferências e volume outorgado reclassificado de captação por finalidade de uso e UGH (m³/a).

Finalidade de Uso		Alto Paranapanema	Médio Paranapanema	Pontal Do Paranapanema	Piraponema	Norte Pioneiro	Tibagi
Saneamento	#	79	39	4	17	34	50
	m ³ /a	75.073	100.961	10.210	72.466	18.927	197.327
Consumo Humano	#	9	10	1	2	4	7
	m ³ /a	20.069	553	256	263	486	5.350
Criação Animal	#	16	41	9	17	13	19
	m ³ /a	1.640	25.165	6.833	36.023	671	1.587
Irrigação	#	1.701	799	125	115	65	77
	m ³ /a	1.283.925	841.625	157.796	131.885	42.737	47.648
Indústria	#	69	59	26	14	8	23
	m ³ /a	39.157	57.162	32.523	25.081	35.695	99.957
Mineração	#	48	8	7	6	59	67
	m ³ /a	14.125	6.500	33.955	1.352	2.179	176
Termoelétrica	#	0	1	0	0	1	0
	m ³ /a	0	116.532	0	0	1.210	0
Outros	#	23	14	11	2	17	16
	m ³ /a	2.471	6.199	344	80	5.442	7.227
Total	#	1.945	971	183	173	201	259
	m ³ /a	1.436.460	1.154.696	241.917	267.150	107.347	359.272

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

4.2.2. Atividades econômicas das outorgas de lançamento

O primeiro passo para a alocação das atividades econômicas das interferências de lançamento é a identificação das finalidades de uso elencadas como "outras", haja vista serem muito significativas estas interferências no cadastro de outorgas. Conforme apresentado no início deste item, os órgãos estaduais de recursos hídricos dos estados do Paraná e de São Paulo prontamente identificaram e pormenorizaram diversas das finalidades de uso das interferências "outras".

Na vertente paulista, a maior parte era referente a esgotamento sanitário. Já na vertente paranaense, a maior parte era referente à drenagem de águas pluviais, emitidas para Prefeituras de municípios da bacia como Apucarana, Bandeirantes, Califórnia, Figueira, Iraty, Maringá, Piraí do Sul, Ponta Grossa e Tamarana. Nota-se que, segundo a Portaria nº 46/2015 do Instituto das Águas do Paraná, o lançamento concentrado de águas pluviais não requer o procedimento de outorga de recursos hídricos, salvo quando trata de intervenções em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Recentemente, a Portaria IAT nº 276, de 22 de julho de 2024, estabelece normas específicas para a drenagem urbana em APP e dispensa de Outorga de Recursos Hídricos o lançamento de águas pluviais em galerias ou corpos hídricos.

Para as demais interferências, realizou-se pesquisa com base no número do CNPJ, endereço e nome do usuário, tal como foi realizado para pormenorizar os registros de captação. Com base nesse refino, foi possível identificar a natureza econômica de diversas interferências.

Da mesma forma que para a classificação econômica das outorgas de captação, alguns referentes ao lançamento também são facilmente observáveis pela própria finalidade de uso - como é o caso do **esgotamento sanitário**. Este uso, que reúne a maior quantidade e maior volume de interferências de lançamento, é dominado pelas

empresas estaduais de saneamento básico: a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) e a SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná).

Tecem-se agradecimentos à SABESP e ao DAEE por cuidadosamente verificarem as informações apresentadas em versão anterior desta tabela, apontando inconsistências na base de informações das outorgas que aqui estão corrigidas.

Tabela 55: Lançamento dos vinte maiores usuários de esgotamento sanitário.

#	Usuário	Volume (m ³ /a)	Fração (%)	Órgão Gestor Outorgante
1	SANEPAR - Londrina (ETE Norte)	17.520.000	19,0%	IAT
2	SABESP - Presidente Prudente	14.836.960	16,1%	DAEE
3	SABESP - Itapetininga	4.047.389	4,4%	DAEE
4	SANEPAR - Londrina (ETE Esperança)	3.153.600	3,4%	IAT
5	Serv. Autônomo Mun. de Ibiporã	2.715.600	2,9%	IAT
6	SABESP - Presidente Epitácio	2.680.560	2,9%	ANA
7	SANEPAR - Jacarezinho	2.281.980	2,5%	IAT
8	SANEPAR - Cornélio Procópio (ETE São Luiz)	1.916.425	2,1%	IAT
9	SANEPAR - Arapongas	1.892.160	2,1%	IAT
10	SANEPAR - Telêmaco Borba	1.702.944	1,8%	IAT
11	SABESP - Piraju	1.666.814	1,8%	ANA
12	SANEPAR - Ponta Grossa	1.419.120	1,5%	IAT
13	SABESP - Regente Feijó	1.314.000	1,4%	DAEE
14	SANEPAR - Cornélio Procópio (ETE Tangará II)	1.299.984	1,4%	IAT
15	SABESP - Teodoro Sampaio	1.286.932	1,4%	ANA
16	Serv. Autônomo Mun. de Marialva	1.095.000	1,2%	IAT
17	SANEPAR - Imbituva	1.040.688	1,1%	IAT
18	SABESP - Itaí	969.644	1,1%	DAEE
19	SANEPAR - Siqueira Campos	963.600	1,0%	IAT
20	SANEPAR - Sengés	946.080	1,0%	IAT

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

As companhias estaduais dominam a lista dos vinte maiores registros, responsáveis por 18 das 20 maiores captações. Londrina se destaca como a cidade com

maior volume de lançamento, com duas estações de tratamento de esgoto operadas pela SANEPAR, representando 19% do total. Presidente Prudente e Itapetininga, ambas atendidas pela SABESP, também se destacam, somando 20,5% do total. As dez maiores interferências de lançamento, que representam 9,6% da quantidade de registros, somam 57,3% do volume outorgado.

A classificação econômica CNAE dessa fundamental atividade econômica é da seção de Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação, divisão de Esgoto e atividades relacionadas, grupo de Esgoto e atividades relacionadas, classe Gestão de redes de esgoto (código 37.01-1).

A classificação das **interferências de aquicultura** também é bastante direta em termos da atividade econômica subjacente, e segue o mesmo código que já fora apresentado no item de captação. Os demais registros de lançamento de criação animal (que não aquicultura) são referes à criação de bovinos e de aves, cuja classificação CNAE também foi mencionada anteriormente. A quantidade de interferências e os respectivos volumes lançados são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 56: Perfil econômico dos lançamentos de criação animal.

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Fração do Volume (%)
Aquicultura em água doce	41	50.792.920	86,6%
Criação de bovinos	12	4.382.292	7,5%
Criação de aves	4	3.463.266	5,9%

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

Todas as 30 interferências de lançamento da tipologia de **mineração** são da atividade econômica de "extração de pedra, areia e argila" (código 08.10-0).

Já a classificação das interferências de finalidade de uso **industrial** requereu a mesma pesquisa de dados referentes ao número de CNPJ, endereço e nome do outorgado, possibilitando realizar a associação à atividade econômica. Do total de 213 registros, apenas 10 não conseguiram ser identificados quanto às suas atividades

econômicas. Tal como a classificação de atividades econômicas industriais de captação, as de lançamento também apresentam uma vasta tipologia de atividades (50 no total).

A tabela abaixo apresenta o perfil econômico das captações superficiais da indústria na Bacia do Rio Paranapanema, de acordo com a classe CNAE, fruto da identificação das atividades produtivas das interferências de tipologia de uso "indústria".

Tabela 57: Perfil econômico dos lançamentos da indústria.

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Fração (%)
Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	1	64.824.000	31,78%
Fabricação de papel	8	27.496.326	13,48%
Fabricação de açúcar em bruto	5	18.089.868	8,87%
Fabricação de malte, cervejas e chopes	7	15.346.172	7,52%
Fabricação de álcool	2	11.340.000	5,56%
Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	13	10.400.793	5,10%
Abate de reses, exceto suínos	33	10.154.543	4,98%
Fabricação de produtos de carne	25	9.444.430	4,63%
Fabricação de adubos e fertilizantes	2	5.713.081	2,80%
Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	5	3.981.771	1,95%
Fabricação de cimento	6	3.478.440	1,71%
Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente	1	2.890.800	1,42%
Fabricação de aguardentes e outras bebidas destiladas	3	2.456.112	1,20%
Fabricação de amidos e féculas de vegetais e de óleos de milho	5	2.231.778	1,09%
Fabricação de farinha de mandioca e derivados	11	2.154.247	1,06%
Curtimento e outras preparações de couro	8	1.725.872	0,85%
Fabricação de especiarias, molhos, temperos e condimentos	1	1.664.400	0,82%
Produção de ferroligas	2	1.608.905	0,79%
Fabricação de produtos de panificação	1	1.555.200	0,76%
Produção de semiacabados de aço	1	1.223.040	0,60%
Fabricação de laticínios	14	1.002.470	0,49%
Fabricação de massas alimentícias	2	892.732	0,44%

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Fração (%)
Moagem e fabricação de produtos de origem vegetal não especificados anteriormente	4	867.824	0,43%
Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada e aglomerada	2	704.160	0,35%
Atividades relacionadas a esgoto, exceto a gestão de redes	2	613.200	0,30%
Fabricação de alimentos para animais	6	430.070	0,21%
Torrefação e moagem de café	1	350.400	0,17%
Fabricação de produtos derivados do petróleo, exceto produtos do refino	3	287.232	0,14%

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

Em termos de quantidade de outorgas, a atividade de "abate de reses, exceto suínos" lidera com 33 registros, seguido pela "fabricação de produtos de carne" com 25 outorgas e "fabricação de laticínios" com 14. Por outro lado, a atividade de "fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel" se destaca significativamente, com um volume que representa 31,8% do total. Este é o maior volume entre todas as atividades listadas, apesar de ter apenas uma outorga. A "fabricação de papel" também apresenta um volume considerável, correspondendo a 13,5% do total, com 8 outorgas.

Estimativas de cargas orgânicas lançadas

Uma vez que a cobrança pelo direito de uso de lançamento se dá pela carga lançada de Demanda Bioquímica por Oxigênio (DBO), deve-se estimar as cargas orgânicas associadas às interferências outorgadas de lançamento, haja vista que estas nem sempre apresentam a informação de concentração. As outorgas emitidas pela União e pelo estado do Paraná, no mais das vezes, apresentam as concentrações máximas; em São Paulo essa informação não é definida. Para todos os casos omissos, realiza-se a estimativa da carga lançada em função da concentração típica para a atividade econômica e o volume de lançamento outorgado.

Cargas de lançamento do saneamento: Para a estimativa de concentração de DBO para as outorgas do saneamento básico que não apresentam essa informação no cadastro de outorga, foi consultado o banco de dados de estações de tratamento de esgotos do Atlas Esgotos (ANA, 2019), identificando-se as que estão presentes na bacia nos 73 municípios com interferências de lançamento de saneamento. A informação que se obteve do Atlas é relativa ao grau de eficiência de abatimento de DBO - a ETE Presidente Epitácio, por exemplo, atende ao município homônimo por meio de tecnologia de Lagoa Anaeróbia com abatimento de 86%.

Para as outorgas associadas à ETEs que não constavam do Atlas Esgotos (2019), possivelmente por terem sido instaladas posteriormente à data de corte deste instrumento de planejamento, adotou-se o coeficiente de abatimento médio de todas as ETEs da bacia com informações no Atlas, de 76,89%. Essa média está em linha, embora ligeiramente inferior, à das 1.202 ETEs listadas no Atlas Esgotos nos estados de SP e PR, que é de 79,41%.

O próximo passo foi calcular a carga de DBO que chega nas estações de tratamento, que é uma função da quantidade de pessoas atendidas por redes coletoras de esgoto e da geração de 0,054 kg de DBO_{5,20} por dia por pessoa. Consultou-se junto ao SNIS o índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (IN024) e o índice de tratamento de esgoto (IN016). A população urbana no município foi consultada junto ao IBGE para o Censo Demográfico de 2022, mesmo ano de informações do SNIS, permitindo então calcular a fração do esgoto coletado e tratado em relação à população urbana, assim como a população urbana atendida com rede e tratamento. A partir dessa relação, compilou-se a carga gerada por dia que chega às estações de tratamento.

A partir das duas informações anteriores (carga total e grau de abatimento), fez-se possível calcular a carga remanescente de cada outorga de lançamento nos corpos d'água superficiais da Bacia do Rio Paranapanema para este usuário.

Tabela 58: Estimativa de carga lançada de DBO para os maiores usuários de esgotamento.

#	Usuário	Volume (m ³ /a)	Carga DBO (t/a)
1	SANEPAR - Londrina (ETE Norte)	17.520.000	701
2	SABESP - Presidente Prudente	14.836.960	712
3	SABESP - Itapetininga	4.047.389	1.295
4	SANEPAR - Londrina (ETE Esperança)	3.153.600	252
5	Serv. Autônomo Mun. de Ibiporã	2.715.600	93
6	SABESP - Presidente Epitácio	2.680.560	94
7	SANEPAR - Jacarezinho	2.281.980	193
8	SANEPAR - Cornélio Procópio (ETE São Luiz)	1.916.425	149
9	SANEPAR - Arapongas	1.892.160	484
10	SANEPAR - Telêmaco Borba	1.702.944	335
11	SABESP - Piraju	1.666.814	89
12	SANEPAR - Ponta Grossa	1.419.120	1.480
13	SABESP - Regente Feijó	1.314.000	52
14	SANEPAR - Cornélio Procópio (ETE Tangará II)	1.299.984	101
15	SABESP - Teodoro Sampaio	1.286.932	63
16	Serv. Autônomo Mun. de Marialva	1.095.000	97
17	SANEPAR - Imbituva	1.040.688	103
18	SABESP - Itáí	969.644	83
19	SANEPAR - Siqueira Campos	963.600	107
20	SANEPAR - Sengés	946.080	47

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

Cargas de lançamento de interferências industriais, de mineração e de criação animal: Como fonte prioritária de dados para realizar a estimativa de cargas lançadas de DBO, utilizou-se do já citado estudo da ANA (2020), intitulado "A indústria na Bacia do Rio Paranapanema: uso da água e boas práticas", pois nele foram investigados os usos das águas captadas e os lançamentos de quatro segmentos de atividades industriais de grande relevância para a bacia, fruto do agrupamento de diversas tipologias industriais devido à similaridade de processos produtivos e usos da água.

Como fonte secundária de dados, utilizou-se de base amostral paranaense, uma vez que as interferências de lançamento industrial, de mineração e de criação animal do estado do Paraná, consultadas diretamente a partir da base estadual de outorgas, contêm informação acerca da concentração de DBO em mg/L. Uma vez que essa base também conta com a identificação da atividade econômica por meio da codificação CNAE do IBGE, foi possível construir uma base amostral de concentração por atividade econômica.

De forma a considerar a maior quantidade possível de informações, compilou-se as médias de concentrações por atividade econômica com base na totalidade de outorgas de lançamento emitidas pelo IAT no estado do Paraná, independentemente de estarem contidas na Bacia do Rio Paranapanema. Com isso, contou-se com uma base amostral de 349 interferências cobrindo 69 atividades econômicas. Como exemplo, a atividade bastante comum na Bacia do Rio Paranapanema de "abate e preparação de produtos de carne e de pescado" registrou 37 outorgas de lançamento no estado, base amostral que permite inferir que, na média, a concentração de emissão de DBO é de 41,92 mg/L.

Já como informação complementar, adotou-se o mesmo parâmetro de cargas simplificado que o estudo ANA (2020) intitulado "Estudo de implementação e aplicação de modelos hidrodinâmicos e de qualidade das águas superficiais de domínio da União como apoio à tomada de decisões em proposta de enquadramento - Estudo de caso dos rios Paranapanema e Itararé integrado aos reservatórios em suas calhas na UGRH Paranapanema" para as indústrias, de 50 mg/L de DBO.

Dessa forma, para todas as outorgas da base de dados do rio Paranapanema que originalmente não contavam com a informação acerca da concentração do efluente, foi alocado o valor de concentração na ordem prioritária das referências apresentadas, sempre a partir da classificação econômica codificada pelo CNAE. Uma vez que as

outorgas da bacia apresentam o volume do lançamento, ao agregar a informação acerca da concentração de DBO, é possível estimar a carga total lançada.

As tabelas abaixo apresentam os volumes de lançamento e os resultados da estimativa de carga lançada de DBO por atividade econômica das interferências de indústria, mineração e criação animal na Bacia do Rio Paranapanema.

Tabela 59: Estimativa de carga lançada de DBO para a indústria.

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Carga DBO (t/a)
Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	1	64.824.000	2.593
Fabricação de papel	8	27.496.326	1.412
Fabricação de açúcar em bruto	5	18.089.868	904
Fabricação de malte, cervejas e chopes	7	15.346.172	732
Fabricação de álcool	2	11.340.000	567
Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	13	10.400.793	607
Abate de reses, exceto suínos	33	10.154.543	428
Fabricação de produtos de carne	25	9.444.430	552
Fabricação de adubos e fertilizantes	2	5.713.081	194
Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	5	3.981.771	434
Fabricação de cimento	6	3.478.440	174
Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente	1	2.890.800	98
Fabricação de aguardentes e outras bebidas destiladas	3	2.456.112	100
Fabricação de amidos e féculas de vegetais e de óleos de milho	5	2.231.778	129
Fabricação de farinha de mandioca e derivados	11	2.154.247	125
Curtimento e outras preparações de couro	8	1.725.872	121
Fabricação de especiarias, molhos, temperos e condimentos	1	1.664.400	96
Produção de ferroligas	2	1.608.905	48
Fabricação de produtos de panificação	1	1.555.200	68
Produção de semiacabados de aço	1	1.223.040	37
Fabricação de laticínios	14	1.002.470	45
Fabricação de massas alimentícias	2	892.732	39

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Carga DBO (t/a)
Moagem e fabricação de produtos de origem vegetal não especificados anteriormente	4	867.824	45
Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada e aglomerada	2	704.160	32
Atividades relacionadas a esgoto, exceto a gestão de redes	2	613.200	77
Fabricação de alimentos para animais	6	430.070	25
Torrefação e moagem de café	1	350.400	10
Fabricação de produtos derivados do petróleo, exceto produtos do refino	3	287.232	6

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

Tabela 60: Estimativa de carga lançada de DBO para a mineração.

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Carga DBO (t/a)
Extração de pedra, areia e argila	30	3.129.745	21,2

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

Tabela 61: Estimativa de carga lançada de DBO para a criação animal.

Classe de Atividade Econômica	Interf. (#)	Volume (m ³ /a)	Carga DBO (t/a)
Aquicultura em água doce	41	50.792.920	644
Criação de bovinos	12	4.382.292	115
Criação de aves	4	3.463.266	143

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

Cargas de lançamento do consumo humano e outros: Para as interferências de lançamento associadas à tipologia de consumo humano, foi atribuída uma concentração arbitrária de 67,65 mg de DBO por litro, valor que representa 65% da concentração média das interferências de saneamento básico. Tem-se com essa fração uma concentração ainda significativa de carga orgânica, mas inferior à de esgotos sanitários - o que se espera devido a maiores diluições anteriores ao lançamento, bem como uma menor presença de compostos orgânicos.

Já para as finalidades sob identificação de "outras", atribuiu-se a concentração de 10% da tipologia de consumo humano (6,76 mg/L). Também de forma arbitrária, a

fração se justifica na combinação entre a grande heterogeneidade de perfis de uso que constitui essa categoria (pela própria definição) e a menor intensidade esperada dessas atividades quanto ao potencial poluidor.

Tabela 62: Estimativa de carga lançada de DBO para consumo humano e outros.

Setor Usuário	Interf. (#)	Volume (m³/a)	Carga DBO (t/a)
Consumo Humano	90	17.881.359	1.210
Outros usos	238	231.634.338	1.566

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

Consolidação das interferências de lançamento

Finalmente, após a consolidação das reclassificações das interferências quando às suas finalidades de uso, e principalmente dado o expressivo número de "outras", apresentam-se na sequência três tabelas relativas à quantidade de interferências e ao volume de lançamento, sendo que a última apresenta a distribuição nas UGHs.

Tabela 63: Estratificação das interferências reclassificadas de lançamento do universo de partida.

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

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

Tabela 64: Volumes outorgados reclassificados de lançamento do universo de partida (mil m³/ano).

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

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

Por fim, a tabela abaixo apresenta o volume outorgado reclassificado de lançamento por finalidade de uso e por UGH.

Tabela 65: Interferências e volume outorgado reclassificado de lançamento por finalidade de uso e UGH (m³/a).

Finalidade de Uso		Alto Paranapanema	Médio Paranapanema	Pontal Do Paranapanema	Piraponema	Norte Pioneiro	Tibagi
Saneamento	#	20	11	10	12	20	31
	m ³ /a	14.883	1.283	21.798	7.433	11.590	35.137
Consumo Humano	#	42	31	6	1	7	3
	m ³ /a	6.738	9.116	1.065	184	222	556
Criação Animal	#	14	37	1	3	1	1
	m ³ /a	5.813	24.561	1.771	26.471	0	22
Indústria	#	50	48	26	19	19	51
	m ³ /a	45.673	10.390	15.197	12.788	19.269	100.657
Mineração	#	22	2	6	0	0	0
	m ³ /a	2.508	76	545	0	0	0
Termoelétrica	#	0	1	0	0	1	0
	m ³ /a	0	116.532	0	0	254	0
Outros	#	126	73	34	0	5	0
	m ³ /a	127.858	56.467	47.303	0	6	0
Total	#	274	203	83	35	53	86
	m³/a	203.473	218.426	87.680	46.876	31.342	136.372

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

4.3. Análises complementares

O presente item encerra este capítulo ao apresentar tanto uma análise temporal da concessão de outorgas na Bacia do Rio Paranapanema, assim como uma análise das interferências que não são classificadas como sendo de captação ou lançamento. Sua realização fez uso da extração do cadastro de outorgas datado em 22/03/2024.

4.3.1. Dinâmica temporal das outorgas

Os mesmos passos que definem o universo de partida, conforme apresentou-se no item 4.1, podem ser utilizados para averiguar não apenas os registros de outorgas atuais, como também pretéritos. Como forma de demonstrar as dinâmicas temporais, observam-se dez (2012) e cinco (2017) anos pretéritos à linha de corte de 2022. Para estes anos, a modificação realizada na filtragem da base de outorgas foi quanto ao passo 2, que selecionou os registros que estavam vigentes e que haviam sido emitidos até os referidos anos.

Tabela 66: Estratificação das interferências por dominialidade e ano-base.

Tipologia	Ano-Base	Dado	Dominialidade			Total Bacia do Rio Paranapanema
			União	São Paulo	Paraná	
Captação	2012	#Interf.	1	99	282	382
		mil m ³ /a	470	43.218	98.930	142.618
	2017	#Interf.	41	428	299	768
		mil m ³ /a	54.940	166.531	151.629	373.100
	2022	#Interf.	391	2.349	823	3.563
		mil m ³ /a	367.902	1.982.439	780.797	3.131.138
	2012	#Interf.	1	45	23	69
		mil m ³ /a	272	9.788	65.674	75.734
Lançamento	2017	#Interf.	6	104	55	165
		mil m ³ /a	8.248	30.389	632.418	671.056
	2022	#Interf.	33	511	303	847
		mil m ³ /a	48.031	604.721	1.665.045	2.317.797
Total	2012	#Interf.	2	144	305	451

Tipologia	Ano-Base	Dado	Dominialidade			Total Bacia do Rio Paranapanema
			União	São Paulo	Paraná	
	2017	mil m ³ /a	742	53.006	164.604	218.352
		#Interf.	47	532	354	933
	2022	mil m ³ /a	63.188	196.921	784.047	1.044.156
		#Interf.	424	2.860	1.126	4.410
		mil m ³ /a	415.933	2.587.160	2.445.842	5.448.935

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

No total geral de interferências (captação e lançamento), observa-se que em dez anos pretéritos, a União outorgava apenas 2, com um volume de 742 mil m³/a. São Paulo registrava 144 interferências totalizando 53.006 mil m³/a, e o Paraná teve 305 interferências com 164.604 mil m³/a, resultando em 451 interferências e 218.352 mil m³/a na BH. Esse volume total outorgado aumentou 378% nos cinco anos até 2017. Nesse ano, União outorgava 47 usuários com 63.188 mil m³/a, São Paulo teve 532 interferências totalizando 196.921 mil m³/a, e o Paraná registrou 354 interferências com 784.047 mil m³/a, somando 933 registros e 1.044.156 mil m³/a. Já na atualidade (2022), são 1.248 interferências outorgadas que perfazem volume de 1.837.408 mil m³/a, ou seja, 76% maior do que nos 5 anos precedentes. Dentre estas, a União registra 118 outorgas com 112.870 mil m³/a, São Paulo registra 802 com 832.418 mil m³/a, e o Paraná registra 328 com 892.121 mil m³/a.

Ao longo dos três períodos analisados, observa-se um aumento significativo tanto no número de interferências quanto no volume de água captada e lançada na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema. A captação de água aumentou de 382 interferências em 2012 para 1.005 em 2022, enquanto o volume captado passou de 142.618 mil m³/a para 1.031.244 mil m³/a. Este aumento foi mais pronunciado na dominialidade de São Paulo, que passou de 43.218 mil m³/a em 2012 para 696.851 mil m³/a em 2022. No lançamento de efluentes, o número total de interferências aumentou de 69 em 2012 para 243 em 2022, com o volume lançado passando de 75.734 mil m³/a

para 806.164 mil m³/a. Novamente, São Paulo apresentou um aumento significativo no volume lançado, de 9.788 mil m³/a em 2012 para 135.567 mil m³/a em 2022.

No total geral, o número total de interferências na bacia aumentou de 451 em 2012 para 1.248 em 2022 (aumento de 177%), enquanto o volume total (captação e lançamento) passou de 218.352 mil m³/a para 1.837.408 mil m³/a (741%).

Tabela 67: Interferências totais (captação e lançamento) por finalidade de uso nos três recortes temporais.

Finalidade de Uso	Recortes Temporais			Variação (2022-2012)
	2012	2017	2022	
Abastecimento Público	23	36	101	339%
Aquicultura (Tanque Escavado)	13	19	24	85%
Aquicultura (Tanque Rede)	2	4	3	50%
Consumo Humano	8	56	22	175%
Criação Animal	106	99	24	-77%
Esgotamento Sanitário	13	29	59	354%
Indústria	24	86	111	363%
Irrigação	158	420	617	291%
Mineração (Areia)	8	23	33	313%
Mineração (Outros)	1	1	10	900%
Outras	95	160	243	156%
Transposição	0	0	1	-
TOTAL	451	933	1.248	177%

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

A tabela acima apresenta a quantidade total de interferências (captação e lançamento) outorgadas na Bacia do Rio Paranapanema nas três dominialidades somadas (ANA, DAEE e IAT) para os anos de 2012, 2017 e 2022. Observa-se que apenas os registros de criação animal diminuíram, enquanto todas as demais finalidades de uso tiveram crescimento expressivo na quantidade de outorgas emitidas. Os destaques são para o crescimento da indústria (que detinha 24 outorgas e passa a ter 111) e irrigação. Este último setor usuário já era o principal uso outorgado em 2012, com 158 registros que representavam 35% do total; participação relativa que continuou a

crescer e chega na atualidade com 49% (617 registros). Esse crescimento da irrigação denota a tendência de incremento na atividade da agricultura irrigada.

As outorgas de abastecimento público também aumentaram ao longo da última década, saindo de 23 para 101 (crescimento de 339%). Uma vez que a quantidade de municípios na bacia não se alterou, pode-se concluir que o crescimento na quantidade de outorgas se dá - majoritariamente - pela regularização de usuários dos recursos hídricos, demonstrando a maior efetividade da gestão das águas na bacia. pode-se ter, adicionalmente, municípios que passaram a ser abastecimentos com águas superficiais e entraram, assim, nos filtros realizados.

A tabela abaixo permite observar os volumes outorgados totais, nas três dominialidades e para os dois tipos de interferência somados (captação e lançamento). Pode-se observar que a irrigação teve um crescimento expressivo não apenas na quantidade de interferências, mas também no volume correspondente a estas: a representatividade do volume captado pela irrigação (atividade que não tem registros de lançamento) sobre o volume total subiu de 19% em 2012 para 29% em 2022. Interessante observar que a representatividade do volume captado pela finalidade de abastecimento humano foi reduzida de 19% em 2012 para 12% em 2022, mesmo com o aumento da quantidade de interferências e aumento de volume de 424%.

Tabela 68: Volume total outorgado (captação e lançamento) por finalidade de uso nos três recortes temporais (mil m³/a).

Finalidade de Uso	Recortes Temporais			Variação (2022-2012)
	2012	2017	2022	
Abastecimento Público	41.601	110.163	217.899	424%
Aquicultura (Tanque Escavado)	5.855	22.204	13.185	125%
Aquicultura (Tanque Rede)	818	1.990	1.676	105%
Consumo Humano	361	3.234	2.871	695%
Criação Animal	695	637	664	-4%
Esgotamento Sanitário	49.199	173.955	270.726	450%
Indústria	53.036	88.903	130.559	146%

Finalidade de Uso	Recortes Temporais			Variação (2022-2012)
	2012	2017	2022	
Irrigação	41.190	170.534	536.393	1202%
Mineração (Areia)	1.304	4.363	28.070	2053%
Mineração (Outros)	3	3	15.442	528730%
Outras	24.291	468.169	619.844	2452%
Transposição	0	0	81	-
TOTAL	218.352	1.044.156	1.837.408	741%

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

O volume total outorgado à finalidade de uso industrial apresenta crescimento de 146%, menor, portanto, que o crescimento na quantidade de interferências. Isso sugere a regularização de usuários menores, além do crescimento da atividade industrial per se. Ademais, nota-se que para parte expressiva dessa variação se dá pelos registros de lançamento industrial: enquanto em 2012 havia apenas 7 interferências industriais outorgadas para tal, atualmente são 36 (todas no estado de São Paulo).

A finalidade de uso com a mudança mais expressiva em termos de volume ao longo da última década foi a indefinida ("outras"). No total, o volume assim registrado representava 11% do volume outorgado total, mas essa representação cresceu para 34% na atualidade.

Interessante notar que o prazo de validade médio das outorgas varia entre as entidades emissoras, assim como varia entre as finalidades de uso. Apresenta-se então as vigências médias, calculadas pela diferença entre as datas de caducidade e data inicial dos registros. Inicialmente, observam-se diferenças significativas entre as vigências estaduais e federal (Tabela 69).

Para a finalidade de abastecimento público, por exemplo, a vigência média das interferências é de 18 anos na União, enquanto em São Paulo é de 7,9 anos e no Paraná de 5,7 anos. Há, ainda, uma diferença significativa na vigência das interferências de lançamento, sendo mais estáveis as emitidas pelo estado de São Paulo e mais curtas as emitidas pelo estado do Paraná. Na média paranaense, as companhias prestadoras

de serviços de esgotamento sanitário têm de renovar suas outorgas em 4,1 anos, enquanto esse mesmo prazo para as companhias paulistas é de 12 anos.

Tabela 69: Vigência média das interferências por finalidade de uso e emissor (anos).

Finalidade De Uso	União	São Paulo		Paraná	
Abastecimento Público	18,0	7,9		5,7	
Aquicultura (Tanque Escavado)	10,0	5,0		9,3	
Aquicultura (Tanque Rede)	-	30,0		-	
Consumo Humano	10,0	5,0 (capt.)	28,5 (lanç.)	10,0 (capt.)	2,0 (lanç.)
Criação Animal	-	5,0 (capt.)	30,0 (lanç.)	7,2	
Esgotamento Sanitário	12,3	12,0		4,1	
Indústria	10,0	5,0 (capt.)	18,2 (lanç.)	8,4	
Irrigação	9,9	9,1		6,8	
Mineração (Areia)	9,2	5,0 (capt.)	30,0 (lanç.)	8,8	
Mineração (Outros)	-	5,0		3,0	
Outras	-	5,0 (capt.)	17,9 (lanç.)	33,9 (capt.)	4,7 (lanç.)
Transposição	-	5,0		-	

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

Com base nos dados temporais levantados, tanto nos recortes pretéritos de 5 e 10 anos atrás, como nos prazos médios de vigência das interferências, comprehende-se que há uma certa estabilidade na quantidade de interferências outorgadas para usos como abastecimento humano e esgotamento sanitário, bem como uma tendência de crescimento para usos produtivos, especialmente a agricultura irrigada. Nos cenários prospectivos apresentados pelo PIRH-Paranapanema (ANA, 2016), em todas os três futuros possíveis (Acelerado, Tendencial e Estagnado) há crescimento positivo das demandas hídricas, especialmente devido à irrigação. Esse crescimento de demandas deverá ser desdobrado em novas interferências que estarão sujeitas à cobrança.

4.3.2. Outras interferências na base de outorgas

O filtro realizado na base completa de outorgas (tal como descrito no item 4.1) selecionou, no passo 3, os tipos de interferência "captação" e "lançamento", pois são

estes os que têm (ou deveriam ter) referência aos volumes respectivamente captados e lançados e, portanto, passíveis de serem cobrados pelo uso de recursos hídricos. Existem, no entanto, dois outros tipos de interferências na base, que são aqui apresentados para fins de conhecimento da bacia e discussão acerca de seu tratamento no futuro mecanismo de cobrança: "barragem" e "ponto de referência". Para ambos, não existem volumes de consumo ou lançamento associados às outorgas.

Tabela 70: Filtros realizados na base de outorgas para ampliar o conhecimento acerca dos usuários.

Passo	Informação	Seleção	Registros
-	Todas	-	8.374
1	Situação da Outorga	Outorgado	5.864
2	Término do Prazo de Outorga	Maior que 2022	3.452
3	Tipo de Interferência	Ponto de Referência Barragem	668
4	Subtipo de Interferência	Superficial	668

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

São identificadas 668 interferências do tipo Ponto de Referência (441) e Barragem (277), cujas subdivisões por finalidade de uso são apresentadas abaixo. Abordando-se primeiramente a tipologia Barragem, nota-se o registro de 227 interferências, a maior parte delas (172, ou 76%) de finalidade de uso "Reservatório, Barramento, Regularização de Vazões para Usos Múltiplos". Existem, também, 51 aproveitamentos hidrelétricos na bacia (22% dos registros), 4 deles em rios de domínios da União e os demais nas vertentes estaduais.

Tabela 71: Estratificação das interferências do tipo Barragem.

Finalidade de Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Aproveitamento Hidroelétrico	4	30	17	51
Reservatório, Barramento, Regularização de Vazões para Usos Múltiplos	0	152	20	172
Outras	0	4	0	4
TOTAL	4	186	37	227

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

A tipologia de Ponto de Referência apresenta cinco diferentes finalidades de uso. Dentre estes, a principal é de obras hidráulicas (outorgadas tanto pelo estado do Paraná como pelo estado de São Paulo, mas não pela União), seguidos das interferências de finalidade "outras", principalmente outorgadas pelo estado do Paraná (tabela abaixo).

Tabela 72: Estratificação das interferências do tipo Ponto de Referência.

Finalidade de Uso	União	São Paulo	Paraná	Total
Aquicultura em Tanque Rede	53	0	0	53
Consumo Humano	0	5	0	5
Mineração - Extração de Areia	0	7	0	7
Obras Hidráulicas	0	199	48	247
Outras	0	2	117	119
Serviços	0	7	3	10
TOTAL	53	220	168	441

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

Nota-se que o DAEE tem 12 outorgas de ponto de referência para finalidades que podem ser tipicamente classificadas como de captação ou lançamento (consumo humano e mineração). Não é claro se essas interferências são classificadas como Ponto de Referência devido ao pequeno volume de captação ou lançamento, ou por outros aspectos. De forma análoga, os dois estados outorgam Ponto de Referência para a finalidade "serviços", o que pode se dar por razões pontuais (obra de uma rodovia, por exemplo) ou por classificações equivocadas de interferências de captação.

Aquicultura em tanque rede

Por fim, e de forma relevante, nota-se a existência de 53 interferências de aquicultura em tanque rede emitidas pela União sob tipo Ponto de Referência. A partir do Decreto do Poder Executivo nº 10.567, de 14 de dezembro de 2020, que dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para

a prática da aquicultura, a ANA passou a outorgar à então Secretaria de Aquicultura e Pesca do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atual Ministério da Pesca e Aquicultura, outorga de direito de uso de recursos hídricos para a prática da atividade⁹. Segundo o Art. 9º do referido diploma, cabe à ANA avaliar a capacidade de suporte do reservatório para a prática da aquicultura, descontados os usos correspondentes às outorgas vigentes; tal como cabe ao Ministério da Pesca e Aquicultura encaminhar relatórios referentes à produção aquícola instalada (tonelada por ano) e à carga média de fósforo gerada pelos sistemas de cultivos (quilograma por dia) nos corpos hídricos.

Nota-se que um abrangente estudo do Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais¹⁰, para o Ministério da Pesca e Aquicultura (2013), auxiliou na definição de parques aquícolas nos reservatórios do rio Paranapanema, cuja capacidade de suporte foi estimada com base nas determinações legais, levando em consideração as cargas orgânicas que cada área dos reservatórios poderia receber. Os padrões de dispersão das partículas orgânicas, como restos de ração e fezes, foram modelados matematicamente nestes ambientes, resultando em um alto potencial de produção aquícola.

Segundo Montahini Neto, Nocko e Ostrensky (2016), a ocupação de áreas aquícolas com base na capacidade de suporte ambiental nos grandes reservatórios do rio Paranapanema (Jurumirim, Chavantes, Salto Grande, Canoas II, Canoas I, Capivara, Taquaruçu e Rosana) soma 3,5 km² e permitiria a produção de 98 mil toneladas anuais. Desde a publicação dos estudos supracitados, a atividade de aquicultura - especialmente a criação de tilápias do Nilo - está em ascendência. Conforme os dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do IBGE para a produção aquícola, nos últimos dez anos o volume de produção paranaense cresceu 261%, sendo que a paulista cresceu 117%, atingindo respectivamente 162 e 53 mil toneladas em 2022.

⁹ Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.576-de-14-de-dezembro-de-2020-294065470>

¹⁰ Disponível em: <https://gia.org.br/portal/parques-aquicolas-do-paranapanema/>

(Figura 14). O valor da produção nesse mesmo ano foi de R\$ 1,16 bilhões no Paraná e de R\$ 411 milhões em São Paulo.

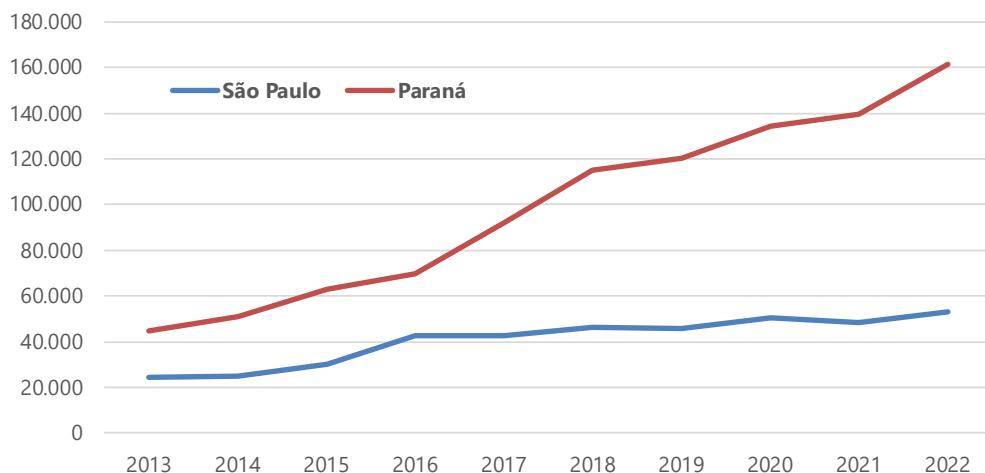


Figura 14: Evolução da produção de tilápias, em toneladas

Fonte: PAM/IBGE. Adaptado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Em 2022, dos 247 municípios componentes da bacia, verificou-se a produção de 17,84 mil toneladas de tilápia em 151 deles, perfazendo 8% da produção total dos estados do Paraná e São Paulo - resultado bastante aquém do potencial estimado por Montahini Neto, Nocko e Ostrensky (2016). Destacam-se os municípios de Itambaracá-PR, Carlópolis-PR, Fartura-SP, Alvorada do Sul-PR e Ipaussu-SP, que juntos representam 46% do total produzido na bacia. Cabe destacar que os da PAM/IBGE não distinguem a forma de produção, que pode se dar em tanques escavados ou em tanques rede.

Tabela 73: Vinte maiores produtores de tilápia na bacia.

Município	UGH	UPH	Produção em 2022 (ton)
Itambaracá-PR	Norte Pioneiro	Baixo Cinzas	2.550
Carlópolis-PR	Norte Pioneiro	Itararé Norte Pioneiro	2.300
Fartura-SP	Alto Paranapanema	Itararé Alto Paranapanema	1.800
Alvorada do Sul-PR	Piraponema	Vermelho/Capim	816
Ipaussu-SP	Alto Paranapanema	Alto Paranapanema M.D.	801

Município	UGH	UPH	Produção em 2022 (ton)
Guamiranga-PR	Tibagi	Alto Tibagi	746
Cândido Mota-SP	Médio Paranapanema	Pari/Novo	689
Itaí-SP	Alto Paranapanema	Taquari	669
Primeiro de Maio-PR	Tibagi	Baixo Tibagi	650
Palmital-SP	Médio Paranapanema	Pari/Novo	620
Arandu-SP	Alto Paranapanema	Alto Paranapanema M.D.	541
Sertaneja-PR	Norte Pioneiro	Baixo Cinzas	480
Bela Vista do Paraíso-PR	Piraponema	Vermelho/Capim	255
Castro-PR	Tibagi	Médio-Alto Tibagi	225
Cambé-PR	Tibagi	Baixo Tibagi	180
Fernandes Pinheiro-PR	Tibagi	Alto Tibagi	165
Ibiporã-PR	Tibagi	Baixo Tibagi	160
Munhoz de Melo-PR	Piraponema	Pirapó	160
Cambará-PR	Norte Pioneiro	Baixo Cinzas	150
Sabáudia-PR	Piraponema	Pirapó	135
Demais municípios	-	-	3.751

Fonte: PAM/IBGE. Adaptado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

A aquicultura em tanque rede é feita com estruturas flutuantes de redes ou telas que, embora permitam a livre circulação da água (uso não consuntivo), podem ter implicações de qualidade de água, perfazendo atividade caracterizada pelo lançamento de efluentes. Nesse sistema produtivo, os animais são alimentados com ração, o que ocasiona a geração de resíduos da própria ração e - principalmente - resíduos metabólicos com cargas de nutrientes (fósforo e nitrogênio) e matéria orgânica. A administração de rações desbalanceadas também pode agravar a dispersão no ambiente: segundo levantamentos de Ostrensky e Montahini Neto (2016), até 70% dos nutrientes presentes nas rações utilizadas podem ser despejadas para o ambiente na forma de resíduos e dejetos.

O crescimento da atividade e o fato de que a União outorga 53 dos 56 registros (mesmo sendo como tipologia Ponto de Referência) implica que os estados de São

Paulo e Paraná podem estar classificando a atividade como finalidade de uso "outras", ou mesmo dispensando de outorga uma atividade com características de lançamento de efluentes que podem vir a participar da cobrança pelo uso dos recursos hídricos das águas da Bacia do Rio Paranapanema. Afinal, uma vez que seja possível associar à produção da tilápia uma carga de BDO, a aquicultura em tanque rede se torna um uso típico de incidência da cobrança. Resta a dúvida se as interferências outorgadas pela União poderiam ser reclassificadas como de lançamento, haja vista a natureza da atividade. Se assim o forem, passariam a compor a base de cobrança, devendo para tanto, ter carga de lançamento associada. Como visto nos itens anteriores, essa atividade tem três outorgas emitidas pelo estado de São Paulo como lançamento, perfazendo um volume médio de 559 mil m³ por ano cada uma.

Para fins do presente estudo, cabe citar alguns achados na literatura especializada. Ayroza (2012), por exemplo, investigou as características limnológicas em áreas sob influência de piscicultura em tanques rede no reservatório da UHE Chavantes, no rio Paranapanema, envolvendo a coleta e análise de diversas variáveis, incluindo a DBO, ao longo de um período de um ano. Os resultados foram obtidos em diferentes compartimentos do reservatório (lacustre e de transição) e em áreas com e sem piscicultura, a título de controle. A DBO foi medida em nove pontos amostrais (superfície, meio e fundo) e apresentou variações mensais ao longo do período de estudo (dezembro de 2006 a novembro de 2007), cujos valores médios superficiais são apostos na tabela abaixo.

Tabela 74: Valores médios de demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) avaliadas no reservatório da UHE Chavantes no período de dez/2006 a nov/2007.

Pontos Amostrais	Área de Piscicultura	Área de Controle
PA 1	2,89	2,78
PA 2	2,65	2,50

Fonte: Ayroza (2012). Adaptado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Segundo as conclusões de Ayroza (2012), as áreas de piscicultura apresentaram aumento na DBO, mais evidente na piscicultura 2 devido à estrutura do reservatório e ao manejo da atividade. Esse aumento, no entanto, foi discreto e pode ser influenciado por características hidrodinâmicas e a entrada de nutrientes da bacia.

Estudo similar realizado por Mallasen et al. (2012) no reservatório de Ilha Solteira, no rio Paraná, estado de São Paulo, amostrou três estações de coleta: uma (P2) na área de criação de tilápias, com 240 tanques da empresa Geneseas Aquacultura (cobrindo uma área de 4,5 hectares), uma área de controle distante da criação (P1), e uma terceira a jusante da criação (P3). As amostragens foram realizadas mensalmente de fevereiro de 2008 a janeiro de 2010, cujos resultados médios e desvio padrão são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 75: Valores médios de demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) avaliadas no reservatório da UHE Ilha Solteira no período de fev/2008 a jan/2010.

	Média	Desvio Padrão
P1 (distante dos tanques)	2,0	±1,1
P2 (área dos tanques)	2,8	±1,5
P3 (jusante dos tanques)	2,7	±1,2

Fonte: Mallasen et al. (2012). Adaptado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Segundo o levantamento limnológico de Neu et al. (2013) em área de criação de peixes em tanques rede no reservatório de Itaipu, os resultados para oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade elétrica, transparência, pH, fósforo, ortofosfato, amônia, clorofila-a e DBO apresentaram variações sazonais, mas sem alterações significativas (incluindo na DBO), mantendo-se dentro dos limites adequados para a atividade.

5. PERCEPÇÕES DOS USUÁRIOS E GESTORES

Um dos objetivos do estudo é o de propor mecanismos de cobrança alinhados às expectativas dos usuários e gestores da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, o que requer obter percepções e subsídios para validação de dados e informações encontradas ao longo das atividades. A consecução desse objetivo foi realizada com base na aplicação de um questionário online com usuários da bacia (descrita no item 5.1) e com base na realização de um ciclo de discussão online com pontos focais da bacia (descrita no item 5.2).

O estabelecimento das relações Plano-Cobrança e dos três cenários de implementação da cobrança (Capítulo 6, itens 6.1 e 6.2, respectivamente) consideraram as percepções dos atores quanto ao papel do CBH na execução das ações do componente de Intervenções e Articulação. As percepções dos usuários também subsidiaram informações quanto à razão de volume captado versus outorgado e quanto à possibilidade de maior eficiência hídrica (ver item 9.2). Ademais, com base na percepção dos atores se observou relevante testar diferentes abrangências para o mecanismo de cobrança na bacia (ver item 7.2.5).

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

5.1. Questionário online com usuários da bacia

O questionário aplicado foi voltado a todo e qualquer usuário das águas da Bacia do Rio Paranapanema, e aborda opiniões acerca da configuração da cobrança na bacia, a hidrointensidade das produções econômicas, a existência de mensuração dos volumes captados e lançados, as percepções sobre os principais problemas da bacia e sobre o papel do Comitê em fomentar a agenda setorial.

O questionário online ficou aberto para respostas durante os 56 dias que decorreram entre 06 de maio de 2024 e 01 de julho de 2024, por meio do link <<https://forms.gle/LCEaaZXJW1fsLA86>>. A divulgação do questionário foi realizada das seguintes formas:

- Pela ANA, por meio de Ofício Circular nº 22/2024/SAS/ANA, de 07 de maio de 2024, enviado por e-mail aos principais usuários da bacia, apresentando a empresa que conduz o estudo e solicitando colaboração no questionário;
- Pelo Comitê de Bacia Hidrográfica, que realizou postagens em suas redes sociais e comentou sobre o questionário em seus encontros - inclusive quando da formação do Grupo de Trabalho de Cobrança;
- Pela consultoria, que enviou 131 e-mails para outorgados solicitando informações e convidando para responderem ao questionário.

O questionário recebeu 66 contribuições, que são abaixo descritas. Nota-se que a quantidade é insuficiente para se ter uma leitura estatisticamente válida como representativa do universo de outorgas. Para que se tivesse obtido a validade estatística, com um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5%, seriam necessárias aproximadamente 354 respostas. Esse cálculo é realizado com base na estimativa do universo de usuários, que é de 4,3 mil outorgas.

A estrutura dos tópicos descritos abaixo reflete a do próprio questionário.

5.1.1. Identificação dos usuários

As primeiras questões são identificadoras dos usuários respondentes. Observa-se pela figura abaixo que houve uma boa representação das UGHs, sendo que a maior parte das respostas veio de usuários paulistas.

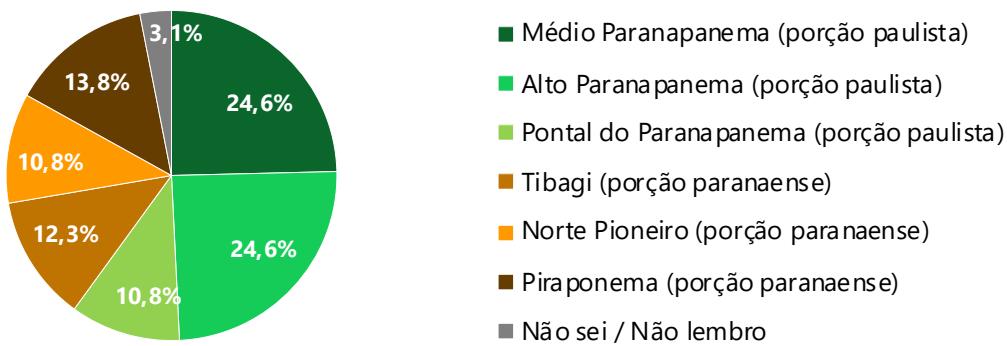


Figura 15: Em qual Unidade de Gestão da bacia seu estabelecimento outorgado ou dispensado de outorga se encontra?

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

Parte expressiva dos usuários respondentes detém outorgas de captação subterrânea (47%), tanto na vertente paranaense quanto na paulista. Os demais 53% detêm outorgas superficiais, sejam de captação (36%) ou lançamento (17%). Entre todas as ocorrências de respostas, 49% são de usuários outorgados pelo DAEE, 39% do IAT e 12% da ANA.



Figura 16: Qual é o tipo da outorga do seu estabelecimento?

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

Quanto à representatividade das respostas acerca da principal finalidade de uso, tem-se que a maior parte dos respondentes faz uso industrial das águas (34,8%), enquanto 25,8% realizam a irrigação.

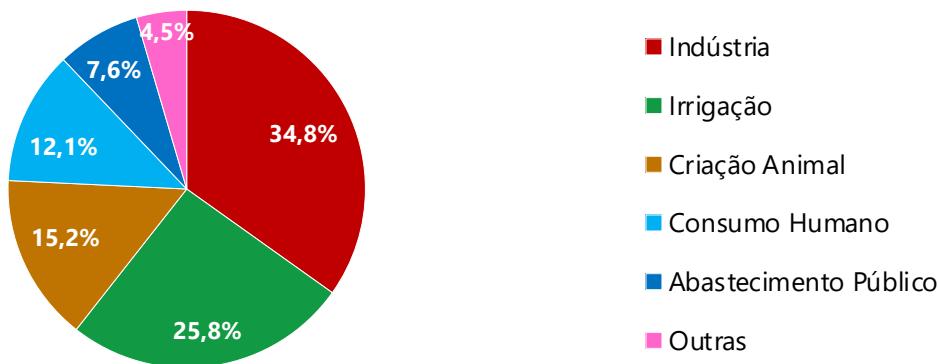


Figura 17: Qual a principal finalidade de uso da água que consta na sua outorga de captação?

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

Embora a quantidade de respostas não seja estatisticamente válida, tem-se uma boa representatividade de locais e perfis de usuários para aguçar a percepção acerca da temática da cobrança.

5.1.2. Sobre o uso da água no estabelecimento / processo produtivo

A questão acerca da seção do CNAE vinculado à outorga retornou 57 respostas válidas e agregadas em 15 atividades econômicas (tabela abaixo).

Tabela 76: Qual o CNAE da atividade principal vinculada à outorga?

Seção CNAE	Respostas
Agricultura, Pecuária e Serviços Relacionados	22
Captação, Tratamento e Distribuição de Água	5
Fabricação de Produtos Alimentícios	5
Fabricação de Produtos Químicos	4
Atividades de Comércio e Serviço	3
Fabricação de Bebidas	3
Fabricação de Celulose, Papel e Produtos de Papel	3

Produção Florestal	3
Fabricação de Outros Equipamentos de Transporte, Exceto Veículos Automotores	2
Serviços Especializados para Construção	2
Coleta, Tratamento e Disposição De Resíduos; Recuperação De Materiais	1
Descontaminação e Outros Serviços de Gestão de Resíduos	1
Fabricação de Produtos de Borracha e de Material Plástico	1
Fabricação de Produtos Diversos	1
Pesca e Aquicultura	1

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

A questão: *Como você descreve o principal uso da água em seu estabelecimento e/ou processo produtivo, sendo mais específico que a classificação CNAE?* retornou um total de 59 respostas únicas e de grande valia para subsidiar a análise das respostas e também para compreender o perfil dos usuários dos recursos hídricos. Conforme a identificação da seção do CNAE, a maior parte delas é correlata às atividades agropecuárias, como a irrigação de cereais e batata, de cereais e café, de feijão, milho, trigo, soja, sorgo e banana, de laranja, de mudas de pinus e eucalipto produzidas em tubetes, de pastagens e outros. Notam-se diversas combinações entre culturas, assim como usos múltiplos em uma única interferência (a exemplo de "tratamento de superfícies, resfriamento de equipamentos e consumo humano" e de "bovino, oleícolas, abastecimento residências").

Quanto à questão: *No caso de irrigação, indique o principal sistema* utilizado e a área irrigada (hectares)*, obtiveram-se 16 respostas, sendo que 10 delas (62,5%) indicam a utilização de pivô central. As demais utilizam de outros métodos, como aspersão. Oito respondentes identificaram a área irrigada, que totaliza 1.351 hectares. Estas informações serão utilizadas para contrastar e eventualmente complementar os dados de irrigação quanto à produtividade e ao uso da água.

De um total de 65 respostas à questão apresentada na figura abaixo, 51 indica que a água é um insumo essencial (muito dependente). Somando-se os respondentes que indicam graus 4 e 5 de dependência, tem-se 89% das respostas.

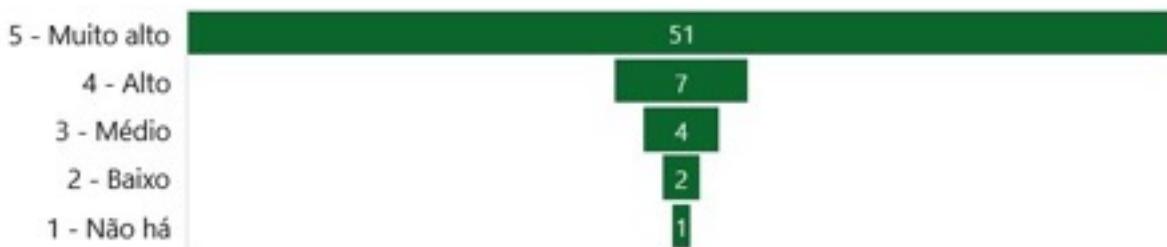


Figura 18: Como julga o grau de dependência de água no processo produtivo de seu estabelecimento (vinculado à outorga)?

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

Em relação à questão: *Considerando os últimos 5 anos, como você estima o volume de captação efetiva do seu estabelecimento em relação ao volume outorgado?*, obtiveram-se 59 respostas numéricas, distribuídas conforme figura abaixo. Torna-se claro que a maior parte dos respondentes não utiliza efetivamente o total de volume outorgado. Tampouco se observa evidências de obtenção de "reserva de mercado", que caracterizaria usos muito inferiores aos outorgados. Trinta e um das respostas situam a razão de volume de uso / volume outorgado entre 70% e 90%.

Uma das respostas, não numéricas, aborda o fato de que a bacia apresentou déficit pluviométrico nos últimos 5 anos, resultando em uso de volumes superiores aos outorgados. A variação no uso da água está diretamente ligada ao regime de chuvas, consumindo-se menos em alguns períodos e mais em outros. Ainda outra resposta não numérica identifica que a outorga é referente a um pivô de irrigação que está, no momento, desativado.

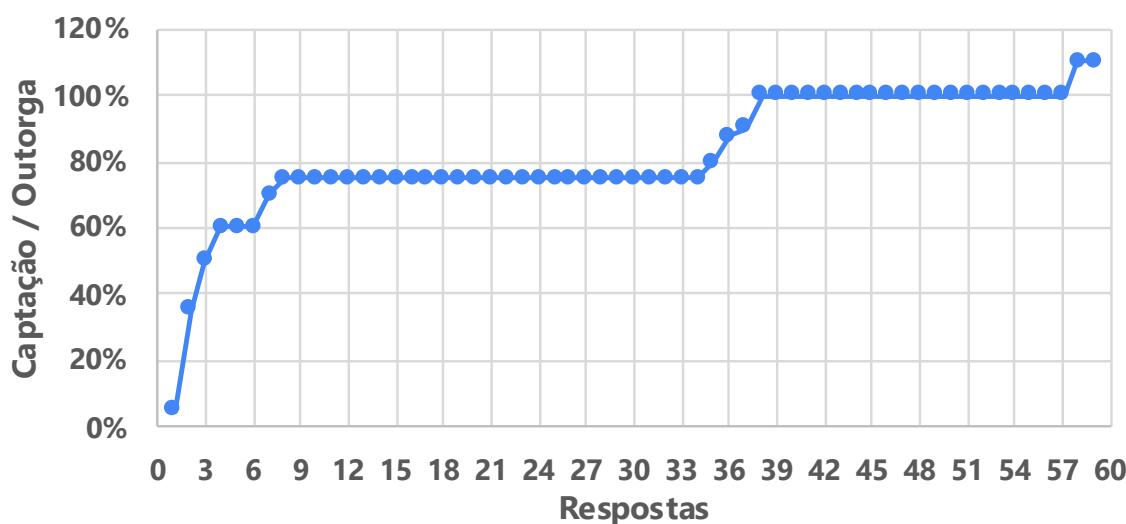


Figura 19: Considerando os últimos 5 anos, como você estima o volume de captação efetiva do seu estabelecimento em relação ao volume outorgado?

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

Todos os 66 respondentes endereçaram a questão abaixo, permitindo identificar que a maior parte realiza a medição ou estimativa periódica dos volumes captados e lançados. Todas as respostas de lançamento foram positivas - ou seja, são medidas ou estimadas de forma confiável.

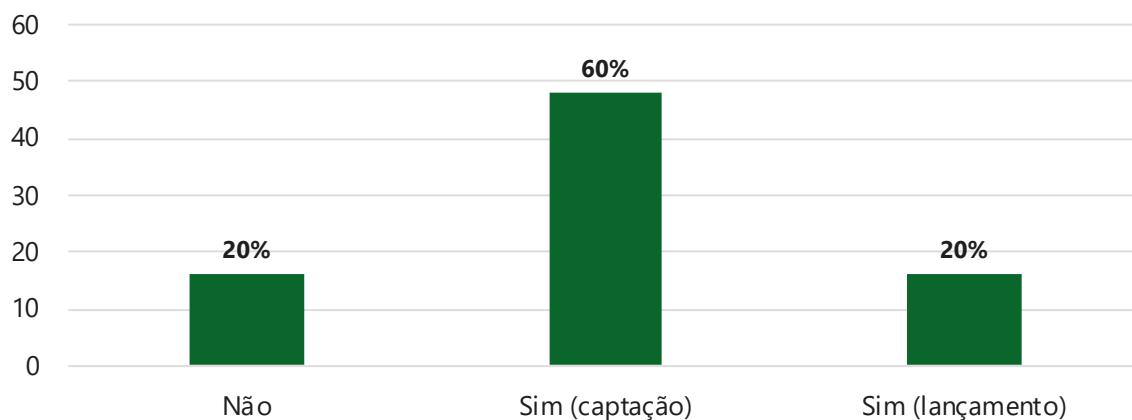


Figura 20: É realizada a medição periódica dos volumes captados e/ou lançados?

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

Quanto à questão: *Caso a resposta anterior tenha sido "não", qual seria a ordem de grandeza do custo de implantação de um sistema ou forma confiável de medição periódica?* seis dos respondentes que indicaram não ter medidas ou formas confiáveis

de estimar os volumes captados apontam investimentos menores do que R\$ 10 mil para que possam realizar a estimativa. Quatro outros indicam investimentos próximos de R\$ 50 mil para tal. Um respondente indica investimentos de R\$ 100 mil, enquanto um outro indica necessidades superiores a R\$ 500 mil.

5.1.3. Sobre o pagamento pelo uso de recursos hídricos (aplicação do instrumento de cobrança)

Quanto à questão: *Sobre a instituição do instrumento de pagamento pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, indique todas as finalidades de uso que julga pertinente incluir (ter cobrança)*, foram obtidas 64 respostas. Uma vez que o respondente tinha a opção de escolher qualquer combinação entre as nove finalidades de uso, os resultados são sintetizados na forma tabular.

Tabela 77: Quais finalidades de uso devem estar sujeitas à cobrança?

Combinações Entre Finalidades De Uso	Respostas	Frequência
Apenas uma finalidade de uso	17	27%
Duas finalidades de uso	6	9%
Três finalidades de uso	3	5%
Quatro finalidades de uso	10	16%
Cinco finalidades de uso	4	6%
Seis finalidades de uso	2	3%
Sete finalidades de uso	8	13%
Oito finalidades de uso	3	5%
Todas as nove finalidades de uso	11	17%

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

Considerando todas as opções marcadas (que ao todo totalizaram 290), a *Indústria* foi a mais citada com 17% das menções. Na sequência, aparece *Mineração* (13%) e *Irrigação* (13%).

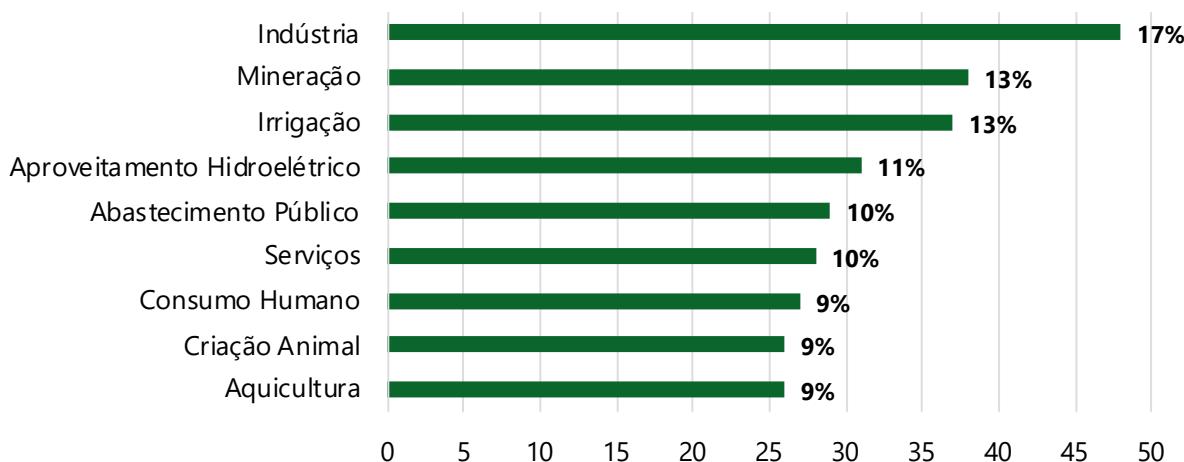


Figura 21: Sobre a instituição do instrumento de pagamento pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, indique todas as finalidades de uso que julga pertinente incluir (ter cobrança)

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

A partir da análise conjunta da Tabela 77 e da Figura 21, observa-se que a distribuição das respostas reflete uma diversidade de opiniões entre os usuários da bacia sobre a abrangência da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Uma parcela significativa dos respondentes (27%) acredita que apenas uma finalidade de uso deve estar sujeita à cobrança, enquanto 17% consideram que todas as nove finalidades de uso devem ser incluídas. Claramente, no entanto, a maior parte das respostas indica que diversos usuários precisam ser envolvidos e não apenas um.

Sobre a eventual forma de diferenciação do pagamento entre as diversas finalidades de uso das águas, nota-se pela figura abaixo que a maior parte dos 64 respondentes a essa questão julgam que os usos mais eficientes na conversão de m^3 em resultado econômico ($m^3/R\$$) devem pagar menos (55% das respostas).

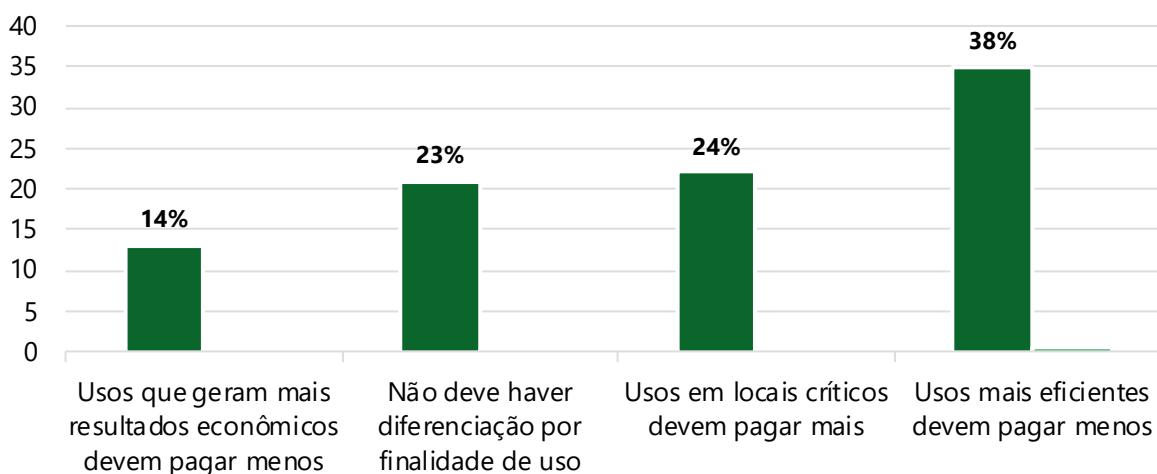


Figura 22: Sobre a forma de diferenciação do pagamento entre as diversas finalidades de uso das águas (saneamento, indústria, irrigação, criação animal, mineração etc.), selecione todas as alternativas que julga serem coerentes.

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

Praticamente uma terça parte dos respondentes julga que são os usos que ocorrem em locais críticos (conflito quali-quantitativo) devem pagar mais; enquanto outra terça-partida julga que não deve haver diferenciação alguma. Nota-se, ainda, que 34% dos respondentes (22) julgam que deve haver mais de um critério de diferenciação, sendo que a maior frequência destas opiniões seleciona a combinação entre os critérios de locais críticos e maior eficiência (que deve pagar menos).

Quanto à questão: *Sobre o estabelecimento de subsídios (totais ou parciais) quanto ao pagamento, selecione todas as alternativas que julga serem coerentes*, observam-se 64 respostas, dentre as quais 39% (25) acredita que não deve haver subsídio entre finalidades. A maior parte dos respondentes (59%, 38) identifica a necessidade de subsídios; no entanto, há discordância acerca da forma desse subsídio: 19 acredita que deve haver subsídio entre usuários de um mesmo setor (ex.: grandes e pequenos); e 19 acredita que deve haver subsídio entre setores, com os que mais geram resultado econômico subsidiando os que menos geram.

A questão: *Qual é o valor (R\$/m³) que você acha justo pagar pelo direito de uso dos recursos hídricos?* teve um total de 26 respostas numéricas.

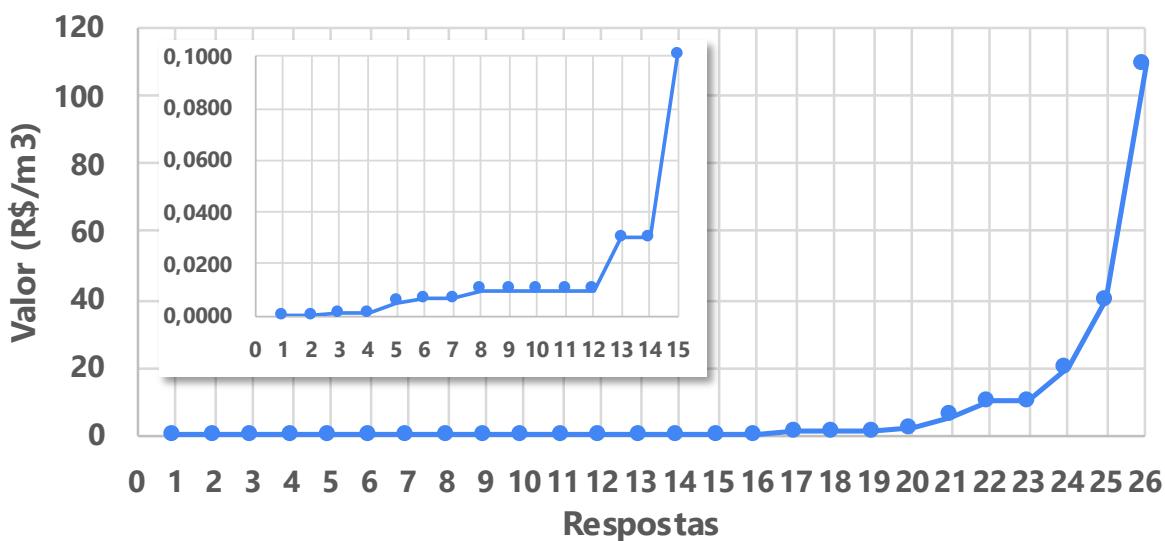


Figura 23: Qual é o valor (R\$/m³) que você acha justo pagar pelo direito de uso dos recursos hídricos?

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

Para sete respondentes (27%), a disposição a pagar pelo uso do recurso hídrico é inferior a R\$ 0,01/m³ (dois indicam zero, de fato, enquanto outros dois indicam 10% de um centavo). Cinco respostas (19%) apontam para o valor de R\$ 0,01/m³. Quatro respostas indicam valores entre R\$ 0,03/m³ e R\$ 0,15/m³. São três as respostas (12%) que apontam o valor de R\$ 1,00/m³; enquanto quatro outras respostas (15%) indicaram valores de R\$ 2,00/m³, R\$ 5,00/m³ e R\$ 10,00/m³. Os demais valores, superiores a R\$ 10,00/m³, aparecem apenas uma vez cada.

É interessante notar que a maioria das respostas (58%) sugere um valor igual ou inferior a R\$ 0,10/m³. Nota-se, também, que há uma grande variação nos valores propostos, que vão de R\$ 0,00/m³ até R\$ 109,00/m³. Pode-se, ainda, ler as respostas dadas com "números redondos" (R\$ 0,01/m³, R\$ 0,10/m³, R\$ 1,00/m³ e R\$ 10,00/m³) como referências da ordem de grandeza que se vislumbra a disposição a pagar. A ampla gama de respostas indica as diferentes percepções sobre o valor justo a ser pago pelo uso dos recursos hídricos, possivelmente influenciadas por fatores como a atividade econômica, a região, a disponibilidade de água e o conhecimento dos

respondentes acerca dos objetivos do instrumento cobrança e das necessidades de financiamento do plano de ações da bacia hidrográfica.

Enquanto a questão aberta acerca do valor "justo" a se pagar pelo uso dos recursos hídricos apresentou um leque bastante distinto de respostas, a questão acerca do mecanismo de cobrança apresenta uma resposta majoritária: para 35 dos 65 respondentes (54%), o mecanismo deve ser único para todos os Comitês da bacia, estaduais e federal. Para 34%, no entanto, os mecanismos devem ser diferentes.

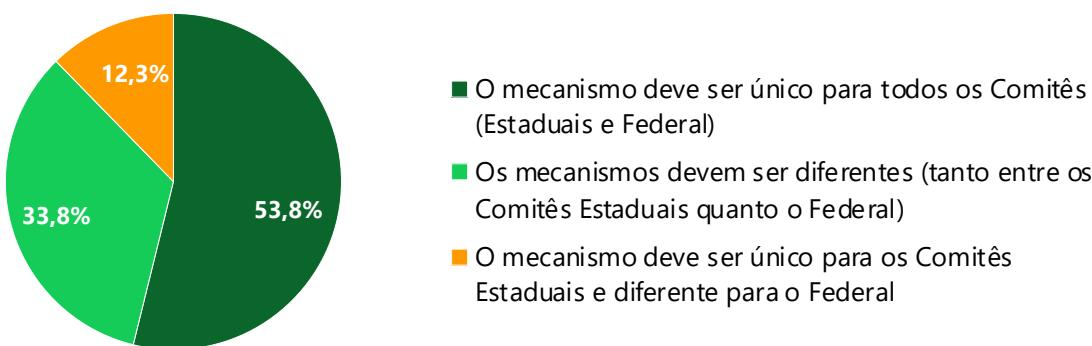


Figura 24: Sobre os mecanismos de cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, escolha a opção que julga mais coerente.

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

A questão *Sobre a afirmação: "Mesmo que haja medição ou estimativa coerente do volume consumido, o pagamento pelo uso do recurso hídrico deve incidir sobre o volume da outorga - afinal, a outorga também funciona como uma 'reserva de mercado' e, portanto, tem valor econômico.", você:* também não apresentou forte convergência de opiniões. Dezoito dos 66 respondentes indicam discordar plenamente, e juntamente com os 5 que escolhem "discordar", tem-se uma fração de 35% das opiniões. Já para 15 respondentes, há concordância plena. Somando-se aos 11 que escolhem "concordar", tem-se uma fração de 39% das opiniões positivas em relação à afirmação. Os demais 17 respondentes não concordam nem discordam.

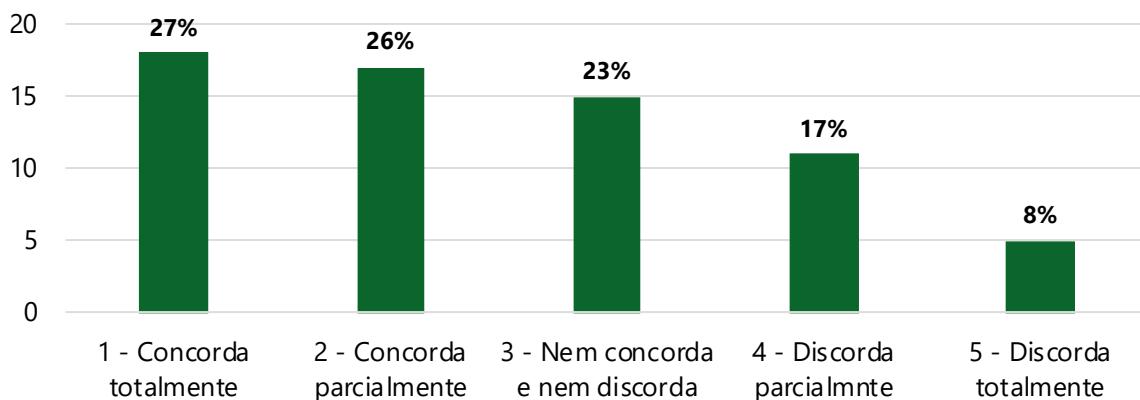


Figura 25: Sobre a afirmação: "Mesmo que haja medição ou estimativa coerente do volume consumido...", você:

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

Acerca da questão: *Sobre a participação de usuários de pequeno porte no mecanismo de pagamento, escolha a opção que julga mais coerente*, verificam-se 64 respostas. Destas, a maior fração (39%) indica que os usuários devem ser dispensados. Já para a maior parte dos respondentes (61%), os pequenos usuários devem ser cobrados, embora com diferentes valores.

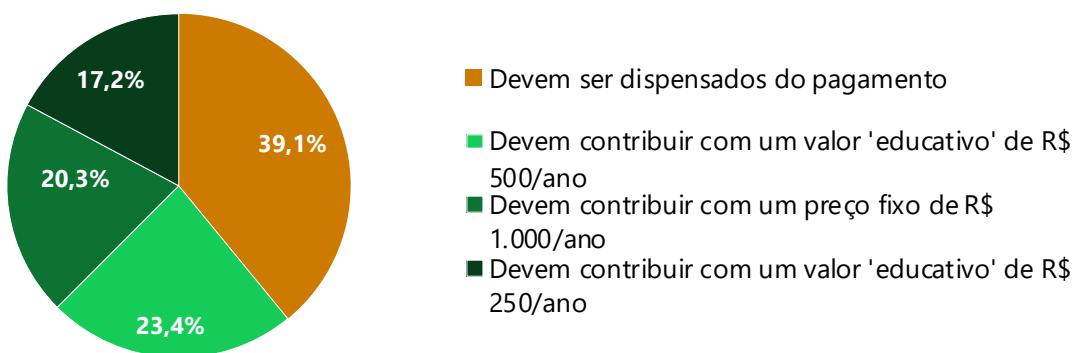


Figura 26: Sobre a participação de usuários de pequeno porte no mecanismo de pagamento, escolha a opção que julga mais coerente.

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

5.1.4. Atuação dos comitês de bacias hidrográficas (CBHS)

Para avaliar a percepção dos usuários em relação a atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas foram elaboradas três questões, sendo uma relativa a atuação na gestão da oferta, outra sobre a atuação na gestão da demanda e uma terceira sobre a atuação

no fomento a agenda setorial. Para essas três perguntas, os participantes puderam selecionar quantas opções quisessem. Ao todo, foram 571 marcações, sendo 37% na gestão da demanda, 36% na agenda setorial e 27% na gestão da oferta. Dentre as conclusões possíveis desse resultado, pode-se destacar que há uma maior coesão no entendimento do papel do CBH na gestão da oferta e uma maior diversidade de entendimentos sobre o papel do CBH no fomento à agenda setorial. Tais conclusões são reforçadas quando se observa a distribuição das respostas nas opções elencadas para cada uma dessas três perguntas, apresentadas a seguir.

A primeira questão específica (Figura 27): *Sobre a atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) em ações de gestão da oferta de água, selecione todas as opções com as quais você concorda*, acumulou 156 opções de respostas selecionadas pelos 63 respondentes. Considerando esse total de respostas, houve uma distribuição parelha entre três opções de respostas: 28% marcaram *ações de alternativas locacionais para captações em locais de escassez ou conflito* são papel do CBH; 27% marcaram *ações de aumento da reservação de água*; e 24% marcaram *ações na utilização de mananciais subterrâneos*. Doze porcento de todas as seleções dizem respeito a *ações nas transposições de água entre cursos de água e/ou UPHs* e apenas 7% marcaram que *não é papel dos CBHs realizar ações de gestão da oferta de água*.

A segunda questão específica (Figura 28) que aborda as ações de gestão de demanda por água, acumulou 210 opções de respostas selecionadas pelos 60 respondentes. 93% das seleções indicaram que é papel do CBH a gestão da demanda hídrica, sendo que desses, 38% marcaram demandas da *indústria*, 20% demandas do *abastecimento público*, 19% demandas da *mineração*, 16% demandas da *criação de animais* e menos de 1% demandas da *irrigação*.

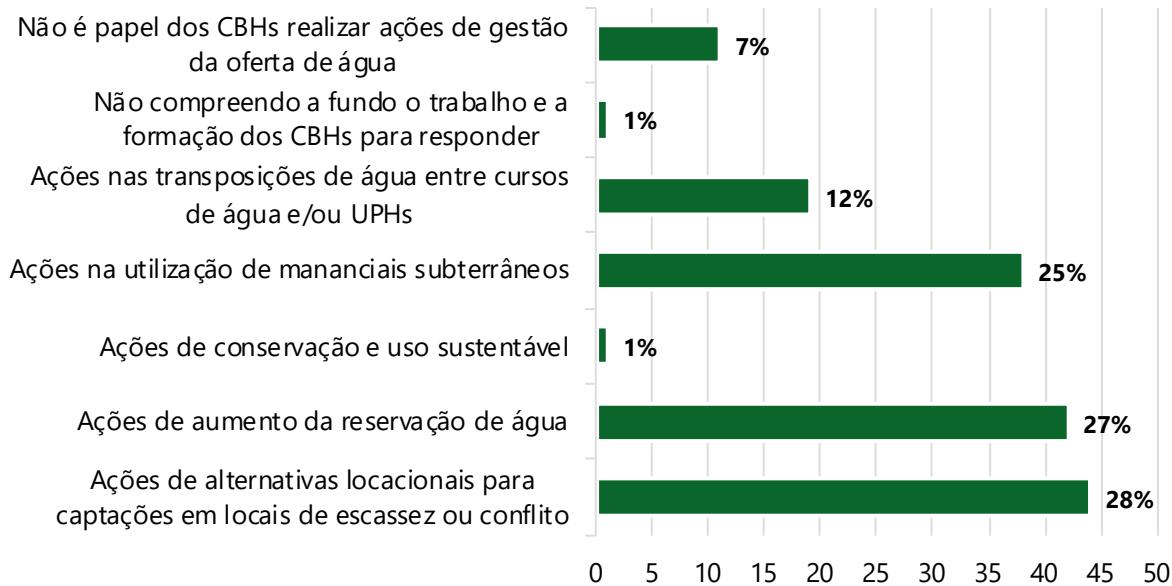


Figura 27: Sobre a atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) em ações de gestão da oferta de água, selecione todas as opções com as quais você concorda.

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

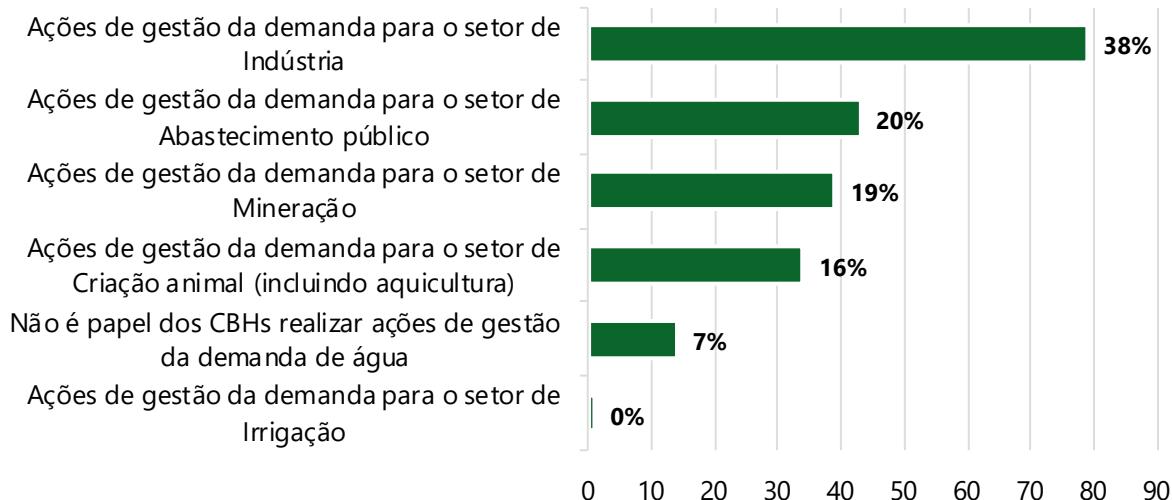


Figura 28: Sobre a atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) em ações de gestão da demanda de água, selecione todas as opções com as quais você concorda.

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

A terceira questão específica sobre o papel do CBH enfoca a agenda setorial. Foram 61 respondentes que sinalizaram 205 opções de respostas. Desses 205, nota-se uma ampla diversidade de respostas, sendo 20% reconhecendo o papel de *acompanhamento*, 18% reconhecendo o *Financiamento de estudos de viabilidade*

(técnica, econômica, financeira, social, ambiental e legal/institucional) e as outras quatro respostas alcançando entre 14 e 15%. Somente 5% das opções selecionadas indicou que não é papel do CBH.



Figura 29: Sobre a atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) no fomento de ações da agenda setorial, selecione todas as opções com as quais você concorda.

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

A última questão desse bloco é *Sobre a afirmação: "O manancial vinculado à minha outorga precisa de ações de gestão para garantir a qualidade e quantidade dos recursos hídricos"; você:*, para a qual verificaram-se 66 respostas.

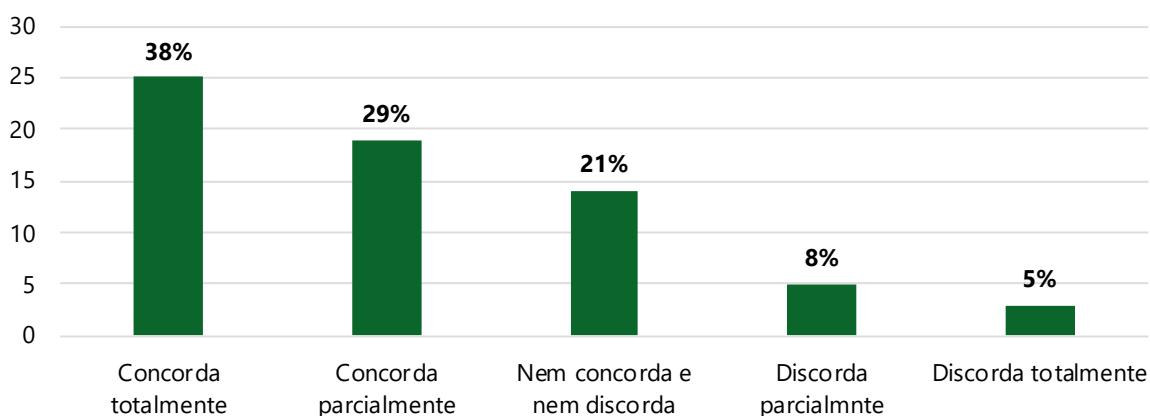


Figura 30: Sobre a afirmação: "O manancial vinculado à minha outorga precisa de ações de gestão para garantir a qualidade e quantidade dos recursos hídricos"; você:

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

Destas 66 respostas, 67% apontam para "concordo" e "concordo plenamente", sendo que 14 respondentes não concordam e nem discordam. Apenas 8 respondentes (12%) discordam.

5.1.5. Sobre a avaliação ou implantação de soluções que promovam a redução da dependência hídrica no estabelecimento / processo produtivo nos últimos 5 anos

O último bloco de perguntas aborda questões de hidrointensidade dos usuários respondentes. A primeira questão lê: *Foram avaliadas ou implantadas soluções que promovam a redução da dependência hídrica?*, para a qual 64 respondentes selecionaram "sim" (51,6%) ou "não" (48,4%). As demais respostas devem ter sido respondidas apenas pelos usuários que indicaram "sim".

Acerca do motivo para avaliar ou implementar ações soluções de redução da dependência hídrica, 29% dos 34 respondentes citam *segurança hídrica (risco de desabastecimento, risco de água em qualidade não adequada, dentre outros)*; fração igual à que cita *custo com energia elétrica e/ou outros custos de operação e manutenção de equipamentos e instalações correlatas*. As decisões empresariais não correlatas aos recursos hídricos per se também compõe o rol de respostas, e superam inclusive os conflitos pelo uso dos recursos hídricos. Observa-se, enfim, que a cobrança é mencionada por 11,8% como principal motivador.

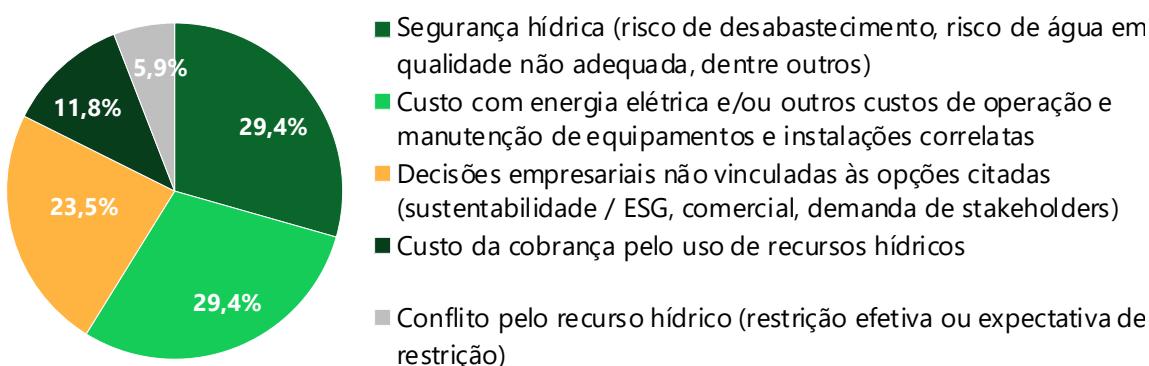


Figura 31: Qual é/foi a principal motivação para avaliar ou implementar as soluções?

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

A questão acima não permite múltiplas escolhas, pois enfoca apenas a principal motivação para a adoção das soluções.

Trinta e três respondentes opinaram sobre a ordem de grandeza do investimento realizado ou a realizar ou mesmo planejado para as ações de redução de hidrointensidade. As respostas são bastante amplas, com 30% apontando para valores menores do que R\$ 500 mil (e consequentemente bastante superiores à faixa anterior de referência, que é de R\$ 100 mil).

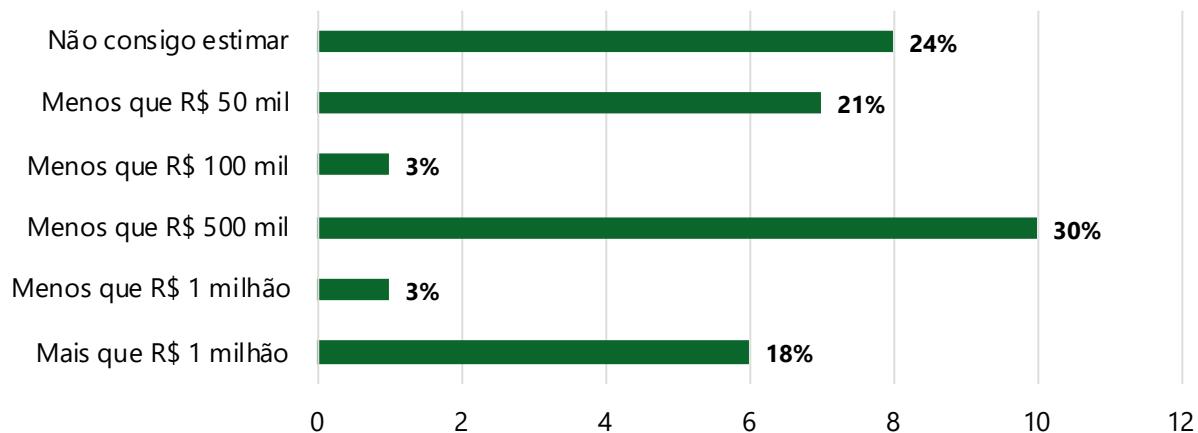


Figura 32: Qual a ordem de grandeza do investimento nestas soluções (implantadas ou planejadas)?

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

Acerca do perfil principal das soluções, questão que novamente não permitiu múltiplas escolhas, tem-se 34 respostas.

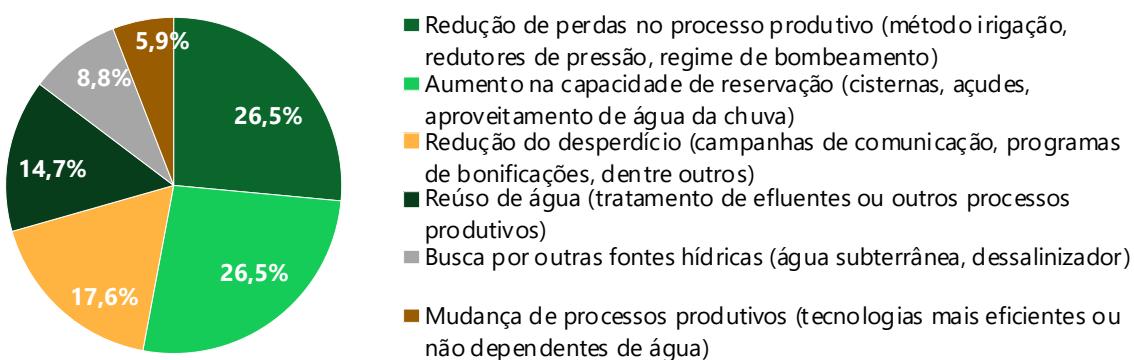


Figura 33: Qual é o principal perfil destas soluções (implantadas ou planejadas)?

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

As duas opções mais citadas, com 26,5% cada, foram: *Aumento na capacidade de reservação (cisternas, açudes, aproveitamento de água da chuva, ...)* e *Redução de perdas no processo produtivo (método de irrigação mais eficiente, redutores de pressão, medição de vazão, horas de funcionamento, dentre outros).*

A questão acerca da efetividade estimada da redução da dependência hídrica obteve 35 respostas. Seu objetivo era o de captar as ordens de grandeza dessas reduções de uso, sendo que a escala lê (1) como sendo muito pequena; e (5) como sendo muito expressiva (~50%). Conforme se observa pela figura abaixo, a maior parte das respostas (77%) aponta para reduções potenciais significativas (escala 3 e 4). Certamente não tão expressivas quanto 50%, mas certamente relevantes.

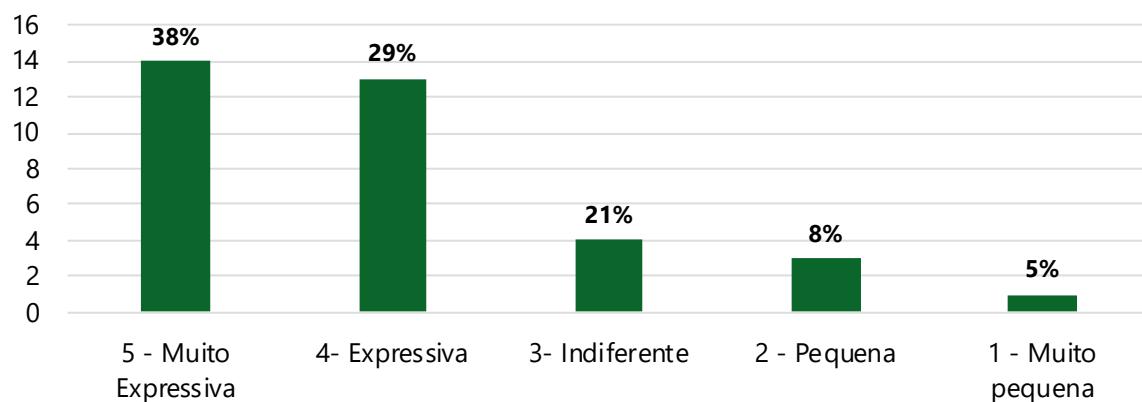


Figura 34: Qual a efetividade estimada de redução da dependência hídrica com estas soluções (implantadas ou planejadas)?

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

Em relação ao principal entrave para a adoção da solução de redução de hidrointensidade, os 36 respondentes apontam que a financeira é a preponderante (39%). Outros 25% apontam para dificuldades técnicas. Torna-se interessante notar que apenas 8% das respostas apontaram a *falta de priorização por parte dos dirigentes / tomadores de decisão* como principal entrave. Nota-se que, assim como as demais questões deste bloco, não se abriu espaço para múltiplas escolhas.

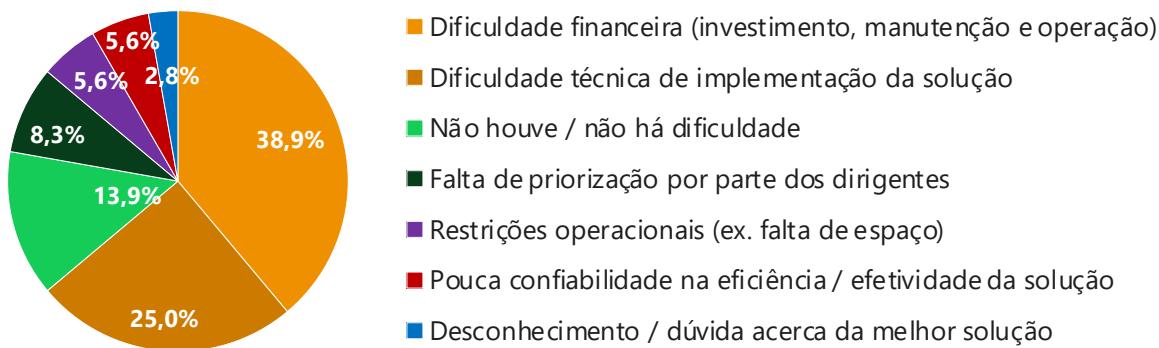


Figura 35: Qual foi, é ou deverá ser o principal fator que dificulta a adoção destas soluções de redução da dependência hídrica (implantadas ou planejadas)?

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

A última questão do bloco, e que também encerra o questionário, é sobre o papel da cobrança pelo uso do recurso hídrico como motivador da realização das soluções de redução da hidrointensidade (sejam elas planejadas ou recém implementadas). Para a maior parte dos 39 respondentes (54%), não houve papel algum da cobrança pois o instrumento ainda não está colocado em prática. A figura abaixo mostra que, para os demais respondentes que são cobrados (todos da vertente paulista e com outorgas estaduais), apenas 8% a deve como principal motivadora. Para 26%, a cobrança não foi motivadora, embora exista. Trata-se de um papel bastante tímido que faz pouco pelo objetivo de incitar mais eficiência de uso.

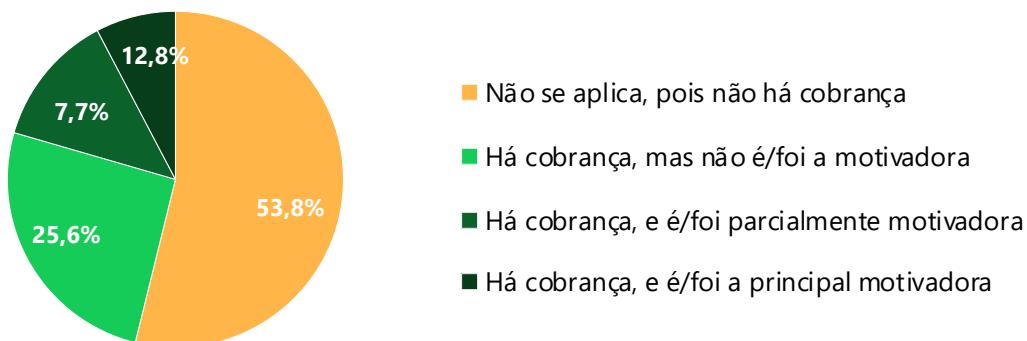


Figura 36: Como classifica o papel da cobrança pelo uso do recurso hídrico na realização das soluções (implantadas ou planejadas)?

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

5.1.6. Comentários gerais

O último bloco do questionário tratava do agradecimento e encaminhamento final. Abria espaço, também, para comentários ou detalhamentos em relação aos temas abordados, em campo aberto de texto. Foram 11 as contribuições assim recebidas, que são aqui comentadas e que revelam a complexidade do tema.

Um dos pontos mencionados é sobre a importância de haver um "retorno visível" dos recursos arrecadados com a cobrança, na forma de melhorias na gestão hídrica. Caso contrário, pode haver indignação e sonegação por parte dos usuários.

Um dos respondentes questiona o próprio instrumento da cobrança, alegando já haver uma "conscientização generalizada sobre o uso racional dos recursos hídricos". Em uma linha argumentativa similar, outro respondente coloca que há o reconhecimento de que a água é um bem "comum fundamental à vida e às atividades econômicas", e que o licenciamento e controle dos usos são necessários. Porém, alega que a cobrança deveria ser vista como último recurso para disciplinar os usos.

Um outro respondente também identifica que as empresas já buscam evitar o desperdício de água por razões econômicas, dado que seu uso envolve custos com energia, infraestrutura e manutenção. Dessa forma, solicita que os impactos da cobrança na cadeia produtiva e na concorrência sejam avaliados.

Como sugestões de medidas complementares alternativas à cobrança, um dos respondentes traz: maior controle sobre a perfuração de poços; avaliação criteriosa da eficiência de sistemas de irrigação; ações educativas sobre o uso racional e sistemas eficientes; e linhas de financiamento para a adoção de boas práticas. Um outro destaca preocupação com o uso excessivo de água para geração de energia elétrica.

Por fim, um respondente destaca a importância de considerar a disponibilidade hídrica nos cálculos e estimativas relacionados à cobrança; enquanto outro comenta a necessidade de discussões permanentes sobre captação, reserva e consumo.

5.2. Discussão online com pontos focais da bacia

A realização das discussões online teve o objetivo de capturar a percepção de atores envolvidos com a Bacia Hidrográfica de forma qualificada. Foram entrevistados órgãos gestores, usuários dos recursos hídricos, academia, poder público municipal, instituições ambientais e de representação de classe. A condução das reuniões se deu de forma exclusiva com cada ator, em formato online, e tendo como base um roteiro semiestruturado. Esse roteiro foi previamente enviado aos atores junto ao convite para participação, conforme modelo de comunicação abaixo.

Prezada(o) ___, bom dia!

Meu nome é Tiago Perez, e escrevo pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema. Estamos contratados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para a elaboração do Estudo para Subsidiar a Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, conforme Ofício anexo.

Como parte da metodologia para desenvolvimento do estudo, precisamos entender as percepções de diferentes atores com interesse nos recursos hídricos da Bacia do Paranapanema. Considerando a representatividade da instituição em que vocês atuam perante o Comitê da Bacia, estamos entrando em contato para solicitar o agendamento de uma reunião/intervista virtual.

Nesse contexto, entendemos necessária a participação de pelo menos um representante de sua instituição, o qual pode ser definido por vocês.

Nossas sugestões de data e horário para a entrevista são as seguintes: dia XX/XX, hora XXh; e dia XX/XX, hora XXh. Caso as sugestões não funcionem, pedimos que sugiram outras duas e na sequência enviamos o convite com o link.

Em anexo segue também o roteiro que devemos seguir na conversa. Ressaltamos que as informações cadastrais serão mantidas confidenciais e serão utilizadas exclusivamente no âmbito do estudo. Os resultados finais não trarão a identificação dos atores que participarem das entrevistas.

Agradecemos antecipadamente pela sua colaboração e estamos à disposição para discutir quaisquer detalhes ou dúvidas que possam surgir.

Cordiais saudações,

Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema

Figura 37: Modelo de convite utilizado para a realização das discussões online.

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

Como se lê na comunicação realizada, ao convite seguiram dois anexos: (i) o Ofício Circular nº 41/2024/SAS/ANA, que é endereçado aos usuários e apresenta o estudo e o Consórcio executor; e (ii) o roteiro semiestruturado.

A ANA e o Comitê de Bacia auxiliaram o Consórcio na identificação de pontos focais para as discussões, e um total de 40 atores foram contatados (Tabela 78, que traz informações desidentificadas em respeito à LGPD). Os convites foram realizados primeiramente por e-mail. Na ausência de respostas a este e em havendo o contato telefônico, o convite foi também realizado pelo aplicativo de mensagens Whatsapp. Todos os atores que responderam ao convite participaram do ciclo de discussão, totalizando 16 entrevistas que ocorreram entre os dias 05 de agosto e 09 de setembro de 2024, nas datas indicadas.

Tabela 78: Atores contatados pelo Consórcio para participação no Ciclo de Discussão.

Ator Indicado (desidentificado)	Contato Realizado	Entrevista Realizada
Academia 1	Sim	Sim, 05/Ago/24
Usuário dos Recursos Hídricos 1	Sim	Sim, 06/Ago/24
Representação de Usuários 1	Sim	Sim, 06/Ago/24
Representação de Classe 1	Sim	Sim, 07/Ago/24
Usuário dos Recursos Hídricos 2	Sim	Sim, 08/Ago/24
Instituição Ambiental 1	Sim	Sim, 08/Ago/24
Órgão Gestor 1	Sim	Sim, 13/Ago/24
Representação de Usuários 2	Sim	Sim, 14/Ago/24
Representação de Usuários 3	Sim	Sim, 14/Ago/24
Órgão Gestor 2	Sim	Sim, 14/Ago/24

Autor Indicado (desidentificado)	Contato Realizado	Entrevista Realizada
Usuário dos Recursos Hídricos 4	Sim	Sim, 15/Ago/24
Usuário dos Recursos Hídricos 5	Sim	Sim, 16/Ago/24
Representação de Classe 2	Sim	Sim, 19/Ago/24
Usuário dos Recursos Hídricos 6	Sim	Sim, 29/Ago/24
Poder Público Municipal 1	Sim	Sim, 29/Ago/24
Usuário dos Recursos Hídricos 3	Sim	Sim, 09/Set/24
Academia 2	Sim	Não
Representação de Classe 3	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 7	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 8	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 9	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 10	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 11	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 12	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 13	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 14	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 15	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 16	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 17	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 18	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 19	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 20	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 21	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 22	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 23	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 24	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 25	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 26	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 27	Sim	Não
Usuário dos Recursos Hídricos 28	Sim	Não

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

Apresenta-se na sequência a análise das discussões realizadas, seguindo os mesmos tópicos do roteiro semiestruturado. As respostas por autor são também apresentadas, destacando-se não se tratar da transcrição das falas, mas sim de

anotações com as percepções capturadas pelo entrevistador. Conforme foi comunicado antecipadamente aos entrevistados, as respostas foram aqui desidentificadas.

Os primeiros três tópicos do roteiro semiestruturado apresentavam: (i) os objetivos da discussão (conversar com pontos focais da Bacia do Rio Paranapanema, representativos dos atores locais estratégicos, para captura da percepção sobre a cobrança e sobre as realidades existentes na bacia); (ii) o estudo em desenvolvimento (objetivo, prazos e prescrição no PIRH-Paranapanema); e (iii) alguns esclarecimentos acerca do instrumento da cobrança, abaixo elencados, para dar contexto à discussão.

- A cobrança é um dos instrumentos previstos na Lei das Águas, ao lado da outorga de direito de uso e do enquadramento;
- O valor cobrado é um preço público pelo direito de uso da água, e não representa a compra ou a garantia da água;
- Os valores arrecadados com a cobrança devem ser usados para financiar a gestão das águas e a implementação do Plano de Bacia;
- A instituição da cobrança é de responsabilidade dos Comitês de Bacias (CBHs), e este estudo apenas gerará os subsídios para que o CBH do Paranapanema delibere e proceda com a cobrança;
- Foi instituído um Grupo de Trabalho no CBH para acompanhar o estudo.

Os quatro demais tópicos do roteiro são sequencialmente apresentados, juntamente com as anotações realizadas em cada tópico das conversas.

5.2.1. *Perguntas sobre o instrumento da cobrança*

As duas primeiras questões, geralmente abordadas em uma única linha de raciocínio pelos respondentes, foram:

- **Sobre a instituição da cobrança, você acha que todas as finalidades de uso (saneamento, indústria, irrigação, criação animal, mineração etc.) devem participar da cobrança?**
- **O que acha sobre a diferenciação do pagamento entre as finalidades de uso? Algum setor usuário deve pagar mais ou menos? Por quê?**

A maioria dos respondentes (85%) concorda que todas as finalidades de uso da água devem participar da cobrança pelo uso do recurso hídrico. No entanto, há uma diversidade de opiniões sobre a diferenciação do pagamento entre as diferentes finalidades de uso (60% defendem a diferenciação). Alguns argumentam que a cobrança deve ser igualitária para todos os usuários, enquanto outros argumentam que a cobrança deve variar de acordo com a capacidade de pagamento, o impacto ambiental e a finalidade específica do uso da água. A agricultura irrigada é mencionada pelos atores interessados como uma atividade que deveria ter tratamento diferenciado, seja por ser considerada essencial para a produção de alimentos, seja pelas dificuldades em repassar os custos da cobrança nos produtos gerados.

Os respondentes da academia e meio ambiente opinam que todas as finalidades de uso devem ser cobradas, com ênfase na necessidade de diferenciação baseada no impacto ambiental e na prioridade do uso. Ainda, destacaram a importância de considerar a realidade local e as condições específicas de cada área para definir a cobrança.

Já os usuários e seus representantes apresentam uma divisão entre aqueles que acreditam na igualdade da cobrança para todos os usuários e aqueles que acreditam em uma diferenciação baseada na capacidade de pagamento e no tipo de uso. Setores como a agricultura argumentam que não devem ser cobrados da mesma forma que outros setores, devido à sua importância econômica e social. Alguns usuários industriais e de saneamento básico acreditam que a cobrança deve ser igualitária para todos, enquanto outros sugerem que a eficiência no uso da água deva ser um fator na diferenciação.

Os órgãos gestores, em geral, opinam que a cobrança deve ser para todas as finalidades de uso, com ênfase na igualdade da fórmula; reconhecem, também, a necessidade de diferenciação, considerando a eficiência no uso da água e a finalidade

social do uso. Na tabela abaixo, são apresentadas as anotações das questões 1 e 2, as quais embasaram as percepções apenas descritas.

Tabela 79: Anotações por entrevista das questões 1 e 2 do tópico 3.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 1: Precisa conhecer a realidade para definir se pode cobrar mais ou menos. Por exemplo: local com rios poluídos ou não (se tem prioridade de remediação da área ou não, se é área sensível ou não); Deve ter uma diferenciação, porque cada um tem um impacto diferente conforme seu uso; Tem que ter pesos distintos conforme a prioridade do local

USUÁRIO DOS RECURSOS HÍDRICOS 6: O uso da água não deveria ser cobrado; A responsabilidade e condições para a obtenção da outorga, com rigor técnico estabelecido na devolução da água; Um estudo adequado para o volume de outorga a ser dado a cada requerente

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: Todas as finalidades são passíveis de cobrança, mas que a cobrança deve ter alinhamento com a capacidade de pagamento de cada seguimento; A indústria e saneamento tem como repassar o impacto financeiro, já o setor agrícola não; A cobrança não estiver alinhada com a flutuação do mercado; Diferenciar com adoção de pesos para cada setor

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: Todas as finalidades de uso devem ser cobradas; Todas as finalidades que obtém lucro com a água devem ser cobradas; As grandes hidrelétricas já pagam royalties, mas as PCHs não pagam a compensação, mas elas devem pagar a compensação e a cobrança pelo uso da água; O setor de irrigação deve pagar mais que os outros setores, pois são aqueles que obtêm grande lucro e preservam pouco

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Sim, todos os usuários. Além dos usos mencionados, 100% dos poços ou captação superficial estão mapeados na bacia? Temos consciência das finalidades prioritárias, no entanto, mas nem todos os poços estão mapeados dificultando a cobrança justa e por prioridades. Quanto à diferenciação, concordamos. Concordamos com a diferenciação e definição de cota por finalidade, pois a finalidades prioritárias e outras individuais (Exemplo: Poços tubulares de uso particular para finalidade recreativa como piscinas)

ÓRGÃO GESTOR 2: A finalidade irrigação consome muito e tem um impacto maior, e hoje ela é beneficiada de isenção. É a finalidade que mais interfere, então deve ser cobrada também; É importante a cobrança no Paranapanema avançar no estado de São Paulo para os usuários rurais. A partir da implantação na calha federal, os estados vão se adequando, principalmente para todos pagarem. Quanto à diferenciação, já existe isso na fórmula da cobrança (a fórmula é igual para todo mundo)

USUÁRIO DOS RECURSOS HÍDRICOS 4: Todas as finalidades devem ser cobradas. Quanto mais recursos auferidos, mais ações de preservação e conservação serão implementadas; da diferenciação, hoje existe uma diferença no lado paulista, mas não concorda com a diferenciação. Deve ser mais justa e igualitária; Cobrança de lançamento para o setor agrícola, por conta do "efluente" com químicos que são enviados para o subsolo ou recursos hídricos

ÓRGÃO GESTOR 1: Uma vez que faz parte da PNRH e das políticas estaduais, a cobrança, ela está sendo paulatinamente discutida e viabilizada. A aplicação desse instrumento é importante para garantir o uso eficiente da água, tanto para captação quanto para diluição. Se há uma proposta de instituir a cobrança, que ela seja de valor igualitário em toda a bacia; A cobrança deve ser instituída

Anotações originais listadas em ordem alfabética

pelo uso da água (captação e diluição); Todos devem pagar. Quanto à diferenciação, a equação deve fornecer igualdade pelo uso e pela lógica econômica. Deve ser a mesma equação para todos

USUÁRIO DOS RECURSOS HÍDRICOS 3: Todas as finalidades de uso devem ser cobradas pelo uso da água, seja pela captação e consumo e/ou lançamento; Para estimular o consumo consciente. A diferenciação deve existir, pois cada setor deve ser cobrado conforme a sua finalidade

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: A cobrança deve ser feita para todas as finalidades de uso, incluindo a agricultura; O saneamento também deve ser cobrado, seja como autarquia municipal ou do estado. Quanto à diferenciação, deve ser conforme a capacidade de pagamento

USUÁRIO DOS RECURSOS HÍDRICOS 2: Todos os usuários de água devem ser cobrados, para ter a percepção do seu valor real

USUÁRIO DOS RECURSOS HÍDRICOS 1: Todos os usuários que fazem extração de água devem participar da cobrança. A Cobrança pode ser diferente conforme o tipo de uso, incluindo a existência de subsídio conforme o uso, nobre ou não, comercial ou não. Não vê como justiça social cobrar o mesmo valor para todos, porque cada um tem uma atividade diferente; A grande questão é como distinguir isso em relação ao peso da fórmula. Para diferenciação, pode ter uma vantagem econômica na fórmula conforme a eficiência- dependendo da finalidade do uso, considerando a finalidade social, tanto para explorar quanto para devolver (efluentes); Quanto menos eficiente, mais paga

USUÁRIO DOS RECURSOS HÍDRICOS 5: Todos os usos consuntivos devem ser cobrados, sem distinção. O recurso é o mesmo, então não faz sentido algum setor não ser cobrado. Um tratamento igualitário faz mais sentido; Não faz sentido uma hidrelétrica ser cobrada, uma vez que devolve toda a água que usa, além de já pagar royalties. Não deve haver diferenciação entre pagamento

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: Como o uso da agricultura faz parte do próprio ciclo da natureza, então não é algo justo ser cobrado do setor agropecuário. Caso tenha diferenciação, ela não deve ser igualitária aos outros setores; Diferente dos outros setores, a agricultura não consegue repassar o custo da cobrança a mais

ACADEMIA 1: Todos os tipos de finalidades de uso devem ser cobrados pelo uso da água. A cobrança tem que ser indistinta para todos os usuários; O setor que tem boas práticas na utilização da água, seja ela na captação ou no tratamento, então pode ser ponderado algum tipo de diferenciação, com fatores atenuantes num valor a ser cobrado

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: A representação tem o entendimento que todos os usuários devem pagar e devem participar igual, com isonomia. Mas devem ter valores diferenciados- a agricultura/irrigação, por conta da produção de alimento e ser fonte de matéria prima da indústria, deveria ter um indicador menor na fórmula, para pagar menos

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

A terceira questão foi:

- **Você acha que algum setor deve subsidiar (total ou parcialmente) outro setor?**

Em geral, há uma divisão entre aqueles que se inclinam à igualdade no tratamento de todos os setores (cerca de 60%) e aqueles que argumentam que certos setores devem receber subsídios ou tratamento diferenciado (cerca de 40% dos respondentes). Alguns respondentes destacam a importância de considerar a capacidade de pagamento, o tamanho da área e as boas práticas como fatores para reduzir a carga financeira. Dentre os que defendem o subsídio, alguns mencionam o setor de saneamento como merecedor de subsídio, outros mencionam a agricultura, e uma minoria defende outras formas de diferenciação baseadas em boas práticas ou capacidade de pagamento.

A Representação de Usuários 1, por exemplo, sugere que cada tipo de usuário deve ter mecanismos redutores por meio de boas práticas, enquanto a Instituição Ambiental 1 propõe uma diferenciação em relação à qualidade do tratamento do que é lançado, em vez de um subsídio direto. O Usuário dos Recursos Hídricos 4, ainda, concede que a agricultura possa receber algum subsídio, mas não como é feito atualmente - o setor goza de isenção da cobrança na porção estadual paulista. Já a Representação de Usuários 3 não considera necessário um subsídio, mas defende uma cobrança justa para o setor de agricultura, diferenciada para menor em relação aos demais setores. O Usuário dos Recursos Hídricos 2, por sua vez, defende que o setor de saneamento deve ter algum subsídio devido aos altos investimentos envolvidos nas suas atividades e à melhoria na qualidade do saneamento ambiental.

O Órgão Gestor 2 argumenta, com base no que ocorre na cobrança estadual paulista, que a fórmula é a mesma para todos os usuários e, assim, não cabe subsídio. Já o Poder Público Municipal 1 sugere que deve haver um fator de compensação com quem mais consome e obtém lucro na bacia para dar suporte a um subsídio ao abastecimento público de água.

Tabela 80: Anotações por entrevista da questão 3 do tópico 3.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 1: O setor de saneamento para captação de água para abastecimento humano deve ter subsídio

USUÁRIO 6: Diferenciação conforme capacidade de pagamento ou tamanho da área

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: Para cada tipo de usuário deve ter mecanismos redutores, efeito redutor por meio de boas práticas

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: Não diretamente um subsídio, mas ter uma diferenciação em relação à qualidade do tratamento do que é lançado

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Não temos opinião formada sobre isto

ÓRGÃO GESTOR 2: Não, a fórmula é a mesma. O usuário que fica responsável

USUÁRIO 4: A agricultura deve receber algum subsídio, mas não como é feito hoje

ÓRGÃO GESTOR 1: Não, deve ser igualitário

USUÁRIO 3: Agricultura de pequena escala/familiar (subsistência), estação de saneamento urbano

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: Deve ter um fator de compensação com quem mais consome e obtém lucro na bacia para dar suporte a um subsídio o abastecimento público de água

USUÁRIO 2: O setor de saneamento deve ter algum subsídio em virtude dos altos investimentos envolvidos nas suas atividades, e por consequência em razão da melhora, de forma direta, na qualidade do saneamento ambiental na bacia

USUÁRIO 5: Não

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: Não necessariamente considerar um subsídio, mas ter uma cobrança justa para o setor de agricultura

ACADEMIA 1: Não, porque o setor pode ter subsídio, mas o valor de qualquer forma vai ser repassado para o consumidor final

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: Não. Tem que colocar dinheiro no sistema, e não retirar

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

Já a quarta questão abordada foi em relação à diferenciação dos mecanismos de cobrança entre os âmbitos estaduais e federal:

- **Em bacias federais, é possível ter 3 mecanismos de cobrança diferentes: um em cada estado e outro para as águas de domínio da União. Atualmente, no Paranapanema, apenas o estado de SP tem cobrança. O que pensa sobre como o mecanismo na bacia pode ser estabelecido? Os mecanismos deveriam ser unificados ou segregados?**

A questão sobre a unificação ou segregação dos mecanismos de cobrança em bacias federais, assim como as anteriores, gerou uma variedade de opiniões entre os atores. Cerca de 45% dos respondentes defendem a unificação dos mecanismos de cobrança, enquanto 55% argumentam que as particularidades de cada estado e região

devem ser respeitadas, permitindo fórmulas de cobrança diferentes. Dentre os que citam a unificação, 30% justificam a facilitação da gestão e a clareza para os usuários, enquanto 20% justificam que a igualdade na fórmula de cobrança é necessária para a justiça e a eficiência.

A Representação de Usuários 1 e a Instituição Ambiental 1 sugerem que a mesma fórmula deve ser aplicada a todos para ter clareza do que se está contribuindo. O Órgão Gestor 2 também aponta que deve haver o mesmo modelo de cobrança para todos. Já o Usuário 4 sugere que cada comitê pode definir seus valores, mas com uma fórmula padronizada e simples. O Órgão Gestor 1, por sua vez, propõe que a cobrança seja equalizada na bacia como um todo, facilitando a gestão. O Usuário dos Recursos Hídricos 5 defende que a fórmula de cobrança deve ser a mesma, considerando a calha principal como o mesmo recurso da bacia como um todo.

Por outro lado, a Representação de Classe 1 argumenta que as fórmulas de cobrança devem ser diferentes conforme a realidade de cada porção do território. A Representação de Usuários 2 também argumenta que os mecanismos devem ser diferenciados, com órgãos e fiscalizadores distintos dos gestores do recurso. O Usuário 2 argumenta que os mecanismos devem ser segregados, respeitando as particularidades de cada legislação. O Usuário dos Recursos Hídricos 1 pondera que a fórmula de cobrança poderia refletir a área de recarga de aquíferos e, consequentemente, a necessidade de preservação.

Tabela 81: Anotações por entrevista da questão 4 do tópico 3.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 1: Mesmo sendo o mesmo rio, existem particularidades. Então deve-se trabalhar de maneira distinta, respeitando a particularidade de cada espaço; Fórmulas diferentes de cobrança conforme a realidade

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: A mesma fórmula para todos, para ter clareza dos usuários

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: Normatizar a cobrança igual em toda a Bacia do Rio Paranapanema

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Os mecanismos devem ser diferenciados, ou seja, o órgão e fiscalizador não deve ser o mesmo gestor do recurso

ÓRGÃO GESTOR 2: Deve ter o mesmo modelo de cobrança para todos

Anotações originais listadas em ordem alfabética

USUÁRIO 4: No lado paulista, cada comitê (pontal, médio e alto) pode definir os seus valores; A fórmula deve ser padronizada e simples; Pode ter algumas variações, por usuário ou época do ano

ÓRGÃO GESTOR 1: Como o trabalho é por Bacia Hidrográfica, deve ser equalizada a cobrança na bacia como um todo, o que facilita a gestão. Como a gestão é feita pelo CBH, então ele deve fazer um levantamento onde e quanto aplicar; Todos os afluentes do Paranapanema devem ter a mesma cobrança da calha principal. Um modelo enxuto de gestão

USUÁRIO 3: O mesmo método de cobrança, para facilitar a implantação, e se possível a aplicação dividida por alto, médio e baixo (ou microbacias)

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: Cada estado tem suas particularidades; A determinação da cobrança não é só para ter uma agência, mas tem que ter aplicação de recursos para melhoria do recurso hídrico em toda a bacia

USUÁRIO 2: Os mecanismos devem ser segregados, pois cada contexto (SP, PR e Federal) tem a sua forma de implantar o mecanismo, definido em legislação própria. Respeitando as particularidades de cada legislação, os mecanismos devem ser simplificados, pois os usuários precisam entender claramente o que estão pagando, levando em conta os diversos coeficientes; Cada instância tem a sua realidade; Em SP existem limitadores, já nas outras realidades não

USUÁRIO 1: A questão da cobrança talvez tenha influência da cobrança fiscal de cada estado; O uso da água tem a ver com a sua reposição. A fórmula poderia refletir: quanto maior a área de recarga, maior a arrecadação, para aumentar a preservação; Arrecadar para proteção, preservação, recuperação. Quanto maior for a área de abrangência do estado na bacia, maior deve ser a arrecadação; O modelo de cobrança tem que respeitar as divisas hidrográficas e fisiográficas. A água é para todas e a cobrança deve ser justa no mesmo peso

USUÁRIO 5: O recurso é o mesmo, a bacia é a mesma, então a fórmula de cobrança deve ser a mesma; Em estados onde existe um estresse hídrico, então deve ser avaliado o que pode ser feito diferente; Mas se considerar a calha principal, como o mesmo recurso, então não faz sentido ser diferente

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: O ideal seria o mesmo modelo para todos, mas como São Paulo já tem a cobrança, é difícil ter a unificação. Mas ao mínimo que exista alguma uniformidade entre elas, para facilitar aos órgãos gestores

ACADEMIA 1: Para ter uma única cobrança, os estados teriam que conversar e firmar parcerias e acordos, o que foge do papel do CBH; Se fosse possível, seria a melhor situação

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: Cada bacia é autônoma e é ela que determina a fórmula de pagamento. Assim, não tem necessidade de ter a mesma fórmula para todos os contextos da bacia. O sistema deve respeitar as determinações de cada estado e as necessidades de cada bacia/CBH

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

A quinta questão abordou o objeto da cobrança:

- **Muitos usuários usam a outorga como uma 'reserva de mercado', pedindo um volume maior do que usam. Sendo assim, você concorda que a cobrança seja calculada sobre o volume outorgado?**

Ou acha que deveria ser apenas sobre o volume consumido (medido), independente da outorga?

As opiniões sobre como a cobrança pelo uso da água deve ser calculada variam entre os atores, mas a maior parte dos respondentes argumenta que a cobrança deve incluir tanto o volume outorgado quanto o consumido, com a justificativa de que a reserva de mercado impacta o acesso de outros usuários e que a cobrança pelo volume outorgado pode ajudar a controlar esse comportamento. Essa forma de cobrança garante que os usuários não retenham direitos de uso de água sem necessidade real, promovendo uma gestão mais eficiente e equitativa dos recursos hídricos.

Por outro lado, outros respondentes apresentam uma visão mais focada no consumo efetivo. A Representação de Usuários 2 e o Usuário 5, por exemplo, acreditam que a cobrança deve ser baseada principalmente no volume consumido, destacando a importância de um balanço hídrico mais realista e a adequação das outorgas à realidade. O Órgão Gestor 2, embora reconheça a dificuldade de fiscalização, sugere que a cobrança ideal seria pelo volume consumido e lançado, mas reconhece que isso pode aumentar o trabalho para o órgão gestor. O Usuário 2 propõe um modelo misto, como o adotado em São Paulo, que combina uma proporção do consumo medido (80%) e do volume outorgado (20%).

A Representação de Classe 2 destaca que a legislação prevê a cobrança pelo uso, concedendo que uma 'taxa' para a outorga poderia ser utilizada para coibir exageros no quesito de reserva de mercado. O Usuário 5 também argumenta nesse sentido, pontuando que a cobrança deve ser pelo volume consumido, mas com uma taxa fixa pela outorga para evitar a reserva de mercado.

Tabela 82: Anotações por entrevista da questão 5 do tópico 3.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 1: A cobrança deve ser realizada pelo o que foi outorgado somado ao que é efetivamente consumido; Em relação à reserva de mercado, a noção do usuário é "eu estou pagando e tenho direito para sempre"

Anotações originais listadas em ordem alfabética

USUÁRIO 6: Deve pagar pelo o que foi requerido, então deve pagar pela reserva de mercado; Deve-se ter um limite para essa possível reserva de mercado

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: A cobrança deve ser do que foi outorgado e consumido, uma vez que o setor tem muita oscilação na demanda

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: O que deve ser cobrado é em cima do processo da outorga em si. Quanto maior o volume que o usuário quer receber de outorga, maior o valor que ele deve pagar de outorga; Deve cobrar o valor outorgado + consumido + lançamento

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: A cobrança deve ser por meio do volume consumido

ÓRGÃO GESTOR 2: Têm poucas pessoas para fazer fiscalização dos usuários; Se cobrar apenas o que for consumido e/ou lançado, todo mês o Órgão Gestor 2 teria que ter pessoas fiscalizando para identificar o real praticado; Todo mês os usuários devem atualizar os valores declarados na outorgada (Ato declaratório); Para a gestão de recursos o ideal seria cobrar efetivamente o que foi consumido e lançado, para ter um balanço hídrico mais real. No entanto gera mais trabalho ao órgão gestor; Para trazer mais para a realidade do sistema, é mais adequado cobrar pelo o que foi outorgado + consumo + lançamento; Todos os usuários devem ser obrigados a declarar o valor consumido/lançado

USUÁRIO 4: É necessário também pagar pela reserva de mercado, além do consumo e lançamento

ÓRGÃO GESTOR 1: Deve ser cobrado o que é outorgado, além do que é consumido, mas com alguma diferenciação na fórmula. O usuário apenas fez uma reserva, mas a água está ali disponível para uso

USUÁRIO 3: Deve ser cobrado o valor outorgado e o valor consumido; Talvez pela reserva pague um valor um pouco menor

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: Pensando a médio e longo prazo também cobrar o que é outorgado, porque outros usuários são prejudicados por não terem acesso a essa reserva de mercado

USUÁRIO 2: Na realidade de São Paulo cobra-se 80% do que é consumido (medido) e 20% do que é outorgado; A proposta é seguir o modelo do estado de São Paulo

USUÁRIO 1: O usuário deve pagar pelo o que foi outorgado; A partir do uso também paga pelo consumo; Deve ter as duas cobranças: outorgado e uso (exploração e lançamento)

USUÁRIO 5: Tem que ser cobrado pelo o que o usuário consome; Tem que tentar encontrar um meio termo para a cobrança relacionada à reserva de mercado, como uma taxa fixa pela outorga + consumo, por exemplo; A cobrança deveria indicar a adequação das outorgas, e não simplesmente a outorga permanecer imutável ao longo do tempo com a cobrança desconexa com a realidade

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: O governo do Estado do Paraná quer incentivar a irrigação no Estado, o que pode entrar em conflito com a ideia da reserva de mercado e o seu respectivo pagamento; Uma cobrança pela outorga + o que é consumido/declarado

ACADEMIA 1: O pagamento também deve ser feito sob o que é outorgado

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: A legislação diz que é cobrar pelo uso. Então se cobrar captação e consumo é cobrar duas vezes, então não é correto. O que deveria ser cobrado é só consumo e lançamento. Tem que taxar de certa forma a outorga, para que não haja exagero

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

Já a sexta questão deste complexo tópico abordou o papel dos usuários de pequeno porte:

- **Existem usuários outorgados que são de pequeno porte. Supondo que o valor anual de cobrança seja inferior a R\$ 1.000/ano, você acha que deveria ser isento da cobrança ou deveria ser cobrado um valor "simbólico" ou "pedagógico"?**

A questão sobre a cobrança de usuários de pequeno porte suscitou diversas opiniões, mas com uma tendência geral: 12 dos 16 respondentes concordam com a cobrança de um valor mínimo para usuários de pequeno porte. Como argumento, tem-se que a cobrança de um valor mínimo é importante para promover a responsabilidade e a conscientização sobre o uso racional da água, seguindo o princípio do usuário-pagador e o princípio do poluidor-pagador que embasam o instrumento.

Alguns respondentes trouxeram propostas distintas em relação à cobrança para usuários de pequeno porte, argumentando pela cobrança baseada no consumo efetivo, mesmo para os pequenos usuários. Apenas dois respondentes sugerem que os usuários de pequeno porte não devam ser cobrados.

Tabela 83: Anotações por entrevista da questão 6 do tópico 3.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 1: Os usuários de baixo consumo/outorga, devem ter um valor fixo cobrado anualmente, como forma de inclusão/participação

USUÁRIO 6: Uma taxa simbólica baixa, para um controle administrativo; Dependendo do limite, se for algo baixo, como atualização cadastral e uso, para ter um acompanhamento

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: Os usuários de pequeno porte devem pagar uma taxa educativa; A área rural em SP não tem cobrança pelo uso da água

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: Deve ser pago uma taxa mínima

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: A água é um bem incalculável. Todos devem pagar pelo consumo, inclusive as empresas de saneamento

ÓRGÃO GESTOR 2: Na região do Pontal do Paranapanema existem vários usuários que pagam abaixo de R\$ 1.000,00; Ainda não tinham pensado sobre a possibilidade de ter um valor mínimo; A cobrança é abarcada pelo princípio do poluidor-pagador, o que ele usar ele deve pagar; Se acaso utilizar um valor fixo mínimo, o princípio do poluidor-pagador não se aplica mais; Não tem como aplicar o preço mínimo por conta das finalidades de uso; Tem usuário que paga R\$ 40/ano

USUÁRIO 4: Pagar apenas pelo consumo

Anotações originais listadas em ordem alfabética

ÓRGÃO GESTOR 1: A fórmula tem que ser igual para todos os usuários; O que vai diferenciar efetivamente é o consumo ou lançamento

USUÁRIO 3: Tem que ter um mínimo pelo usuário captar o recurso hídrico (igual conta de água, energia); O valor mínimo é educativo

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: Deve cobrir os custos mínimos de emissão de boleto (taxa administrativa); Deve ter uma taxa pedagógica, mas não muito acima do consumo dos usuários de pequeno porte

USUÁRIO 2: Idealmente Todos os usuários devem pagar, para manter a coerência de ter um uso racional, com mais parcimônia e sem desperdício. No entanto, é importante avaliar o custo para operacionalizar cada cobrança em face do valor cobrado de cada usuário, sob pena de termos o valor do custo para arrecadar maior do que o valor arrecadado

USUÁRIO 1: Todos devem pagar, nem que seja uma cobrança baixa, para se ter responsabilidade; Pequenos usuários são a maior parte, mas o volume pode superar usuários grandes; Todo usuário tem que ser obrigado por lei a ser outorgado, com multas altas para quem descumprir; Deve-se cobrar menos, mas deve-se cobrar, sem deixar os pequenos usuários na margem do sistema

USUÁRIO 5: Deve seguir a regra da outorga. Se o usuário for dispensado da outorga, então ele não deve ser cobrado. Mas deve ter uma fiscalização maior sobre o consumo, porque hoje é auto declaratório; Caso for outorgado, e ainda for consumo baixo, deve pagar pelo consumo e não taxa mínima

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: Como os usos insignificantes sejam dispensados da outorga no Paraná, não deveria ter cobrança para esses usuários; Apenas ter uma cobrança administrativa, mas não cobrança anual sobre a outorga; Considerando os usuários não insignificantes, é interessante ter uma cobrança mínima, que seja razoável

ACADEMIA 1: Concorda em cobrar um valor mínimo. Exemplo R\$ 500,00/ano

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: Pequenos consumos, quando somados, viram um grande consumo! Dessa forma, deve ser pago o que for consumido

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

Por fim, a sétima e última questão do tópico foi aberta, e questionou sobre o valor justo da cobrança:

- Qual é o valor (R\$/m³/ano) que você acha justo pagar pelo direito de uso dos recursos hídricos no Paranapanema?**

A maioria dos respondentes não forneceu um valor específico, argumentando que o valor justo depende de vários fatores, como o investimento, o planejamento do Comitê da Bacia Hidrográfica e a realidade local. A Representação de Classe 1, por exemplo, sequer concordou com a questão, argumentando que o valor deve vir de estudos técnicos específicos e apoiar o planejamento, gestão e investimentos na bacia, com ajustes à realidade local.

Alguns respondentes sugeriram valores específicos, mas com uma grande variação: a Instituição Ambiental 1 sugere um valor de R\$ 0,50/m³, enquanto o Usuário 4 sugere um valor de R\$ 0,03/m³, e o Usuário 3 propõe um valor entre R\$ 0,03/m³ a R\$ 0,04/m³, considerando a média brasileira. A Representação de Classe 2 sugere que o valor deve ser a média do que é cobrado nas sub-bacias ou o valor máximo de uma das três, com uma redução para a finalidade de uso da irrigação. O Usuário 2 propõe manter uma relação com os valores estaduais atuais; já a Representação de Usuários 3 sugere que, se for cobrar R\$ 0,01/m³ para todos, a agricultura deve pagar apenas 20% desse valor. O Usuário 6, por fim, indicou que deve ser avaliado qual a forma de devolução da água para fazer um balanço do valor a ser pago.

Quanto aos órgãos gestores, tanto o Órgão Gestor 1 quanto o Órgão Gestor 2 argumentam que os valores cobrados atualmente são muito baixos ou até insignificantes, gerando dúvidas se influenciam numa boa gestão da água.

Tabela 84: Anotações por entrevista da questão 7 do tópico 3.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 1: Não concorda com a pergunta. Depende do valor do investimento, do planejamento do CBH. Assim, a cobrança deve apoiar o planejamento, gestão e investimentos na Bacia. Por sua vez, CBH deve conhecer a bacia e suas demandas; Por fim, os valores devem ser ajustados à realidade, não deixando aquém do que se deve fazer; Precisa ter transparéncia no processo, se não a população não entende e a cobrança não faz sentido

USUÁRIO 6: Não sabia informar especificamente, mas indicou que deve ser avaliado qual a forma de devolução da água que foi usada, para fazer um balanço do valor a ser pago

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: R\$ 0,5/m³ seria o valor adequado

ÓRGÃO GESTOR 2: Os valores por m³ são muito baixos e no geral acaba gerando um valor baixo, e não tem um fator educativo; Sabem que a cobrança é baixa, mas não sabem quanto seria um valor justo; Os usuários não tem a consciência coletiva; Quem tem a consciência é quem está elaborando as políticas públicas

USUÁRIO 4: R\$ 0,03/m³

ÓRGÃO GESTOR 1: Os valores que já são instituídos, são baixos ou até insignificantes, gerando dúvidas se os valores influenciam numa boa gestão da água por parte dos usuários; Valores muito baixos vão acarretar em má gestão, além de gerar carência de recursos pelas agências de bacia

USUÁRIO 3: R\$ 0,03/m³ a R\$ 0,04/m³, que é a média cobrada no Brasil

USUÁRIO 2: Manter uma relação com os estaduais, de R\$ 0,01/m³ para captação, R\$ 0,02/m³ para o consumo e R\$ 0,10/kgDBO de lançamento

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: Se for cobrar R\$ 0,01/m³ para todos, para a agricultura deve ser cobrado até 20% desse valor. Não pode estabelecer a cobrança conforme a expectativa de despesa do CBH

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: No caso do Paranapanema, deveria ser a média do que é cobrado nas sub-bacias, ou o valor máximo de uma das três. No caso da irrigação, deve ser apenas 10% do que é cobrado das indústrias, porque a cobrança na irrigação vai acarretar em uma sequência de aumentos para a indústria e o consumidor final

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

5.2.2. *Perguntas sobre a gestão das águas na bacia*

Este segundo tópico abordou a percepção dos atores acerca da gestão das águas na bacia. As três questões foram:

- **Você acha que o CBH deve perseguir ações de gestão da oferta de água? (Ex.: Realização de inventários, identificação de áreas potenciais, estudos de viabilidade e de priorizações, articulação direta com atores envolvidos, concessões de incentivos, dentre outros)**
- **Você acha que o CBH deve perseguir ações de gestão da demanda de água? (Ex.: Prestação de assistência e apoio técnico direto aos usuários visando a eficiência no uso da água, promoção de capacitações, difusão de tecnologias, dentre outros)**
- **O PIRH-Paranapanema traz uma agenda setorial, que aborda (i) conservação ambiental (recuperação e conservação ambiental em áreas de APP etc.), (ii) agropecuária (conservação do solo, eficiência no uso etc.), (iii) indústria (reúso, remoção de cargas poluidoras, eficiência no uso etc.), (iv) saneamento (redução de perdas, redução de carga poluidora etc.). Como você vê o papel do CBH no fomento ou apoio a essa agenda? (Ex.: Acompanhar? Articular atores? Financiar estudos de viabilidade? Executar projetos?)**

A maioria dos respondentes concorda que o CBH deve perseguir ações de gestão da oferta de água, como a realização de inventários, identificação de áreas potenciais, estudos de viabilidade e priorizações, articulação direta com atores envolvidos e concessões de incentivos. No entanto, há uma divisão sobre o papel do CBH na gestão da demanda de água, com alguns defendendo que o CBH deve fornecer assistência e

apoio técnico direto aos usuários, enquanto outros argumentam que essa responsabilidade é dos órgãos gestores. Ainda outros argumentam como fundamental o papel desempenhado na articulação de atores, no financiamento de estudos de viabilidade e na execução de projetos, enquanto outros sugerem que o CBH deve se concentrar em fiscalização, acompanhamento e orientação.

Quanto ao fomento e apoio à agenda setorial do PIRH-Paranapanema, a maioria dos respondentes (~80%) concorda que o CBH deve atuar na articulação com atores, financiamento de estudos de viabilidade e execução de projetos. No entanto, há uma diversidade de opiniões sobre como o CBH deve atuar em cada setor específico, como conservação ambiental, agropecuária, indústria e saneamento.

A Instituição Ambiental 1, por exemplo, defende que o CBH deve perseguir tanto ações de gestão da oferta como de gestão da demanda de água, além de atuar na articulação com atores e financiamento de estudos de viabilidade. A Representação de Usuários 2 também reforça que o CBH tem um papel fundamental em toda a cadeia de valor e deve atuar em diversas frentes. A Representação de Usuários 1 pontua que o CBH deve investir em aumentar a disponibilidade hídrica e colocar recursos para gestão da demanda; já o Usuário 4 argumenta que o CBH deve investir recursos em gestão de oferta e demanda. O Usuário 3 sugere que o CBH deve atuar na apresentação de novas tecnologias aos usuários e desenvolver ações específicas para cada tipo de usuário. A Academia 1 sugere articulação com atores, como a união de universidades para desenvolvimento de trabalhos, promovendo a colaboração e o compartilhamento de conhecimentos.

O Órgão Gestor 1 defende que o papel do CBH é articular os atores envolvidos e comunicar as etapas e motivações das ações, garantindo que todos os envolvidos estejam alinhados e informados. O Usuário 2 sugere atuação no fomento de todas as agendas, com articulação ativa com os atores envolvidos, promovendo a colaboração e o apoio mútuo. O Usuário 1 propõe que o CBH deve orientar os usuários sobre o que

deve ser feito e definir regras de cobrança e investimentos, garantindo que as ações sejam coerentes e justas. O Usuário 5 defende o apoio nas discussões, com workshops, reuniões e seminários, e incluir a agenda de energia, promovendo a educação e a conscientização sobre o uso sustentável da água.

Tabela 85: Anotações por entrevista da questão 1 do tópico 4.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

USUÁRIO 6: Estudo sobre cada região e como deve ser usada a água, qual a capacidade e as possibilidades de finalidades de uso

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: Sim, deve investir em aumentar a disponibilidade hídrica

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: Sim, é papel do CBH

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Sim, é papel do CBH

ÓRGÃO GESTOR 2: Sim, o CBH deve trabalhar com a gestão da oferta; Alguns usuários (saneamento) ou prefeituras identificar áreas prioritárias e áreas sensíveis e, então, esses estudos são incorporados no Plano de Bacias; Todo ano são apresentados projetos para apoiar tais situações

USUÁRIO 4: Sim, devem ser investidos recursos na gestão de oferta

ÓRGÃO GESTOR 1: Sim, é papel do CBH

USUÁRIO 3: Não é função do Comitê; É função do órgão gestor e depois reportar ao CBH, seja anual ou semestral

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: Deve seguir o PIRH-Paranapanema

USUÁRIO 2: Sim. Todas essas ações são fundamentais e deve atuar em parceria com os atores envolvidos; Necessidade de divulgação dos resultados obtidos. Quanto mais transparência, melhor

USUÁRIO 1: O CBH deve ser mais orientativo do que executivo. Pode fazer apontamentos por meio de consultorias. Porque os órgãos competentes que devem desenvolver ações executivas para resolver o problema; Se terceirizar essa responsabilidade para o CBH, não vê uma responsabilidade executiva legal a respeito; CBH atuando com uma Agência de Bacias ou melhor a ser do Governo do Estado. Deve-se ter uma figura jurídica que tenha capacidade de atuar no âmbito completo de gestão das águas (mais de um estado, usuário federal etc.)

USUÁRIO 5: Não deve fazer isso. O CBH deve ser consultivo. Essas ações devem ser políticas públicas do Estado

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: Sim, isso é papel do Comitê

ACADEMIA 1: O papel do CBH é discutir a gestão de oferta com os atores envolvidos; O CBH pode apoiar com algum investimento, mas as ações devem ser divididas com a continuidade do Estado, usuários etc.

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: Deve-se ter esses investimentos. Mas não deve ser o foco principal

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

Tabela 86: Anotações por entrevista da questão 2 do tópico 4.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

USUÁRIO 6: É uma parte de responsabilidade do Estado e outra da própria empresa; O CBH pode elaborar um manual com as melhores práticas

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: Sim, devem ser colocados recursos para essas demandas; Desde que tenham técnicos que tenham conhecimento na área

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: A partir da cobrança, o CBH pode executar esse tipo de ação; Atuar na preservação da água

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Sim, é papel do CBH

ÓRGÃO GESTOR 2: Sim, com capacitação, seminários, congressos para mostrar outras experiências; Não na forma de prestação de serviços, porque o CBH é apenas um colegiado

USUÁRIO 4: Sim, devem ser investidos recursos em gestão da demanda

ÓRGÃO GESTOR 1: Sim, é papel do CBH

USUÁRIO 3: Sim, seria um importante papel do CBH; Apresentar as novas tecnologias aos usuários; "Oportunidades de redução do consumo de água na indústria, na agricultura..."

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: Se tiver recurso para o CBH sim, mas é mais papel do poder executivo estadual e municipal. Na falta de recursos financeiros, priorizar o que está no PIRH

USUÁRIO 2: Sim. Todas essas ações são fundamentais e deve atuar em parceria com os atores envolvidos; Necessidade de divulgação dos resultados obtidos. Quanto mais transparência, melhor

USUÁRIO 1: O CBH deve fomentar, incentivar, mas não executivo

USUÁRIO 5: Não deve fazer isso. O CBH deve ser consultivo. Essas ações devem ser políticas públicas do Estado. O CBH deve ser mais de aconselhamento do que ação em si

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: O CBH deve usar o recurso para melhorar as condições daquele que paga, como com pagamento por serviços ambientais (PSA); Não concorda de aplicar o recurso para as empresas de saneamento, porque já é uma obrigação deles

ACADEMIA 1: Capacitação, em parceria com órgãos gestores, seminários, workshops; Não é obrigação do CBH dar suporte técnico e sim o Órgão Gestor

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: Não deve seguir esse tipo de apoio. Não é função do CBH, mas pode ser algo em paralelo que o CBH pode apoiar

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

Tabela 87: Anotações por entrevista da questão 3 do tópico 4.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

USUÁRIO 6: O CBH deve atuar mais em fiscalização

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: Contratação de inventários e projetos básicos para alternativas de eficiência de uso e gestão de demanda; O controle de perdas é uma obrigação da empresa de saneamento e não deve ter apoio do CBH, por exemplo; Deve-se ter uma revisão do PIRH em relação às responsabilidades

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: Estruturar as câmaras técnicas para levar as necessidades pontuais em relação a cada agenda; Articulação junto aos atores; O recurso arrecadado deve chegar até o local onde estão os usuários que estão pagando

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: CBH tem um papel fundamental em toda cadeia de valor, portanto, deve atuar em diversas frentes assegurando o recurso será empregado de forma a garantir que o recurso hídrico seja suficiente e atendendo todas as finalidades de maneira consciente

ÓRGÃO GESTOR 2: Acompanhamento e articulação (principalmente), como restauração ecológica, por exemplo, porque tem vários atores envolvidos; Participação ativa do Comitê, com seminários integrados

USUÁRIO 4: Investimentos em recuperação florestal, em projetos não estruturais

ÓRGÃO GESTOR 1: O papel do CBH é também articular os atores envolvidos num primeiro momento, com seus próprios membros nas suas reuniões; Existem problemas de comunicação nos CBHs, com falta de explicação de cada etapa, cada situação e motivação das ações aos usuários

USUÁRIO 3: Desenvolver ações específicas para cada tipo de usuário (setorizada); Diagnósticos e discussões específicos para cada setor; Reportar o que está sendo feito com recursos da Bacia

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: Precisa ter mais ações voltadas a tratamento de efluentes (saneamento) e melhoria da sua eficiência para recuperar a qualidade dos cursos hídricos; Recuperação de APP; Focar na agenda de educação ambiental; Fiscalização

USUÁRIO 2: Atuação no fomento de todas as agendas; Todas as ações sugeridas devem estar envolvidas; Articulação ativa com os atores envolvidos (setor de saneamento)

USUÁRIO 1: O CBH deve orientar os usuários o que deve ser feito; O CBH deve definir regras de cobrança e investimentos para evitar abusos de usos de influências dentro do CBH

USUÁRIO 5: Faltou a agenda de energia (usos múltiplos); Apoiar nas discussões, com workshops, reuniões, seminários etc.

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: Monitoramento, articulação com os atores

ACADEMIA 1: Articulação com atores, como a união de Universidades para desenvolvimento de trabalhos com os atores; Estimular a parceria com a ANA e demais entidades para atrair recursos para investimentos na Bacia

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: O CBH deve investir em recuperação de APP, construção de barragem, ações que impactem/envolvem toda a bacia de forma difusa. Financiamento a fundo perdido somente aquele que não se identificar o causador do evento; Quando é identificado o poluidor pelo evento, o CBH não deve financiar a resolução do problema (redução de perdas, tratamento de esgoto...), no máximo de forma marginal como financiamento e não como a fundo perdido

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

5.2.3. *Perguntas para usuários das águas*

Este tópico não teve uma quantidade expressiva de respostas, pois foram relativamente poucos os usuários entrevistados e, mesmo assim, muitos não se sentiram aptos e/ou confortáveis para endereçar as questões. Uma das razões pode

ter sido pelas especificidades técnicas; outra possível explicação é que as questões podem ter sido vistas como menos relevantes ou prioritárias em comparação com outras questões mais gerais ou estratégicas abordadas na entrevista.

Ainda assim, as respostas fornecidas transpassam percepções interessantes sobre as finalidades de uso da água, a medição dos volumes captados e a dependência de água nos processos produtivos. As questões e as respostas, que serão analisadas conjuntamente, foram:

- **Qual a principal finalidade de uso da água do seu setor / estabelecimento?**

Tabela 88: Anotações por entrevista da questão 1 do tópico 6.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: Irrigação de cultivos agrícolas

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Consumo humano e processo

USUÁRIO 3: Indústria de base florestal, papel e celulose

USUÁRIO 2: Abastecimento público e esgotamento sanitário

USUÁRIO 1: Abastecimento público e esgotamento sanitário

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

- **Qual é o principal produto ou serviço finalístico do uso da água? Dê um pouco de contexto sobre esse mercado (Ex.: se é mercado competitivo, para exportação ou venda doméstica, muitas ou poucas firmas...)**

Tabela 89: Anotações por entrevista da questão 2 do tópico 6.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: No sudoeste paulista tem mais ou menos 2 mil pivôs; A soja para exportação é o que mais tem em quantidade; O milho é para ficar como semente e fica dentro do país; Algodão é beneficiado na agroindústria interna; Feijão é mercado interno - é a única região do país que produz entre setembro e outubro, apoiando a regulação da inflação, e conseguem fazer isso por conta do clima e irrigação

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Consumo humano e transformação de matéria prima

USUÁRIO 3: Papel e celulose

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

- **É realizada medição (ou estimativa) periódica dos volumes captados? (Ex.: estimativas com base na vazão / consumo de equipamentos de bombeamento)**

Tabela 90: Anotações por entrevista da questão 3 do tópico 6.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: A grande maioria dos irrigantes tem medidores. O irrigante precisa informar ao DAEE, no entanto a depender da demanda ele precisa irrigar acima do que foi outorgado, então ele não vai informar para não gerar provas contra si mesmo. Além disso, o sistema do DAEE não estava preparado para atender as informações

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Sim, com equipamentos medidores

USUÁRIO 3: Sim, com equipamentos medidores

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

- **Como julga o grau de dependência de água no processo produtivo típico? (Ex.: pouco dependente ou essencial? tem substitutos fáceis?)**

Tabela 91: Anotações por entrevista da questão 4 do tópico 6.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: É muito dependente da irrigação, mas não 100%. A irrigação é que trouxe a viabilidade rural para a região

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: É essencial

USUÁRIO 3: Essencial para o funcionamento da indústria

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

- **Existem ganhos de eficiência hídrica a serem obtidos? (Ex.: produzir o mesmo com menos água? Dê exemplos...)**

Tabela 92: Anotações por entrevista da questão 5 do tópico 6.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Não há estudos para responder

USUÁRIO 3: Margem sempre tem, mas tem que observar o custo benefício; A Indústria de papel e celulose tem muito fechamento de circuito de água

USUÁRIO 2: O objetivo principal da Usuário 2 é a redução de perdas, melhoria de eficiência, redução de lançamento

USUÁRIO 1: Estão buscando formas diferentes de aumentar a eficiência. Evitar lançamento de lodo, redução de perdas, melhorias nos tratamentos, campanhas educativas

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

- **Qual o tamanho desse potencial de economia / eficiência de água?**

Tabela 93: Anotações por entrevista da questão 6 do tópico 6.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Não há estudos para responder

USUÁRIO 3: De 20-25% de potencial de economia

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

- O que dificulta a adoção dessas medidas?**

Tabela 94: Anotações por entrevista da questão 7 do tópico 6.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: O órgão regulador não tem capacidade de saber quem usa água ao mesmo tempo e admite que todos consomem ao mesmo tempo, o que prejudica a visão da vazão instantânea é a mesma da vazão outorgada, chegando ao seu limite. Assim a maior dificuldade para avaliar a demanda e consumo é em relação à regulação. Isso impede a utilização de água pelos produtores; Os reservatórios não entram no cálculo de disponibilidade hídrica, o que prejudica os produtores. O balanço hídrico fica prejudicado.

USUÁRIO 3: O que é difícil é reaproveitar o efluente. A complexidade da utilização do efluente é muito alta, com custos muito altos e riscos para prejudicar a operação; As tecnologias utilizadas não são confiáveis o suficiente; Preferem fechar o circuito de água do que reaproveitar o efluente

USUÁRIO 2: O Usuário 2 busca constantemente se atualizar com outros países para aperfeiçoar os seus processos

USUÁRIO 1: Burocracia legal dificulta a implementação de melhorias de eficiência; As tecnologias existentes ainda estão em fase laboratorial, não conseguem atender em nível industrial; Falta de capacidade de produção em larga escala de novas tecnologias, além das dificuldades públicas de contratação de novas tecnologias

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

- Você acha que a cobrança pode motivar a adoção de práticas mais eficientes?**

Tabela 95: Anotações por entrevista da questão 8 do tópico 6.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 2: Sim

USUÁRIO 3: Sim

USUÁRIO 2: O Usuário 2 paga R\$ 100-110 milhões por ano de cobrança pelo uso da água; As lideranças da Usuário 2 orientam que haja debate constante sobre a melhoraria da eficiência na aplicação dos recursos da cobrança pelo uso da água e respeito a legislação vigente. A partir disso, observam que existe espaço para ser mais eficiente; Medição é fundamental; A cobrança incentiva a ter uma melhor gestão das outorgas, aumentando a eficiência e disponibilidade hídrica

USUÁRIO 1: Tem que ter incentivos financeiros para investir em melhoria da eficiência, como um cashback, um valor progressivo

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

O grau de dependência de água no processo produtivo típico é considerado essencial para a maioria dos setores. Quanto aos ganhos de eficiência hídrica, a Representação de Usuários 2 não tem estudos para responder, enquanto o Usuário 3 menciona que há margem para melhorias, mas é necessário observar o custo-

benefício. O Usuário 2 e o Usuário 1 destacam a importância da redução de perdas, melhoria de eficiência e redução de lançamento. O tamanho do potencial de economia/eficiência de água varia, com o Usuário 3 estimando um potencial de 20-25% de economia. A Representação de Usuários 2 não tem estudos para responder.

Os desafios para a adoção de medidas de eficiência incluem a regulação, com a Representação de Usuários 1 destacando que o órgão regulador não tem capacidade de saber quem usa água ao mesmo tempo, o que prejudica a visão da vazão instantânea. O Usuário 3 menciona a complexidade da utilização do efluente, com custos altos e riscos para prejudicar a operação. O Usuário 2 busca constantemente se atualizar com outros países para aperfeiçoar os seus processos, enquanto o Usuário 1 destaca a burocracia legal e a falta de capacidade de produção em larga escala de novas tecnologias.

A cobrança pode motivar a adoção de práticas mais eficientes, com a Representação de Usuários 2, o Usuário 3, o Usuário 2 e o Usuário 1 concordando que a cobrança pode incentivar a melhoria da eficiência. O Usuário 2 destaca, ainda, que a cobrança é fundamental para a gestão das outorgas e a melhoria da eficiência, enquanto o Usuário 1 sugere que incentivos financeiros, como um *cashback*, podem ser necessários para investir em melhoria da eficiência.

5.2.4. *Perguntas sobre a experiência com a cobrança*

A primeira questão abordada no último tópico do roteiro foi uma questão aberta, que captura a percepção acerca do instrumento de forma geral.

- **Como a instituição vê o instrumento de cobrança pelo uso da água?**

A maioria dos respondentes reconhece tanto a necessidade como a legalidade da cobrança, frequentemente citando a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). No entanto, revelou-se uma série de preocupações e sugestões sobre sua implementação e eficácia.

A Representação de Classe 1, por exemplo, enfatiza a necessidade de um processo aberto e dialógico na implementação da cobrança, destacando a importância de uma ampla divulgação e explicação clara dos benefícios para os usuários e a população em geral. Várias instituições, como o Usuário 3 e o Usuário 5, enfatizam a importância de que os recursos arrecadados retornem para a própria bacia hidrográfica ou para os municípios afetados. O Órgão Gestor 1 observa que onde a cobrança está implantada, os Comitês de Bacia Hidrográfica têm uma gestão melhor e mais estruturada, incluindo a capacidade de manter uma equipe técnica.

Questões de equidade e justiça são levantadas por algumas instituições, como a Representação de Usuários 3 e a Instituição Ambiental 1, especialmente em relação ao setor agropecuário e à consideração de serviços ambientais. A Representação de Usuários 1 sugere que a cobrança deve ser vista não apenas como uma taxa, mas como uma oportunidade de investimento para mudar a mentalidade dos produtores. A Representação de Classe 2 destaca que a cobrança sozinha não resolverá todos os problemas da bacia, enfatizando a necessidade de financiamento adicional do Estado. Várias instituições, incluindo a Representação de Classe 1 e o Usuário 1, enfatizam a necessidade de transparência, educação ambiental e ampla comunicação sobre os objetivos e benefícios da cobrança.

Tabela 96: Anotações por entrevista da questão 1 do tópico 7.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 1: A cobrança é necessária por conta da própria lei PNRH; A Representação de Classe 1 cobra bastante a respeito do Plano de Segurança Hídrica; Dentro da mesma bacia existe muitas diferenças em relação à cobrança, sendo que em SP a cobrança já está instituída, porém no PR ainda não; Participou de encontro de Bacias em Avaré e teve oportunidade de conhecer mais a respeito da Bacia do rio Paranapanema; Preocupação dos usuários rurais em relação à cobrança; O processo de implantação da cobrança precisa ser aberto e com bastante diálogo para conseguir ter sucesso; As discussões no CBH normalmente ficam restritas ao próprio CBH e não tem uma ampla divulgação para a população, usuários de forma geral; A discussão é normalmente técnica e falta: "o que aquilo vai melhorar a vida das pessoas/usuários?", "o que realmente muda na vida da pessoa ou empreendimento?"; Falta uma clareza de responsabilidades de cada ator dentro da Bacia, quais são os direitos e quais são os deveres, e o que se quer com

Anotações originais listadas em ordem alfabética

cada ponto, qual o objetivo; Do Global para o Local; Investir em projetos que podem evitar a contaminação dos cursos hídricos, não necessariamente na despoluição direta; Precisa organizar, planejar e comunicar sobre a cobrança para que todos entendam os objetivos. Processo de educação ambiental, principalmente no nível não formal

USUÁRIO 6: O uso da água não deveria ser cobrado; A responsabilidade e condições para a obtenção da outorga, com rigor técnico estabelecido na devolução da água; Um estudo adequado para o volume de outorga a ser dado a cada requerente.

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: A preocupação é grande se for pensar na cobrança apenas como uma taxa. Mas se for trabalhar como possibilidade de investimento, então pode-se mudar a mentalidade dos produtores.

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: Não é justo a pessoa captar, se ela não paga com serviços ambientais também, ou seja, se não tem área de floresta no seu território, para colaborar com a bacia

ÓRGÃO GESTOR 2: Vem para fortalecer a arrecadação e aplicação de recursos na bacia

USUÁRIO 4: Como prevê na própria lei

ÓRGÃO GESTOR 1: Obrigatória, conforme previsto em lei; Onde tem a cobrança implantada, observa-se que o CBH e a bacia tem uma gestão melhor, mais estruturada, conseguem ter equipe técnica para desenvolver os projetos

USUÁRIO 3: A cobrança é necessária, desde que o recurso volte para a Bacia Hidrográfica

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: É necessária a cobrança para cumprir com os objetivos da Política de Rec. Hídricos

USUÁRIO 1: O Usuário 1 discute em seus próprios comitês internos. O que espera que seja trabalhado é a legalidade da cobrança, sem competições injustas entre os usuários. Assim precisa ampliar o conhecimento dos usuários pelo consumo da água. Na cobrança deve ter a explicação da cobrança (preço público)

USUÁRIO 5: A outorga em si poderia trazer mais recursos onde o empreendimento está implantado; Ter uma regra justa de distribuição; Ter uma parcela maior que vai para o município, a exemplo do CFEM; A cobrança pelo lançamento deve ser diferenciada. Deve ser proporcional à eficiência do tratamento de efluentes (qualidade do efluente lançado)

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: A princípio a cobrança é um tanto quanto injusta para o setor agropecuário. É possível ter justiça, de acordo com os valores

ACADEMIA 1: Uma reserva técnica/financeira para que o valor seja aplicado na Bacia; Após compreender a motivação da cobrança, vê com bons olhos a instituição da cobrança

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: Apenas os recursos vindos pela cobrança não vão resolver todos os problemas da Bacia. O Estado deve também financiar as melhorias na bacia

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

As duas questões subsequentes enfocaram experiências positivas e negativas em relação à cobrança.

- Existem experiências positivas com a cobrança?

- **Existem experiências negativas com a cobrança?**

Todos os relatos positivos abordam aspectos relacionados à melhoria na gestão ou eficiência no uso da água. O Órgão Gestor 2 e o Poder Público Municipal 1 destacam a arrecadação de recursos para investimento na Bacia como um ponto positivo. O Usuário 3 menciona que a cobrança incentiva as fábricas a estabelecerem metas de redução de consumo e reaproveitamento de água, além de notar que a cobrança é incorporada no custo da viabilidade dos projetos, sugerindo uma melhor gestão financeira. A Representação de Classe 2 observa que os Comitês que implementam a cobrança são geralmente mais organizados e possuem mais recursos para realizar mudanças positivas. O Órgão Gestor 2 enfatiza a importância de alinhar a cobrança com os setores responsáveis e fornecer informações de qualidade aos usuários.

Quanto às experiências negativas, alguns apontaram problemas relacionados à gestão ou aplicação dos recursos arrecadados, enquanto outros focaram em desafios técnicos ou estruturais na implementação da cobrança. O Órgão Gestor 2, por exemplo, menciona dificuldades na integração entre sistemas de outorga e cobrança, bem como a falta de padronização na gestão e a demora na aplicação das normas e da cobrança. Já o Usuário 4 destaca a limitação das câmaras técnicas serem apenas consultivas, sem papel executivo. O Usuário 3 relata um caso no qual os recursos não seriam investidos diretamente na Bacia, passando primeiro para um Fundo, o que causou desmotivação entre os usuários a respeito da implantação da cobrança. A Academia 1 menciona casos no qual os recursos não foram utilizados e tiveram que ser devolvidos, enquanto a Representação de Classe 2 critica o que considera desperdício de recursos em projetos sem impacto direto na solução de problemas da bacia.

O contraponto entre as experiências positivas e negativas revela que, embora a cobrança seja vista como um instrumento benéfico para a gestão dos recursos hídricos, persistem desafios significativos em sua implementação e na garantia de que os recursos sejam utilizados de forma eficaz. Tanto a transparência na aplicação dos

recursos quanto a eficiência na gestão despontam como aspectos cruciais para o sucesso do instrumento.

Tabela 97: Anotações por entrevista da questão 2 do tópico 7.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

ÓRGÃO GESTOR 2: A cobrança precisa estar muito alinhada com o setor que vai cobrar, com o setor de outorga (CBH, DAEE etc.), para não ter falha de comunicação e gerar insegurança ao usuário; Ter informação de qualidade para passar para os usuários, explicativas; Arrecadação de recursos para investimento na Bacia

USUÁRIO 3: As fabricas que tenham as suas metas de redução de consumo ou reaproveitamento de água; Metas e indicadores específicos para redução do uso da água; A cobrança pelo uso da água entra no custo da viabilidade dos projetos

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: No estado de SP tem o FEHIDRO e CFURH e a Cobrança. Todo ano os recursos são deliberados para o próximo ano para viajar projetos de melhorias na Bacia

ACADEMIA 1: Aplicação do recurso na Bacia em outros CBHs

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: Cobrança como indutora de melhoria do uso da água; Os Comitês que cobram são mais organizados e possuem recursos, conseguem trazer boas mudanças para a bacia

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

Tabela 98: Anotações por entrevista da questão 3 do tópico 7.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

ÓRGÃO GESTOR 2: O Órgão Gestor 2 barra na dificuldade de ter um sistema que não integra a outorga com a cobrança; Não existe padrão de gestão de outorga e usuários no ÓRGÃO GESTOR 2; Demora para aplicar as normas, a cobrança

USUÁRIO 4: Dificuldade nas discussões com outros setores sobre a relação com a água; Limitação das câmaras técnicas ser apenas consultivas e não ter papel de execução de apoio

USUÁRIO 3: Quando na Bacia do Médio Tibagi indicaram que o recurso não ia ser diretamente investido na Bacia, então surgiu uma desmotivação dos usuários; O Governador na época indicou que o recurso iria para um fundo e só depois ia para o CBH, e isso gerou a desmotivação

ACADEMIA 1: Já viu em outros Comitês a situação de não ter conseguido utilizar o recurso em caixa e ter que devolver

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: Existe muito desperdício de recursos pelos CBH; Projetos para universidades/estudos gerais, que não tem vínculo imediato de solucionar qualquer problema, não devem ser financiados; Financiamento a fundo perdido ao setor do saneamento não deveria ser feito

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

A derradeira questão, também ampla, aborda o papel da cobrança na motivação de práticas mais eficientes de uso dos recursos hídricos.

- Você acha que a cobrança pode motivar a adoção de práticas mais eficientes?**

Instituições como o Órgão Gestor 2 e o Usuário 3 argumentam que a cobrança pode ser eficaz em motivar práticas eficientes entre os grandes consumidores, para quem o custo é mais significativo. Além disso, algumas instituições, como a Representação de Usuários 1 e o Usuário 1, sugerem que a cobrança pode ter um impacto indireto, servindo como fonte de recursos para investimentos em eficiência ou como ponto de partida para mudanças. A Instituição Ambiental 1 e o Órgão Gestor 2 mencionam que a cobrança pode levar a uma mudança na mentalidade e cultura do uso da água. A Representação de Classe 2 destaca que no setor canavieiro, a cobrança foi um fator indutor de uma redução significativa no consumo de água. Por outro lado, a respondente pela Representação de Classe 1 aponta não acreditar que a cobrança tenha um efeito de melhora da eficiência no uso da água na prática.

No conjunto das respostas se nota que, embora haja um reconhecimento geral do potencial da cobrança para motivar práticas mais eficientes, há também uma consciência das limitações e condições necessárias para que esse potencial se realize. A eficácia parece ser mais reconhecida para grandes consumidores, e há uma percepção de que a cobrança pode ter efeitos indiretos através do financiamento de melhorias ou mudanças culturais no longo prazo.

Tabela 99: Anotações por entrevista da questão 4 do tópico 7.

Anotações originais listadas em ordem alfabética

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 1: Não acredita que essa relação aconteça na prática; a Cobrança na prática não tem um efeito educativo. É apenas um efeito de obrigação

USUÁRIO 6: A partir da cobrança pelo uso, um acompanhamento, não necessariamente uma cobrança financeira, vai influenciar a ter uma melhoria de processos

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 1: Tem uma relação com a prática mais eficiente, mas não necessariamente; A cobrança pode ser uma fonte de angariar recursos (financiamento) para investimentos em melhorias de eficiências nas propriedades. Grande parte do recurso vai para o saneamento, mas grande parte da arrecadação vem da agricultura e indústria, o que não é justo

Anotações originais listadas em ordem alfabética

INSTITUIÇÃO AMBIENTAL 1: Acredita que sim, porque quando se tem uma conta a ser paga, se passa a pensar em como reduzir esse valor; Preocupação e ao mesmo tempo mudança de cultura no uso da água

ÓRGÃO GESTOR 2: Como um dos instrumentos de gestão mais impactantes a cobrança; A cobrança como motivador de práticas mais eficiente acontece apenas com os grandes consumidores; A cobrança é uma forma de reduzir custos e aprimorar os sistemas de gestão, os sistemas de funcionamento das empresas, mas dos grandes usuários, porque o custo é relevante para a operação deles; Para os pequenos, a conta é baixa, então não tem um impacto direto no aumento da eficiência da operação; A mentalidade dos usuários está mudando com o passar do tempo, com o aumento da preocupação se estão cumprindo o que foi outorgado, desde os pequenos até os grandes usuários

USUÁRIO 4: Vai existir motivação para adoção de práticas mais eficientes

ÓRGÃO GESTOR 1: A proposta da cobrança é exatamente essa, a melhoria da disponibilidade hídrica em qualidade e quantidade. O saneamento básico seria o vetor para diminuir os grandes problemas de gestão da água

USUÁRIO 3: Impulsiona dentro da indústria uma motivação a mais, principalmente nos grandes usuários, contra o desperdício; Acaba trazendo inovações, melhores formas de fazer, fechamento de circuitos

PODER PÚBLICO MUNICIPAL 1: Essa relação não é direta, somente se o valor for bem alto para gerar alguma transformação efetiva

USUÁRIO 1: Não efetivamente, mas é um ponto de partida. Precisa definir bem as regras de como pode obter o *cashback*. Normalmente quem paga vai ser o cliente e não o usuário, assim com o *cashback* se tem uma visualização de benefício para o próprio usuário

USUÁRIO 5: A cobrança vai influenciar para adoção de práticas mais eficientes

REPRESENTAÇÃO DE USUÁRIOS 3: A cobrança ajudaria a incentivar a ter mais eficiência nos processos, embora os produtores também sempre se preocupem com reduzir a quantidade de água utilizada; A cobrança vai ajudar a reduzir os casos de reserva de mercado e aumentar a eficiência

ACADEMIA 1: Sim. O usuário vai ser obrigado a ter um uso sustentável da água

REPRESENTAÇÃO DE CLASSE 2: Tem relação direta com a adoção de práticas mais eficientes; O setor canavieiro conseguiu reduzir o consumo, incentivado pela cobrança. De 15m³ para processar 1 tonelada de cana, passaram para menos de 1m³; A cobrança foi um fator indutor dessa mudança; O fato de produzir muitos efluentes também foi outro fator de influência nessa mudança

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

6. CENÁRIOS DE COBRANÇA

Com base no conhecimento do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranapanema (PIRH-Paranapanema) e demais documentos relacionados, das necessidades financeiras atualizadas da bacia (Capítulo 3), do perfil dos usos e usuários dos recursos hídricos (Capítulo 4), e da percepção dos usuários acerca do papel do instrumento de cobrança (Capítulo 5), são aqui concebidos os objetivos a serem perseguidos com a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

O presente capítulo objetiva traçar cenários de cobrança para a Bacia do Rio Paranapanema, endereçando um dos fatores-chave de sucesso na implantação do instrumento: o estabelecimento das relações Plano-Cobrança. Ou seja, a vinculação explícita entre a necessidade de arrecadação e a aplicação programática dos recursos financeiros na bacia hidrográfica.

A lógica de se estabelecer esse nexo é a que permite a construção de possibilidades potencialmente custeadas com os recursos da cobrança, baseado não só nas demandas orçamentárias do PIRH-Paranapanema (que por sua vez são vinculadas aos desafios da gestão da bacia hidrográfica), como no viés financeiro da cobrança, que abarca o financiamento e o fomento de ações capazes de prevenir, mitigar ou solucionar questões e problemas que afetam os usos de recursos hídricos.

O princípio é que o rol de possibilidades de ações financeiráveis pela cobrança gere benefícios perceptíveis aos usuários e a sociedade como um todo, de tal modo que possam representar de forma efetiva as melhorias na bacia para que todos os setores usuários enxerguem, em tempo razoável, o retorno dos valores pagos. Este racional espelha a prática francesa de gestão das águas, da qual inspirou-se a prática brasileira. Nesta, adota-se o princípio de rateio de custos: os valores a serem cobrados são definidos a partir da pactuação das ações, dos investimentos necessários na bacia e de discussões sobre a corresponsabilidade sobre estes valores (Laigneau et al., 2021).

Dessa forma, o primeiro passo é a especificação 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. Além desse efeito compensatório, também se espera que quanto maior a cobrança seja, mais intenso será o efeito incitativo, fazendo 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, propõe-se a concepção de possibilidades graduais de envolvimento da cobrança.

Inicialmente (item 6.1), é apresentada uma revisão dos custos de implementação das ações trazidas pelo PIRH-Paranapanema, compondo um rol de ações financeiráveis pela cobrança e que atendam aos objetivos da cobrança.

Na sequência, são apresentados os cenários endógenos de custos de implementação dessas ações (item 6.2). Tais cenários tem por objetivo configurar um leque de possibilidades de atuação do CBH e de seu anseio em relação ao papel do instrumento, desde uma visão mais restritiva até outra, de maior magnitude, caracterizada pela variação na intensidade das ações. São cenários que partem das relações Plano-Cobrança, e são posteriormente fruto de escolha do Comitê de Bacia Hidrográfica do Paranapanema acerca do grau de intensidade das ações abarcadas.

Cada um destes cenários contempla objetivos bem delimitados a partir do desenho do Plano de Ações do PIRH e seu consequente desdobramento em ações. Estas ações, por vez, são atribuídas a atores específicos para sua execução, tem orçamentos e abrangência territorial definidos, prazos e metas. A concepção dos cenários, assim, estabelece o nexo entre os montantes arrecadados e os objetivos

vinculados à solução dos problemas identificados (estabelecimento das relações Plano-Cobrança).

Aos cenários de cobrança, são agregadas hipotéticas variações em relação a elementos de incerteza (exógenos) quanto ao uso das águas na bacia e da própria oferta hídrica (item 6.3). As variações são classificadas como exógenas por não estarem sob o controle ou escolha deliberada dos gestores e tomadores de decisão, abrindo um leque de simulações que tem por objetivo subsidiar as discussões de implementação da cobrança. Com base no cruzamento destes cenários, tem-se diferentes possibilidades de ação e diferentes estados de mundo futuro, no qual o CBH poderá subsidiar as discussões acerca da cobrança.

Finalmente, o último item (6.4) apresenta as primeiras noções de rateio das demandas dos cenários em função dos volumes outorgados de recursos hídricos. Os valores dos investimentos identificados são majorados para incluir o funcionamento da Agência de Água ou equivalente, de âmbito Federal ou compartilhado.

6.1. Estabelecimento da relação Plano-Cobrança

As demandas financeiras totais trazidas pelo PIRH-Paranapanema e sua revisão, considerando os valores de custeio atualizados pelas ações vigentes e vindouras, corrigidos para o ano de 2024 pela inflação, somam R\$ 4,06 bilhões. Desse montante, R\$ 66,28 milhões (1,63%) são referentes ao orçamento de Gestão e R\$ 3,99 bilhões referentes ao orçamento Associado (98,37%). Pela métrica de valor anual equivalente (VAE) das ações vindouras do PIRH, calcula-se que a demanda financeira "média anual" do orçamento de Gestão é de R\$ 4,56 milhões (1,69% do total), e a dos orçamentos associados (Componente 2) é de R\$ 266,27 milhões (98,31% do total). Na somatória dos dois orçamentos, portanto, a demanda financeira do PIRH-Paranapanema para os próximos 15 anos é de R\$ 270,84 milhões por ano em valor anual equivalente.

Caso a totalidade do orçamento do PIRH-Paranapanema para seus próximos três ciclos de gestão fossem financiados pela cobrança, a necessidade de arrecadação seria,

portanto, da ordem de R\$ 270,84 milhões anuais. Mesmo antes de se julgar a compatibilidade desse valor com a capacidade de arrecadação da bacia, sabe-se que tal montante não se justifica dada a falta de vínculo entre diversas das ações - notadamente as da agenda setorial - e o que deve ser coberto pela cobrança. Afinal, as ações do Componente 1 são correlatas à Gestão dos Recursos Hídricos e, portanto, claramente atribuíveis aos Comitês de Bacia, ações passíveis de serem financiadas pela cobrança. Já as demandas financeiras do Componente 2 não trazem essa relação de forma tão explícita. Apresentam-se nos itens abaixo os ajustes necessários na leitura das demandas financeiras do PIRH-Paranapanema que são financiáveis pela cobrança.

6.1.1. *Apoio direto aos usuários*

Um importante conjunto de ações que pode tipicamente ser financiado com recursos da cobrança é aquele voltado para o apoio direto aos usuários da agropecuária e da indústria. Observa-se no PIRH-Paranapanema que são 5 as ações voltadas à agropecuária que somam R\$ 1,20 milhões anualizados em demanda financeira e perpassam a implantação de ações específicas de recuperação e conservação dos solos nas áreas críticas na zona rural e outros. A única ação voltada para a indústria (haja vista que a outra delas já está em andamento e foi, portanto, desconsiderada da lista de ações vigentes) monta em R\$ 318,15 mil de valor anual equivalente.

Uma vez que os orçamentos destas ações são relativamente tímidos frente às expectativas de apoio direto por parte dos usuários, identifica-se uma oportunidade de ação pelo CBH por meio de uma "Equipe de Projetos e Apoio Volante". Trata-se de um conjunto de profissionais com capacidade de atuar no sentido de prestar o apoio necessário, equipe que teria atuação permanente na bacia, servindo de escritório de projetos e equipe de campo para atendimento direto ao usuário.

Com a atuação dessa dedicada e exclusiva Equipe de Projetos e Apoio Volante, pode haver mais ênfase no subsídio aos municípios e outros órgãos executores de políticas públicas para a execução de ações do PIRH sob sua responsabilidade, inclusive com recursos públicos. Essa equipe também atenderia os usuários na ponta, por meio de apoio para obtenção de ganhos de eficiência na agricultura irrigada, por exemplo, ou na identificação de locais próprios para pequenas barragens rurais. As principais funções e escopo de atuação seriam:

- Prestar apoio na elaboração de projetos: redigir propostas de projetos orientados para a captação de recursos junto aos governos federal e estaduais e agências de fomento, entre outros;
- Prestar apoio aos usuários na gestão dos projetos: acompanhamento da execução dos projetos, prestação de suporte técnico durante a execução, publicação de relatórios sobre o andamento dos projetos e atingimento de suas metas;
- Capacitação e orientação de usuários;
- Identificação de oportunidades de financiamento;
- Realizar a prestação de contas dos recursos utilizados.

Ou seja, é uma equipe de técnicos que pode ser custeada pelo CBH (via cobrança) para dar suporte aos usuários. Trata-se de uma forma de execução de um conjunto de ações previstas no PIRH que se torna bastante exequível, permitindo aproximar de forma tangível os recursos oriundos da cobrança, que potencialmente financiam a ação prática. As ações que mais intensamente podem se beneficiar da Equipe de Projetos e Apoio Volante são:

- GRH.A1.1 - Elaborar propostas para a definição dos usos prioritários para outorga, por trecho de rio;
- GRH.A2.2 - Elaborar relatórios de execução da fiscalização pelos órgãos gestores de RH;
- GRH.B1.1 - Apoiar o desenvolvimento e a capacitação dos Comitês de Bacia;

- GRH.E4.2 - Realizar estudo de viabilidade técnica, econômico-financeira, operacional, institucional, legal, social e ambiental para cada alternativa de transposição de água identificada na Ação GRH.E.4.1;
- STR.B3.2 - Elaborar e implementar programa de capacitação para agropecuária;
- STR.A1.1 - Realizar o inventário com vistas a identificar espacialmente as APPs, Reservas Legais (RLs), UCs e áreas de recarga de aquíferos em áreas de especial interesse a preservação (a exemplo das áreas críticas, áreas de mananciais de abastecimento urbano) e de implantação de programas de pagamento de serviços ambientais;
- STR.A1.2 - Fomentar projetos de proteção e recuperação das áreas identificadas;
- STR.A2.1 - Desenvolvimento de estudos de viabilidade e parcerias para a implantação de projetos de PSA;
- STR.B2.2 - Elaborar projetos na zona rural, de controle de carga poluidora de origem agrícola e animal;
- STR.D3.2 - Implantar e ampliar sistemas individuais de tratamento de efluentes doméstico nas áreas rurais dos municípios.

Para o dimensionamento da Equipe de Projetos e Apoio Volante, foi considerada a composição e respectivo custo anual, conforme tabela abaixo, considerando a atuação multidisciplinar e dedicada de sete profissionais.

Tabela 100: Custos de uma "equipe volante" para atender ações de Gestão e Associadas.

Especialidade	Quant./mês	R\$ Unit	R\$ total/mês
Coordenador	1	22.000,00	22.000
Espec. Recursos Hídricos	1	17.000,00	17.000
Espec. Saneamento	1	17.000,00	17.000
Espec. Ambiental	1	17.000,00	17.000
Espec. Relações Institucionais	1	17.000,00	17.000
Apoio técnico	2	6.000,00	12.000
Diárias e custos de escritório	90	500	45.000
Total por mês	-	-	147.000

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

Em termos anuais, tem-se a estimativa de um custo de R\$ 1.764.000. Dado o caráter de ação contínua dessa equipe, bem como de horizontes longos de atuação

das ações que endereçam, aloca-se esse custo ao longo de todo o horizonte de planejamento futuro (15 anos). Para fins de composição da demanda financeira global considerando os custos da Equipe de Projetos e Apoio Volante, adota-se um critério simples de rateio linear entre as ações potencialmente atendidas.

6.1.2. Apoio à implementação dos PMSB

Como primeiro passo para o estabelecimento da relação Plano-Cobrança está a revisão da demanda financeira da ação do Componente 1, de Gestão, que atende à prestação de apoio à implementação dos Planos Municipais de Saneamento Básico: STR.D1.1 - Acompanhar a atualização dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) promovendo sua articulação aos Planos Recursos Hídricos das UGHs afluentes e PIRH-Paranapanema. Essa ação, segundo o PIRH, é direcionada aos maiores municípios em termos populacionais e que se encontram em áreas críticas qualitativas. Embora pertinente e bem delimitada, a ação não conta com orçamento.

Para suprir essa lacuna e adicionar um valor coerente e atualizado, foram estimados os custos conforme a seguinte abordagem. Para sanar essa lacuna, primeiramente foi realizada a identificação e seleção dos municípios que demandam elaboração ou atualização dos PMSBs: dos 247 municípios na bacia, 202 demandam elaboração/atualização do PMSBs, sendo que 142 não possuem PMSB e 60 necessitam atualização (a listagem completa é apresentada no Anexo).

Posteriormente, em áreas críticas (demanda > 50% disponibilidade + qualidade pior que Classe 2) foram identificados 50 municípios, sendo que 38 demandam elaboração/atualização do PMSBs (16 não possuem PMSB e 22 necessitam atualização). Dentre estes 50, então, identificam-se 16 que atendem ao critério de "maiores municípios em termos populacionais", apresentando população acima de 50 mil habitantes. Este conjunto final totaliza 2,86 milhões de habitantes e representa 78% da população total dos municípios localizados em áreas críticas.

Dos 16 municípios que atendem aos critérios de priorização, 5 contam com PMSB vigentes e devidamente estabelecidos em legislação municipal. Restam, portanto, 11 municípios que demandam uma de três ações acerca do instrumento de planejamento municipal: elaboração, atualização ou estabelecimento em legislação municipal.

No PIRH-Paranapanema foi considerado um custo de R\$ 5 milhões para elaboração de 20 PMSB, o que resulta em unitário de R\$ 250 mil. Atualizando esse valor para 2024 tem-se um valor unitário médio da ordem de R\$ 300 mil. Comparando com valores referenciais pesquisados, conclui-se que o valor mais adequado é ainda superior, podendo alcançar R\$ 450 mil no caso de municípios com maiores contingentes populacionais.

Como resultado, podem ser considerados os valores indicados na tabela abaixo para elaboração dos PMSBs nos municípios identificados.

Tabela 101: Custos de elaboração de PMSB nos municípios prioritários.

Município	População	Custo de Elaboração do PMSB
Presidente Prudente	226.692	R\$ 450.000
Arapongas	118.573	R\$ 400.000
Avaré	92.659	R\$ 350.000
Telêmaco Borba	73.331	R\$ 300.000
Iratí	59.253	R\$ 300.000
Ibiporã	54.917	R\$ 300.000
Total	625.425	2.100.000

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

A estimativa de custos para atualização de PMSB, necessária nos municípios de Maringá, Ponta Grossa, Itapetininga, Sarandi e Itapeva, foram definidos como correspondendo a 50% do custo de elaboração de um PMSB, resultando nos valores expostos na tabela abaixo.

Tabela 102: Custos de atualização de PMSB nos municípios prioritários.

Município	População	Custo de Atualização do PMSB
Maringá	454.146	R\$ 300.000
Ponta Grossa	391.654	R\$ 250.000
Itapetininga	166.959	R\$ 200.000
Sarandi	126.057	R\$ 200.000
Itapeva	95.528	R\$ 200.000
Total	1.234.344	R\$ 1.150.000

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

No que se refere à necessidade de “Apoio Político” para legislação que aprove o PMSB, em áreas críticas, tem-se apenas o município de Londrina, com população de 588.125 hab. Entende-se que essa ação potencialmente recai ao comitê Paranapanema e Tibagi, no sentido de se articular com a já instituída Microrregião de Saneamento Centro Leste, bem como de subsidiar e apoiar a Câmara de Vereadores na elaboração e aprovação de legislação específica. O custo, neste caso, é de difícil estimativa, visto a dificuldade de dimensionamento do esforço, mas em termos gerais, foi adotado um valor de R\$ 50 mil.

Dessa forma, o custeio da ação com valores atualizados monta em R\$ 3,30 milhões, contando com o apoio aos municípios com necessidade de elaboração e atualização de seus PMSB e apoio ao município de Londrina. Dado o caráter estratégico dos PMSB, aloca-se essa ação para os próximos cinco anos vindouros, o que resulta em um VAE de R\$ 313.129.

6.1.3. *Serviços tarifados*

No orçamento o Componente 2 para os próximos três ciclos de implementação do PIRH-Paranapanema, observa-se que as 4 ações voltadas ao saneamento básico são as mais representativas em termos de necessidade financeira, e montam em R\$ 257,88 milhões de VAE. Esse valor é 56 vezes maior do que a demanda financeira anual para a gestão da bacia (Componente 1). As mais custosas dentre estas ações são a D.3,

que perfaz a implantação, ampliação e melhorias nas redes e estações de tratamento de esgotamento sanitário nas áreas urbanas dos municípios; e a D.2, que implica na ampliação e melhoria dos sistemas de abastecimento de água. Ambas as ações são alocadas no Componente 2, cuja prerrogativa do CBH é no exercício de acompanhamento e influência, e não de execução¹¹.

Muito embora as ações de saneamento básico sejam as majoritárias no Componente 2 do Plano de Bacias, nota-se que sua execução está sob responsabilidade direta dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, especialmente em áreas urbanas. Afinal, a prestação destes fundamentais serviços públicos recai sobre os titulares (os municípios) e suas empresas, públicas ou privadas, autarquias ou departamentais, que executam tal prestação. Serviços de saneamento, inclusive, são remunerados pela população usuária via tarifa e contam com disponibilidade de recursos creditícios específicos, a exemplo do FGTS, do FAT e do FINEM, disponibilizados respectivamente via Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

Esse mesmo racional se aplica para a gestão de resíduos sólidos urbanos, que também é serviço que deve ser tarifado, ou seja, cuja sustentabilidade financeira deve ser garantida com recursos dos próprios usuários.

Em sendo os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos urbanos de responsabilidade de prestadores específicos que cobram tarifas para tal, comprehende-se que não devem ser financiados com recursos da cobrança (vide Norma de Referência nº 01 da ANA, que dispõe sobre a cobrança por estes serviços).

Por serem serviços tarifados, comprehende-se que o orçamento de ampliação de redes de abastecimento de água e de coleta de esgoto (D.2-2.1), de instalação de

¹¹ Ver Tabela 12: Componentes, Programas, Subprogramas e Ações da Revisão do PIRH-Paranapanema (2023), no item 3.3.

estações de tratamento de esgoto sanitário (D.3-3.1), bem como de implantação de unidades de tratamento de resíduos sólidos ou de disposição final de rejeitos (D.4-4.1), previstos no PIRH-Paranapanema, Componente 2, não devem ser financiados pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Ademais, a porção paranaense da bacia já possui Plano Regional de Saneamento e Ente Regional legalmente instituído, os quais não preveem contribuição da cobrança em seus orçamentos. Do mesmo modo, o Estado de São Paulo já possui Plano Regional de Saneamento Básico e regiões de saneamento definidas, ainda que sem a institucionalização formal de entidades regionais. Isso não significa que o CBH não possa realizar o acompanhamento de tais ações, pois há uma inegável relação entre as condições de saneamento básico e os aspectos quali-quantitativos dos recursos hídricos; mas significa limitar seu papel a esse acompanhamento e não prever, portanto, os desembolsos previstos de R\$ 247,08 milhões de VAE.

6.1.4. *Ações de saneamento rural*

Em contrapartida à prestação dos serviços de saneamento devidamente tarifados, a ação do Componente 2 de saneamento básico rural (STR.D.3-3.2) prevê a implantação e ampliação de sistemas individuais de tratamento de efluentes doméstico nas áreas rurais dos municípios. Essa ação é mais aderente aos propósitos de atuação do CBH, conquanto são dispersas tanto no território como institucionalmente. Embora sejam de atribuição municipal, as ações de saneamento rural não contam com prestadores de serviço claramente definidos e remunerados para tal.

A demanda financeira total para a ação STR.D.3-3.2, conforme previsto no PIRH, tem um VAE de R\$ 10,80 milhões. No entanto, identificou-se que existem recursos sendo direcionados especificamente para esse fim por demais planos e instituições, a

exemplo do que ocorre no estado de São Paulo com o Plano Regional de Saneamento, que indica investimentos específicos para soluções individuais em área rural¹².

Adicionalmente, observa-se que a atuação prevista para a Equipe de Projetos e Apoio Volante também endereça essa ação, facilitando o acesso a outras fontes de financiamento que não a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (via FUNASA, por exemplo). Dessa feita, pode-se prever como financiável pela cobrança uma fração de 20% do valor previsto (VAE de R\$ 2.196.138), suficiente para identificar áreas prioritárias, elaborar projetos de intervenção, análises socioeconômicas de custo-benefício, bem como buscar cofinanciamento para sua completa execução.

6.1.5. *Ações de conservação e restauração ambiental*

De forma análoga ao saneamento rural, tem-se que as ações de conservação ambiental também atendem às questões difusas na bacia e não contam com a atribuição de prestação de serviços. A promoção de serviços ecossistêmicos hidrológicos perfaz uma atividade tipicamente financiada pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos, pois trata da promoção de externalidades positivas e difusas. Os Comitês da Bacia PCJ, por exemplo, investem cerca de 2% dos seus recursos na restauração da floresta como infraestrutura natural (Ozment et al., 2018).

A restauração de áreas de preservação permanente degradadas demanda recursos de grande monta, e não pode recair exclusivamente sobre a cobrança. Por um lado, existem recursos de doação disponíveis para financiar a recuperação da vegetação nativa, como demonstra o Programa Reflorestar no Espírito Santo, que investiu R\$ 52 milhões desde sua fundação com recursos do *Global Environment Facility* - GEF (Feltran-Barbieri et al., 2021). Projetos como o Movimento Viva Água mobilizam recursos e viabilizam tanto o custeio da restauração florestal como o

¹² Ver pág. 572, disponível em: https://semil.sp.gov.br/desestatizacaosabesp/wp-content/uploads/sites/24/2024/02/Plano_Regional_Saneamento_Básico_URAE-1-1.pdf#page=505&zoom=100,109,741

pagamento por serviços ambientais aos proprietários de terras envolvidos nas melhorias ambientais (Thá e Guimarães, 2022).

É possível que o CBH não apenas fomente, mas também financie parte dos esforços de restauração da vegetação nativa nas áreas estratégicas 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. Conforme nota-se pelo PIRH-Paranapanema (ANA, 2016), há elevada produção de sedimentos (processos erosivos), comprometendo solos e recursos hídricos, principalmente nas UGHs Pontal do Paranapanema e Piraponema, assim como em zonas de maior declividade do Alto Paranapanema, Norte Pioneiro e Tibagi.

No rol de ações do PIRH-Paranapanema voltadas ao tema, estão: (i) restauração, recuperação e proteção de APPs, reservas legais e UCs (A.1-1.2); (ii) estímulo à implantação de PSA (A.2-2.2); e (iii) desenvolvimento de estudos de viabilidade e parcerias para a implantação de projetos de PSA (A.2-2.1). Estas ações somam demandas financeiras de R\$ 6,87 milhões em termos anualizados (valor anual equivalente). A ação A2-2.2, especificamente, tem um VAE de R\$ 1,74 milhões, e mesmo sendo relativamente custosa, seguramente está subdimensionada frente à necessidade de restauração da vegetação nativa com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Realizou-se, para fins de verificação e complementação da real necessidade e do potencial alcance dessa ação, um levantamento via geoprocessamento das áreas de APP hídrica na bacia que precisariam ser restauradas. A metodologia adotada é detalhada no Capítulo 14, cabendo aqui salientar que estas áreas de preservação cobrem 9,7% do total da bacia, evidenciando a densidade das malhas de drenagem. Os dados mais recentes de uso do solo permitem identificar que 44,43% das APPs da bacia se encontram degradadas, utilizadas para pastagem ou plantios, enquanto

deveriam estar cobertas por vegetação nativa. Ou seja, é alta a demanda potencial de restauração vegetal, chegando a 549,93 mil hectares.

Embora a quantidade de APP degradada seja elevada, verifica-se similaridade na ordem de grandeza do que fora levantado em 2017 pelo Atlas Agropecuário da Imaflora. Este identificou déficits de APP em pequenas, médias e grandes propriedades rurais (não restritas às de curso d'água, mas também abrangendo as de topo de morro e de grau de declividade) que, quando somadas pelos 247 municípios componentes da bacia, revelam um déficit de 659 mil ha.

Com base no custo de oportunidade de uso do solo, entende-se que a pastagem apresenta a maior chance de conversão alternativa do solo. Nessa classe, identificam-se 144,94 mil ha que podem ser potencialmente recuperados com anuência do produtor, mediante pagamento por serviços ambientais ou não. Conforme modelagem dos serviços ecossistêmicos apresentada no Capítulo 14, identificou-se que 16,85 mil ha destas áreas de pastagem em APP (cerca de 12%) são áreas prioritárias para conservação da qualidade das águas. Ou seja, são áreas que produzem muito sedimento e/ou que são importantes no favorecimento dos serviços ecossistêmicos de infiltração e amortecimento de velocidade de escoamento superficial.

Cada plano de recuperação da vegetação nativa é único ao nível de propriedade rural, e é difícil estimar um custo preciso de restauração. Técnicas de plantio total são dispendiosas (R\$ 15.400/ha), enquanto a condução da regeneração natural pode ser bastante econômica (cerca de R\$ 4.350/ha). Como referência de ordem de grandeza para os custos de recuperação, pode-se adotar a média de dispêndio de R\$ 9,87 mil/ha. A recuperação dos 16,85 mil ha de áreas de APP prioritárias (atualmente ocupadas por pastagens), por tanto, resulta em uma demanda financeira de R\$ 166,08 milhões.

Pode-se, portanto, incrementar os custos previstos originalmente no PIRH-Paranapanema de forma a cobrir o total (100%) do valor encontrado no levantamento realizado, implicando na existência de recursos suficientes para que se realize (execute)

a restauração das áreas prioritárias via recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Isso significa que o orçamento da ação STR.A2-2.2 aumenta em R\$ 140.053.155 sobre o que já estava previsto, de R\$ 26.030.250. Supondo ser essa uma ação que perdure ao longo de todo o horizonte futuro de análise (15 anos), tem-se um VAE de R\$ 11.072.227.

6.1.6. *Demanda financeira de referência*

Com base no exposto nos itens anteriores, tem-se enfim uma compreensão do valor de referência para a necessidade de arrecadação da cobrança. Afinal, é com base nas necessidades financeiras que se desvenda o potencial de financiamento em termos de ações do PIRH a partir da cobrança. Trata-se de um panorama completo, atualizado e com uma nova forma de ação do CBH em relação aos objetivos difusos de qualidade de água e gestão de recursos hídricos na bacia (Equipe de Projetos e Apoio Volante e atuação na recuperação da vegetação nativa), atendendo assim aos anseios de ação prática dos usuários e respeitando plenamente o previsto e pactuado pelo PIRH.

A Tabela 103 apresenta a comparação do orçamento do PIRH-Paranapanema (atualizado monetariamente) para os próximos três ciclos de execução, cobrindo quinze anos vindouros. Segrega-se as informações naquelas pertinentes ao orçamento dos Componentes 1 e 2, assim como se colocam as somatórias das ações potencialmente financiáveis com os recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Observa-se que estão devidamente contemplados os quatro ajustes e revisões de valores e escopos descritos nos itens precedentes, a saber: (i) atualização da ação de revisão e apoio de PMSB, (ii) contratação de Equipe de Projetos e Apoio Volante, (iii) ajuste na intensidade da ação de saneamento rural e (iv) na ação de restauração de vegetação nativa.

Tabela 103: Orçamento geral do PIRH-Paranapanema e o papel referencial da cobrança.

(R\$, mil)		Componente 1 Gestão de Recursos Hídricos	Componente 2 Intervenções e Articulações com o Planejamento Setorial	TOTAL (Comp. 1 e 2)
Total de Ações do PIRH	Total	69.581	4.134.665	4.204.245
	VAE	5.761	276.494	282.254
Ações do PIRH Financiáveis pela Cobrança	Total	69.581	298.797	368.378
	VAE	5.761	20.628	26.389

Fonte: Adaptado do PIRH-Paranapanema (ANA, 2016) e Revisão do Plano de Ações (ANA, 2023).

Nota-se ainda que o VAE é calculado respeitando-se o cronograma de implementação de cada ação, e resulta em um valor de R\$ 26,39 milhões financiáveis pela cobrança. Conforme descreveu-se no início deste capítulo, a totalidade das ações de gestão de Recursos Hídricos (Componente 1) deve ser suportada pela cobrança. Já em relação às ações do Componente 2, tem-se uma fração geral de 7,46% de apoio da cobrança (R\$ 20,63 milhões anuais) em relação ao total previsto no orçamento do PIRH (R\$ 282,25 milhões anuais).

Observa-se que o valor anual acima descrito ainda não contempla o financiamento da própria Entidade Delegatária necessária para o estabelecimento do instrumento de cobrança. Estes custos são considerados e devidamente inseridos no Capítulo 9, incrementando o valor-base de referência em R\$ 1,5 milhão por ano.

A Tabela 104 (abaixo) apresenta o detalhamento da Tabela 103 (acima), pois apresenta os valores anuais (VAE, em mil reais) para cada uma das ações do PIRH-Paranapanema que podem ser apoiadas pela cobrança. Na primeira coluna de valores, estão os previstos pelo PIRH. Caso estejam com R\$ 0,00, significa que: (i) a ação não será implementada no período de abrangência desta análise; (ii) que a ação já foi implementada; (iii) que a ação está sendo implementada (conforme identificado no item 3.4.1); ou ainda (iv) que não há valor associado à ação no próprio PIRH.

Já os valores da segunda coluna trazem as ações financiáveis pela cobrança em seus valores de referência. Nas situações em que é indicado valor R\$ 0,00, significa que a ação não será suportada pela cobrança, e deverá, portanto, ser financiada de outras formas. Das 81 ações do plano, identifica-se o potencial apoio da cobrança para 40 delas (49%). Dentre estas 40 ações, 30 são do Componente 1 e 10 do Componente 2. Para fins de clareza na apresentação da tabela, os Subprogramas e Ações são apresentados por seus códigos. A Tabela 12, na página 63, apresenta a descrição completa das ações - Componentes, Programas, Subprogramas e Ações da Revisão do PIRH-Paranapanema (2023).

Tabela 104: Orçamento detalhado do PIRH-Paranapanema e o papel referencial da cobrança.

Componente e Programa	Subprograma	Ação	Total de Ações do PIRH	Ações Financiáveis pela Cobrança
			(R\$ mil, VAE)	(R\$ mil, VAE)
C1: Inst. Gest.	Outorga	GRH.A1.1	398,19	398,19
C1: Inst. Gest.	Fiscalização	GRH.A2.1	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Fiscalização	GRH.A2.2	304,86	304,86
C1: Inst. Gest.	Cobrança	GRH.A3.1	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Cobrança	GRH.A3.2	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Cobrança	GRH.A3.3	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Enquadramento	GRH.A4.1	0,00	0,00
C1: Inst. Gest.	Enquadramento	GRH.A4.2	0,00	0,00
C1: Fort. Inst.	Órgãos Gestores	GRH.B1.1	597,51	597,51
C1: Fort. Inst.	Órgãos Gestores	GRH.B1.2	109,91	109,91
C1: Fort. Inst.	Inst. Agência	GRH.B2.1	34,04	34,04
C1: Fort. Inst.	Inst. Agência	GRH.B2.2	0,00	0,00
C1: Fort. Inst.	Diá. Municípios	GRH.B3.1	17,35	17,35
C1: Fort. Inst.	Diá. Municípios	GRH.B3.2	4,51	4,51
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.1	3,16	3,16
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.2	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.3	18,36	18,36
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.4	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.5	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.6	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Quantitativo	GRH.C1.7	0,00	0,00

Componente e Programa	Subprograma	Ação	Total de Ações do PIRH	Ações Financiáveis pela Cobrança
			(R\$ mil, VAE)	(R\$ mil, VAE)
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.1	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.2	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.3	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.4	31,58	31,58
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.5	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.6	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.7	0,00	0,00
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.8	92,32	92,32
C1: Monitor.	M. Qualitativo	GRH.C2.9	0,00	0,00
C1: Monitor.	S. P. Alerta	GRH.C3.1	0,00	0,00
C1: Monitor.	S. P. Alerta	GRH.C3.2	0,00	0,00
C1: Monitor.	Seg. Barragem	GRH.C4.1	0,00	0,00
C1: Planej.	Info. Integrada	GRH.D1.1	0,00	0,00
C1: Planej.	Info. Integrada	GRH.D1.2	0,00	0,00
C1: Planej.	Solo x RH	GRH.D2.1	0,00	0,00
C1: Planej.	PIRH	GRH.D3.1	12,73	12,73
C1: Planej.	PIRH	GRH.D3.2	8,48	8,48
C1: Planej.	PIRH	GRH.D3.3	763,32	763,32
C1: G. Oferta	Res. de Água	GRH.E1.1	130,63	130,63
C1: G. Oferta	Alt.Ab.Urbano	GRH.E2.1	38,79	38,79
C1: G. Oferta	Alt.Ab.Urbano	GRH.E2.2	0,00	0,00
C1: G. Oferta	M.Subterrâneo	GRH.E3.1	269,94	269,94
C1: G. Oferta	M.Subterrâneo	GRH.E3.2	62,43	62,43
C1: G. Oferta	Transposição	GRH.E4.1	39,07	39,07
C1: G. Oferta	Transposição	GRH.E4.2	326,20	326,20
C1: UEGS	Criação UEGS	GRH.F1.1	0,00	0,00
C1: UEGS	Criação UEGS	GRH.F1.2	0,00	0,00
C2: C. Amb.	APPs, RL e Ucs	STR.A1.1	701,63	701,63
C2: C. Amb.	APPs, RL e Ucs	STR.A1.2	4.757,72	4.757,72
C2: C. Amb.	APPs, RL e Ucs	STR.A1.3	0,00	0,00
C2: C. Amb.	PSA	STR.A2.1	734,64	734,64
C2: C. Amb.	PSA	STR.A2.2	11.072,23	11.072,23
C2: Agropec.	Cons. Solo Água	STR.B1.1	339,36	339,36
C2: Agropec.	Cons. Solo Água	STR.B1.2	617,01	617,01
C2: Agropec.	Cons. Solo Água	STR.B1.3	0,00	0,00

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

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

6.2. Cenários de cobrança

O item antecedente estabeleceu, para cada demanda financeira do PIRH-Paranapanema para os próximos 15 anos, uma participação referencial da cobrança, ou seja, atribuiu-se de forma técnica o papel que o instrumento pode cumprir. A partir desse elenco, é possível definir os cenários endógenos de cobrança - cenários que são fruto de escolha do CBH, pois refletem as ambições de atuação deste.

Antes, no entanto, cabe ressaltar questões e pressupostos chave:

- Parte-se, desse item em diante, das demandas financeiras referenciais que podem ser suportadas pela cobrança, ou seja, das 40 ações estabelecidas no item de Relações Plano-Cobrança, que em termos de valor anual equivalente (VAE), representa R\$ 26,39 milhões;
- Os valores apresentados são em VAE, que é resultado de um fluxo de implementação de 15 anos, cobrindo o horizonte temporal compatível com os próximos 3 ciclos de implementação do PIRH-Paranapanema;
- Existe uma complementariedade entre a cobrança de nível federal e as estaduais, dada não menos que pelo próprio instrumento de base do estudo e das ações do CBH (Plano Integrado de Recursos Hídricos);
- Os custos de manutenção da Entidade Delegatária são adicionados a posteriori, no item 9.3;
- A averiguação da capacidade de pagamento dos usuários foi realizada pelo modelo econômico de otimização de preços (Capítulo 10);
- As intervenções prioritárias devem posteriormente estar estabelecidas nos Planos de Aplicação Plurianual (PAP).

Com vistas a configurar variação de custos globais passíveis de suporte com recursos financeiros advindos da cobrança pelo uso da água, optou-se por estabelecer cenários que representam situações variadas quanto à intensidade do uso desses recursos no apoio à implementação das ações identificadas e cujos custos foram orçados no item anterior.

O **primeiro dos cenários** de cobrança já está concebido no item anterior, e contempla realizar o **potencial referencial da cobrança** para auxiliar na execução do PIRH-Paranapanema: a demanda financeira de R\$ 26,39 milhões anuais reflete uma determinada abrangência de ações e uma intensidade de investimento que representam a aplicação esperada do instrumento de cobrança por parte dos gestores dos recursos hídricos.

Já os demais cenários apresentam variações na intensidade elencados no cenário de referência. Nesse sentido, foram consideradas as possibilidades de variação a maior e a menor no suporte financeiro às ações antes definidas (aumentando ou reduzindo

a intensidade de suporte financeiro do instrumento cobrança). A abrangência das ações (ou seja, o rol de ações suportadas pela cobrança) não é cenarizada uma vez que espelha o já previsto pelo PIRH-Paranapanema.

As três possíveis situações de escolha do CBH, posteriormente, são simuladas sob a variação de algumas hipotéticas situações futuras (apresentadas no item 6.3). Antes, no entanto, cabe conceber os dois cenários alternativos ao referencial, que segue a lógica apresentada na Tabela 105.

Tabela 105: Cenários endógenos de implementação do instrumento cobrança.

Menor Intensidade	Referencial	Maior Intensidade
Prerrogativas menos ambiciosas de cobrança, variando para menos a intensidade de determinadas ações suportadas pela cobrança	Cenário Referencial	Prerrogativas mais ambiciosas de cobrança, variando para mais a intensidade de determinadas ações suportadas pela cobrança

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

A concepção do **cenário de menor intensidade** se inicia com a compreensão de que é crassa a necessidade de se financiar os instrumentos de gestão dos recursos hídricos e, dessa forma, não são alteradas as intensidades de apoio da cobrança às ações do Componente 1. Já quanto às ações do Componente 2, estas podem ser sujeitas à escolha do CBH quanto à ambição de seu apoio.

Reduz-se a influência da cobrança de algumas ações, optando-se justamente por aquelas que se concebeu incluir e aumentar a partir do racional apresentado no item 6.1 - de que são difusas e voltadas à promoção da infraestrutura natural e dos serviços ecossistêmicos hidrológicos, logo, geradores de externalidades positivas. O critério adotado para essa seleção destaca as ações listadas no PIRH-Paranapanema como "influência" acerca do papel da atuação do CBH.

- STR.A1.2 - Fomentar projetos de proteção e recuperação das áreas identificadas; e
- STR.A2.2 - Estimular a implantação de PSA.

Juntas, as duas ações somam R\$ 15,83 milhões no cenário de referência, e se constituem em uma porção considerável da demanda financeira do Componente 2 (76,7% do total de R\$ 20,63 milhões anuais desse componente). Como forma de cenarizar a redução na ambição do CBH em financiar e executar essas ações com recursos da cobrança, estabeleceu-se uma redução de 50% em seus orçamentos referenciais. Dessa forma, o VAE das ações elencadas se reduz para R\$ 7,91 milhões.

As demais ações deste componente de intervenções e articulações com o planejamento setorial estavam previstas em seus valores plenos pelo PIRH-Paranapanema, entendendo-se que podem permanecer incluídas neste cenário tal como no cenário de referência.

Também quanto à Equipe de Projetos e Apoio Volante, essa segue considerada no cenário de menor intensidade, pois das duas ações alteradas, apenas uma é atendida pela Equipe. Uma vez que esta Equipe se divide no atendimento de 10 ações no total, justifica-se que a redução na intensidade não gere repercussões no tamanho mínimo concebido. A demanda financeira final para o cenário de menor intensidade, portanto, é de R\$ 18,47 milhões anuais.

Por fim, a concepção do **cenário de maior intensidade** se inicia com a majoração das ações do Componente 2 que são listadas no PIRH-Paranapanema como "acompanhamento" acerca do papel da atuação do CBH. São ações referentes à agenda setorial dos usuários de agropecuária, indústria e saneamento básico rural (este último é referente à ação de "implantar e ampliar sistemas individuais de tratamento de efluentes doméstico nas áreas rurais dos municípios", cuja abordagem já foi detalhada no item 6.1 de estabelecimento das relações Plano-Cobrança).

- STR.B1.1 - Elaborar projetos de recuperação das áreas críticas na zona rural;
- STR.B1.2 - Implantar ações específicas de recuperação e conservação dos solos nas áreas críticas na zona rural;

- STR.B2.2 - Elaborar projetos na zona rural, de controle de carga poluidora de origem agrícola e animal;
- STR.D3.2 - Implantar e ampliar sistemas individuais de tratamento de efluentes doméstico nas áreas rurais dos municípios;
- STR.C2.1 - Realizar ações para a melhoria da eficiência no uso da água no setor industrial;
- STR.B3.2 - Elaborar e implementar programa de capacitação para agropecuária; e
- STR.B4.2 - Implementar programa de divulgação de agricultura de baixa demanda hídrica.

Estas ações também são difusas em sua natureza e muitas podem ser vistas como geradoras de adaptação à mudança do clima, pois são voltadas à redução da dependência hídrica e promoção da infraestrutura natural e serviços ecossistêmicos hidrológicos.

Juntas, estas sete ações somam R\$ 4,06 milhões no cenário de referência, e representam 19,7% da demanda financeira do Componente 2. Cabe destacar que são as únicas ações do PIRH-Paranapanema voltadas diretamente aos usuários agropecuários e industriais. Como forma de cenarizar o incremento na ambição do CBH em financiar e executar essas ações com recursos da cobrança, estabeleceu-se uma majoração de 100% em seus orçamentos referenciais. Dessa forma, o VAE das ações elencadas passa a ser de R\$ 8,13 milhões.

As demais ações deste componente de intervenções e articulações com o planejamento setorial estavam previstas em seus valores plenos pelo PIRH-Paranapanema, entendendo-se que podem permanecer incluídas neste cenário tal como no cenário de referência.

Também quanto à Equipe de Projetos e Apoio Volante, essa segue considerada no cenário de maior intensidade no mesmo porte que no cenário referencial. A demanda financeira final para o cenário de maior intensidade, portanto, é de R\$ 30,42 milhões anuais.

O resumo das demandas financeiras anuais (em VAE, mil reais) de cada um dos três cenários concebidos é aposto na tabela abaixo:

Tabela 106: Demandas financeiras anuais dos cenários endógenos (R\$ VAE).

Menor Intensidade	Referencial	Maior Intensidade
R\$ 18.473,64	R\$ 26.388,62	R\$ 30.452,13

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

A variação dos cenários se dá, basicamente, pelo grau de intensidade das dez ações do Componente 2, cujo PIRH-Paranapanema elenca ao CBH o papel de "influência" e de "acompanhamento". Apresenta-se abaixo (Tabela 107) as três variações dos cenários para as 40 ações a serem apoiadas pela cobrança. Salienta-se que, como pressuposto, as ações do Componente 1 se mantém imutáveis.

Tabela 107: Orçamento detalhado dos Cenários Endógenos de cobrança.

Ação Suportada pela Cobrança	VAE (R\$, mil)		
	Cenário Referencial	Maior Intensidade	Menor Intensidade
GRH.A1.1 - Elaborar propostas para a definição dos usos prioritários	398,19	398,19	398,19
GRH.A2.2 - Elaborar relatórios de execução da fiscalização pelos órgãos...	304,86	304,86	304,86
GRH.B1.1 - Apoiar o desenvolvimento e a capacitação dos Comitês de...	597,51	597,51	597,51
GRH.B1.2 - Fomentar a participação da sociedade civil	109,91	109,91	109,91
GRH.B2.1 - Realizar estudo para a proposta do arranjo institucional	34,04	34,04	34,04
GRH.B3.1 - Dialogar com os executivos municipais	17,35	17,35	17,35
GRH.B3.2 - Dialogar com os Legislativos Municipais	4,51	4,51	4,51
GRH.C1.1 - Realizar a instalação das estações pluviométricas	3,16	3,16	3,16
GRH.C1.3 - Realizar a instalação das estações fluviométricas	18,36	18,36	18,36
GRH.C2.4 - Iniciar monitoramento dos novos pontos (qualidade da água...)	31,58	31,58	31,58

Ação Suportada pela Cobrança	VAE (R\$, mil)		
	Cenário Referencial	Maior Intensidade	Menor Intensidade
GRH.C2.8 - Iniciar o monitoramento dos novos pontos de qualidade...	92,32	92,32	92,32
GRH.D3.1 - Realizar reuniões trimestrais de acompanhamento da impl...	12,73	12,73	12,73
GRH.D3.2 - Emitir relatórios anuais de acompanhamento de implement...	8,48	8,48	8,48
GRH.D3.3 - Realizar as revisões do PIRH- Paranapanema	763,32	763,32	763,32
GRH.E1.1 - Realizar estudos de balanço hídrico (considerando as no...	130,63	130,63	130,63
GRH.E2.1 - Realizar inventário de situações críticas atuais e futu...	38,79	38,79	38,79
GRH.E3.1 - Realizar estudos para identificar áreas com potencial...	269,94	269,94	269,94
GRH.E3.2 - Realizar estudos técnicos para definição das condições ...	62,43	62,43	62,43
GRH.E4.1 - Realizar inventário de alternativas de transposição de	39,07	39,07	39,07
GRH.E4.2 - Realizar estudo de viabilidade técnica, econômico-finan...	326,20	326,20	326,20
STR.A1.1 - Realizar o inventário com vistas a identificar espacial...	701,63	701,63	701,63
STR.A1.2 - Fomentar projetos de proteção e recuperação das áreas...	4.757,72	4.757,72	2.378,86
STR.A2.1 - Desenvolvimento de estudos de viabilidade e parcerias...	734,64	734,64	734,64
STR.A2.2 - Estimular a implantação de PSA	11.072,23	11.072,23	5.536,11
STR.B1.1 - Elaborar projetos de recuperação das áreas críticas na...	339,36	678,71	339,36
STR.B1.2 - Implantar ações específicas de recuperação e conservação...	617,01	1.234,03	617,01
STR.B2.1 - Identificar áreas críticas geradoras de poluição difusa	140,80	140,80	140,80
STR.B2.2 - Elaborar projetos na zona rural, de controle de carga...	295,18	590,35	295,18
STR.B3.2 - Elaborar e implementar programa de capacitação para agr...	270,02	540,04	270,02
STR.B4.1 - Elaborar estudo de viabilidade de agricultura de baixa...	61,34	61,34	61,34
STR.B4.2 - Implementar programa de divulgação de agricultura de ba...	27,66	55,32	27,66
STR.C2.1 - Realizar ações para a melhoria da eficiência no uso da...	318,15	636,30	318,15

Ação Suportada pela Cobrança	VAE (R\$, mil)		
	Cenário Referencial	Maior Intensidade	Menor Intensidade
STR.D1.1 - Acompanhar a atualização dos Planos Municipais de Saneamento Básico	313,19	313,19	313,19
STR.D3.2 - Implantar e ampliar sistemas individuais de tratamento	2.196,14	4.392,28	2.196,14
STR.E1.1 - Articular e apoiar as iniciativas de educação ambiental	125,33	125,33	125,33
STR.E2.1 - Executar ações do plano de comunicação do CBH-Paranapanema	87,31	87,31	87,31
STR.F1.2 - Criar e manter fórum de diálogo para abordar temas estratégicos	48,59	48,59	48,59
STR.F2.1 - Revisar as demandas hídricas, disponibilidades hídricas	129,56	129,56	129,56
STR.F2.2 - Elaborar estudo para a caracterização da Carga Poluidora	803,22	803,22	803,22
STR.F2.3 - Realizar modelagem hidrológica da bacia	86,16	86,16	86,16

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

O próximo item apresenta as variações que não são controláveis ou de pleno domínio do gestor e tomador de decisão acerca das demandas financeiras da bacia.

6.3. Identificação de variações exógenas aos cenários

Articula-se neste item um outro perfil de cenário que pode ser compreendido como "exógeno", pois não está sob o controle ou escolha deliberada dos gestores e tomadores de decisão: são hipotéticas variações acerca de elementos modificadores do status quo das outorgas e do uso das águas na bacia. Afinal, os cenários de cobrança não apenas dependem de escolhas das ações e de seus orçamentos, mas também da quantidade de interferências sujeitas à cobrança e de seu perfil (a base de arrecadação).

Conforme demonstrou-se na análise histórica das outorgas na Bacia do Rio Paranapanema (item 4.3.1), a quantidade e intensidade das outorgas não é estática no tempo, mas varia em conjunto com as demandas hídricas: cidades que crescem necessitam de maiores volumes de captação para fazer frente ao aumento na

população atendida e lançam, consequentemente, maiores volumes de efluentes; as atividades econômicas sofrem modificações, como o aumento da atividade de agricultura irrigada ou de novas captações do perfil industrial.

Os cenários aqui apresentados articulam essas situações de forma hipotética. Não se busca acertar ou prever o que poderá ocorrer, mas sim articular variações plausíveis em elementos-chave da cobrança para demonstrar os graus de amplitude que se espera ter no futuro. Estas hipóteses articulam diretamente os volumes de captação que ratearão a cobrança, conforme os quantitativos trazidos pelo item 4.1.

As **interferências de abastecimento humano** são função direta da quantidade de pessoas atendidas pelas companhias de saneamento. Segundo o último censo demográfico do IBGE, de 2022, os 216 municípios com sede na Bacia do Rio Paranapanema somam uma população de 4,74 milhões, enquanto em 2010 essa mesma contagem revelou 4,47 milhões (crescimento anualizado de 0,49%).

O IBGE publicou em 2024 as projeções demográficas da população brasileira para os próximos 15 anos, atualizando a partir do Censo de 2022 as projeções que, em versão anterior, datavam de 2018. Estas projeções são pormenorizadas apenas ao nível de Unidade da Federação, mas revelam que os estados de São Paulo e do Paraná tendem a crescer, até 2036, à taxa anualizada de respectivos 0,14% e 0,41%. Nota-se que não são projeções intensas, pois o Brasil atravessa uma fase de redução do crescimento de sua população, especialmente nos estados do Sul e do Sudeste.

Mesmo assim, uma cidade em específico pode vir a apresentar um crescimento mais intenso, como ocorreu com Londrina (a maior das cidades paranaenses), que entre 2010 e 2022 cresceu à taxa anualizada de 0,78%. Presidente Prudente (a maior das cidades paulistas), nesse mesmo período, cresceu 0,70%.

Outro aspecto importante para a prospecção das modificações nas interferências de abastecimento humano é a tendência de que haja cada vez mais controle de perdas

na distribuição de água. Estes investimentos, importantes para as companhias de saneamento, acabam por reduzir a demanda pela captação de água bruta.

Antes de se investigar qual seria o efeito de eventuais reduções de perdas, pode-se estimar de forma bastante simplista que o volume de captação das interferências de saneamento cresça à taxa anualizada de 0,5% ao ano até o ano de 2036. A Tabela 108, abaixo, apresenta a modificação volumétrica atrelada à essa hipótese.

Tabela 108: Variação hipotética nos volumes de captação de saneamento básico.

Saneamento Básico	Volume captado (mil m ³ /ano)	
	Cena atual	Cenário futuro (2036)
Interferências Federais (ANA)	10.501,78	11.149,51
Interferências Estaduais (SP)	175.741,75	186.581,12
Interferências Estaduais (PR)	288.720,37	306.528,01
Total	474.963,90	504.258,63

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

Para investigar as perspectivas da **atividade de agricultura irrigada**, que é atualmente o maior usuário das águas superficiais da Bacia do Rio Paranapanema (tanto em termos de quantidade de usuários como em volume captado), tem-se uma perspectiva de alto crescimento quando se lê os dados do Atlas de Irrigação da ANA (2021). Nesse documento, é reportado que a nível nacional, espera-se passar de uma situação de 5,3 milhões de hectares (Mha) irrigados para nada menos que 9,5 Mha irrigados em 2040 (crescimento de 79% no período). O Atlas também aponta a existência de 2,9 Mha fertirrigados em 2019, mas que não trazem a mesma perspectiva de incremento.

O Atlas fez uso de metodologia que identifica áreas agricultáveis que já possuem uso consolidado para agricultura ou pastagem, avaliadas quanto à aptidão agrícola considerando solo e relevo, determinando assim seu potencial para irrigação. Posteriormente, é analisada a demanda hídrica, calculada com base na evapotranspiração potencial das principais culturas (milho, feijão, arroz e cana-de-

açúcar) e estimando a vazão necessária para atendimento em cada microbacia. Por fim, o levantamento considera a própria disponibilidade hídrica superficial, avaliada considerando a quantidade de água disponível nos cursos d'água após descontar os usos consuntivos atuais.

Com esse meticuloso método, o Atlas Irrigação aponta as áreas adicionais irrigáveis com base tanto no potencial do solo quanto na água superficial disponível, distinguindo entre intensificação (áreas já agrícolas) e expansão (áreas de pastagem). Os resultados para os estados de interesse são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 109: Potencial de área adicional irrigável (AAI) de intensificação e expansão.

UF	Percentual de acréscimo acima do atual	
	Intensificação	Expansão
São Paulo	4,09 Mha (50,2%)	0,57 Mha (13,8%)
Paraná	3,59 Mha (46,5%)	0,28 Mha (51,0%)

Fonte: Atlas Irrigação (ANA,2021). Adaptado por Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

Claramente, o potencial apresentado pelo Atlas Irrigação não significa que há uma projeção para seu pleno atingimento, embora o histórico recente de crescimento da atividade corrobore para um ritmo intenso. Com base nas informações dos Censos Agropecuários do IBGE, sabe-se que em São Paulo a área irrigada aumentou de 786.051 hectares em 2006 para 1.127.622 hectares em 2017, o que representa uma taxa anualizada de crescimento de 3,33%. No mesmo período, a área irrigada paranaense cresceu de 105.455 ha para 155.798 ha (taxa anualizada de 3,61%).

Caso essas mesmas taxas de crescimento pretéritas fossem aplicadas da cena atual até o ano de 2036, ter-se-ia um crescimento de 48% em São Paulo e de 53% no Paraná, atingindo-se plenamente o potencial previsto pelo Atlas Irrigação. De forma simplista, pode-se aplicar metade das taxas pretéritas no volume atual de captação de água pela agricultura irrigada, assumindo-se que há um crescimento linear entre as tipologias de culturas e métodos de irrigação - o que certamente não ocorrerá na

realidade. Não obstante, as ordens de grandeza acerca das modificações são bastante plausíveis. Os resultados são apresentados na Tabela 110.

Tabela 110: Variação hipotética nos volumes de captação de irrigação.

Agricultura Irrigada	Volume captado (mil m ³ /ano)	
	Cena atual	Cenário futuro (2036)
Interferências Federais (ANA)	379.805,44	466.969,55
Interferências Estaduais (SP)	1.989.066,52	2.445.550,82
Interferências Estaduais (PR)	136.744,30	168.126,67
Total	2.505.616,26	3.080.647,05

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

Por fim, o **setor industrial**, que é o terceiro mais importante em termos de volume retirado na Bacia do Rio Paranapanema, não apresenta histórico de crescimento tão pujante quanto o da agricultura irrigada. Ao contrário, a indústria nacional vive um período conturbado. Afinal, desde 1980 a participação da indústria manufatureira no PIB caiu de 23% para menos de 10% na atualidade. A título de comparação, em 2018, a indústria manufatureira da Coreia do Sul e a da China participavam com 29% dos respectivos PIBs; a Alemanha, com 23%; o Japão, com 20%. A participação brasileira nas exportações mundiais caiu de 0,8% para 0,6%; a demanda interna cresceu 60% e a produção, apenas 34%. Como consequência, as importações de manufaturados subiram de 14% para 27% da demanda, com destaque para os bens tecnologicamente mais sofisticados, incluídos insumos industriais. Vê-se esguias perspectivas de melhora para a indústria de bens de produção.

As indústrias poupadadas, como regra geral, foram as que dependem de fatores primários sobre os quais o Brasil apresenta vantagens comparativas: água, energia, minérios, agropecuária, silvicultura, entre outros. São exatamente estas as indústrias que se instalaram na bacia (fabricação de papel, açúcar e álcool, de produtos de origem vegetal e animal, óleos vegetais, couros e outros).

Segundo o IBGE, a maior alta do número de fábricas ocorreu entre 2013 e 2019 no ramo "manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos", sendo que o "fabricação de produtos alimentícios" se manteve como a principal atividade industrial em termos de formação do PIB. Pelo lado negativo, o ramo "confecção de artigos do vestuário e acessórios" e de "fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos" foi o que mais fechou fábricas.

É difícil imaginar um futuro para o país sem a sua reindustrialização, não menos pelo intenso processo de urbanização que somente pode alcançar alguma estabilidade social e econômica resguardado por uma indústria que gere empregos e renda. Segundo as projeções da EPE (2022), há expectativa de um crescimento médio de 3,1% a.a. no horizonte dos próximos dez anos, destacando-se o segmento extrativo. Essas projeções, no entanto, não encontram conjuntura econômica auspiciosa. Parte desse crescimento, no entanto, advém do aproveitamento da capacidade ociosa na indústria de transformação e o possível impulso de demanda oriundo da recuperação da economia mundial para a indústria extrativa.

Para fins práticos de consideração de um eventual crescimento das interferências industriais na bacia, com seus respectivos volumes de captação, minimamente se pode supor que haja uma evolução pari passu ao crescimento demográfico.

Apresenta-se, na tabela abaixo, a articulação dessa hipótese para a Bacia do Rio Paranapanema e suas atuais interferências desse setor usuário.

Tabela 111: Variação hipotética nos volumes de captação industrial.

Indústria	Volume captado (mil m ³ /ano)	
	Cena atual	Cenário futuro (2036)
Interferências Federais (ANA)	7.563,96	8.030,49
Interferências Estaduais (SP)	127.446,99	135.307,64
Interferências Estaduais (PR)	154.564,17	164.097,35
Total	289.575,13	307.435,49

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

Foram, até aqui, abordados fatores exógenos que afetam a demanda pelos recursos hídricos na bacia. Doravante, trata-se de um elemento exógeno cuja possível repercussão na disponibilidade hídrica é em sua **redução: trata-se do efeito da mudança do clima.**

O estudo "Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil", elaborado pela ANA (2024), aborda os efeitos da mudança do clima sobre os recursos hídricos no Brasil em três horizontes temporais: 2015-2040, 2041-2070 e 2071-2100. A avaliação foi feita na escala de ottobacia (BHO) em abordagem que envolveu a melhoria da resolução espacial das projeções climáticas de 21 Modelos Climáticos Globais (MCGs) de quatro cenários de emissões de gases de efeito estufa. Estes cenários são denominados de "Caminhos Socioeconômicos Compartilhados" (SSPs na sigla em inglês) se diferenciam por diferentes pressupostos socioeconômicos e de níveis de emissão antropogênica de gases de efeito estufa.

O cenário SSP1-2.6 implica em uma forte e rápida redução de emissões, alinhada ao Acordo de Paris. O cenário SSP2-4.5, por sua vez, também apresenta redução no nível de emissões, embora mais lenta que o primeiro, mas ainda assim sendo um cenário considerado "otimista" por representar ações efusivas de redução de emissões. Já o cenário SSP3-7.0 é uma representação intermediária entre os anteriormente citados, mais otimistas, e o cenário claramente pessimista representado pelo SSP5-8.5. Este último é o *business as usual* e modela como o mundo pode aquecer caso não seja adotado nenhuma política climática.

Embora tenha sido produzido ao nível de ottobacia, o estudo "Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil" (ANA, 2024) agrupa resultados ao nível de Região Hidrográfica, revelando que a mudança climática deve aumentar a frequência de eventos hidrológicos extremos, como secas e inundações, afetando significativamente a disponibilidade de água em diversas regiões do Brasil. Os

impactos projetados variam conforme a região, mas indicam um aumento geral na temperatura e evapotranspiração.

Na Região Hidrográfica do Paraná, na qual a Bacia do Rio Paranapanema está incluída, observam-se perspectivas preocupantes de redução da disponibilidade hídrica.

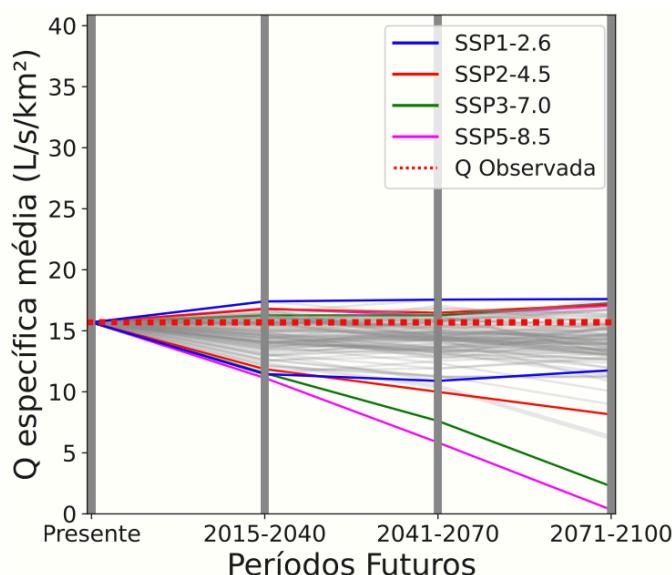


Figura 38: Evolução das projeções futuras de Q_{mlt} específica incremental média de todos os MCGs e cenários de emissão para a Região Hidrográfica do Paraná.

Fonte: Recorte da Figura 38 de (ANA, 2024).

A Figura 38 (acima) apresenta os resultados de tendência de vazão (vazão incremental específica média das ottobacias), na qual as curvas coloridas são os limites de cada um dos quatro cenários de emissão.

Nota-se com facilidade que a vazão específica média atualmente observada na Região Hidrográfica do Paraná, de cerca de 15,7 L/s/km², deve ser sensivelmente reduzida nos períodos futuros sob quaisquer perspectivas de cenários de emissões de gases de efeito estufa. A maior parte dos resultados dos diversos modelos climáticos globais avaliados colocam a mudança do clima como redutora de vazão na Região Hidrográfica do rio Paraná.

Parte significativa desses resultados é oriunda das projeções de maiores níveis de evapotranspiração (painel esquerdo da figura abaixo), haja vista que não há tendência equivalente de queda de precipitação (painel direito da figura abaixo).

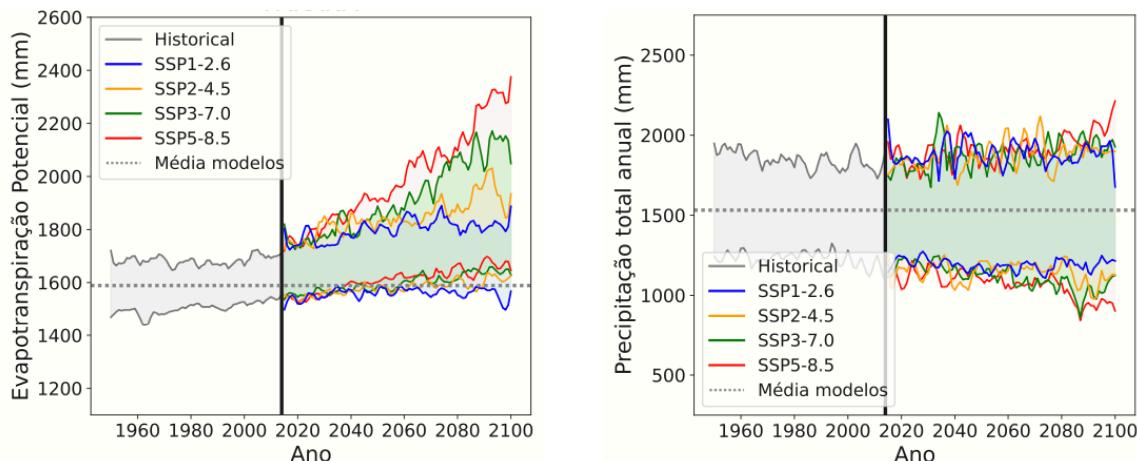


Figura 39: Evolução das projeções futuras de E0 média (esquerda) e de P médio de todos os MCGs e cenários de emissão para a Região Hidrográfica do Paraná.

Fonte: Recorte das Figuras 24 (esquerdo) e 31 (direito) de (ANA, 2024).

Mediante as perspectivas de redução de vazão média na Região Hidrográfica do Paraná no primeiro intervalo temporal avaliado (2015-2040), pode-se supor que os próximos três ciclos de gestão do PIRH-Paranapanema tenham de lidar (direta ou indiretamente) com os efeitos da mudança do clima na redução de vazões - além de eventos extremos de estiagens e cheias.

A redução poderá afetar a capacidade de suporte dos cursos d'água para novas outorgas de captação e de lançamento (menores vazões para diluição), fazendo com que usuários prospectivos possam ter suas autorizações negadas; ou mesmo fazendo com que usuários atuais possam ter restrições futuras. De toda forma, as perspectivas ensejam maiores níveis de conflito pelo uso do recurso hídrico, fazendo com que o crescimento da base de usuários, projetado anteriormente, possam não ocorrer em plenitude.

Pode-se observar pela Figura 38 que até o horizonte de planejamento da implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos (2036), a vazão específica

na Região Hidrográfica do Paraná pode ser reduzida dos atuais 15,7 L/s/km² para cerca de 14,5 L/s/km² (redução de 7,6%) na média das diversas projeções apresentadas.

Torna-se difícil simular o efeito dessa redução em termos de disponibilidade hídrica, pois mesmo com vazões reduzidas, alguns corpos d'água certamente manterão capacidade de atendimento das demandas (balanço hídrico sem comprometimento). Em bacias nas quais já há conflito pelo uso, no entanto, as perspectivas poderão se traduzir em restrições aos novos usuários.

Partindo-se do preceito legal de que o abastecimento humano é usuário prioritário dos recursos hídricos, pode-se supor de forma bastante simplista que metade das novas demandas hídricas dos demais usuários (tipologias irrigação e indústria) possam não ser satisfeitas. Caso isso ocorra, as variações hipotéticas nos volumes de captação total (considerando todos os usuários) na Bacia do Rio Paranapanema podem ser simuladas, conforme Tabela 112.

Sem o efeito da mudança do clima, o crescimento hipotético da captação chega em 17,4% no futuro, elevando o volume de 3,57 milhões de m³/ano para 4,19 milhões de m³/ano. Já sob as perspectivas de restrição simuladas, esse crescimento seria limitado a 9,1% (3,89 milhões de m³/ano).

Tabela 112: Variação hipotética nos volumes de captação total sob mudança do clima.

	Volume captado (mil m ³ /ano)		
	Cena atual	Cenário futuro (2036)	
		Sem Mudança do Clima	Com Mudança do Clima
Interferências Federais (ANA)	443.260,62	531.538,98	487.723,66
Interferências Estaduais (SP)	2.515.159,95	2.990.344,27	2.758.171,79
Interferências Estaduais (PR)	608.421,39	667.144,59	646.686,81
Total	3.566.841,96	4.189.027,84	3.892.582,26

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

No próximo item, são articulados os cenários endógenos com as perspectivas de variação nos volumes captados pelos três tipos de uso perscrutados com e sem as alterações prospectivas da mudança do clima.

6.4. Articulação inicial dos cenários e volumes outorgados

Com base nas demandas financeiras delimitadas para cada um dos três cenários de cobrança, e com o conhecimento dos usos e usuários outorgados dos recursos hídricos, torna-se possível realizar a articulação inicial dos cenários para a cobrança. Trata-se de resultados que antecedem ao modelo econômico de otimização de preços e desconsideram tanto o papel da contribuição das cargas lançadas na arrecadação, como o custeio da Entidade Delegatária. Não obstante, aclararam as ordens de grandeza encontradas e servem para verificar a plausibilidade do levantamento das necessidades financeiras.

Iniciam-se os cálculos apresentando-se os volumes de captação atuais e plausíveis de ocorrerem no futuro, conforme tabela abaixo. Estes são os balizadores da base de rateio das demandas financeiras do PIRH-Paranapanema que serão apoiadas pela cobrança. Articulam-se duas possibilidades de rateio: uma delas com base exclusiva nas interferências de dominialidade da União e outra com todas as interferências em conjunto.

Tabela 113: Volumes captados na bacia (mil m³/ano).

	Volume captado (mil m ³ /ano)		
	Cena atual	Cenário futuro (2036)	
		Sem Mudança do Clima	Com Mudança do Clima
Interferências Federais (ANA)	443.260,62	531.538,98	487.723,66
Todas as Interferências	3.566.841,96	4.189.027,84	3.892.582,26

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

Na sequência, são apresentados os rateios das demandas financeiras nos três cenários descritos no item respectivo (6.2), com base nos volumes captados. A tabela abaixo apresenta os rateios iniciais, com valores em R\$/m³.

Tabela 114: Rateio hipotético das demandas financeiras pelas interferências federais (R\$/m³).

		Cenários de Cobrança		
		Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade	Cenário de Menor Intensidade
Interferências Federais (ANA)	Cena Atual	0,0595	0,0687	0,0417
	Futuro Sem MC	0,0496	0,0573	0,0348
	Futuro Com MC	0,0541	0,0624	0,0379

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

Na perspectiva de **rateio exclusivo pelas interferências federais**, na cena atual o cenário referencial de aplicação do instrumento de cobrança indica o valor inicial de R\$ 0,0595/m³ (pode-se ler, dada as nuances dessa primeira aproximação, seis centavos por metro cúbico). Essa perspectiva de dispêndio com a cobrança pode oscilar no futuro entre R\$ 0,0496/m³ e R\$ 0,0541/m³, a depender das combinações exógenas que interferem na base de usuários contribuintes. Os cenários exógenos tendem a aumentar a base de usuários, o que torna os valores referenciais unitários menores. Inobstante, espera-se que os efeitos da mudança do clima reduzam esse aumento de usuários ou até mesmo, em perspectivas extremas, invertam o aumento.

Já os cenários de intensidade de adoção da cobrança (endógenos) indicam que o valor referencial de R\$ 0,0595/m³ pode vir a ser de R\$ 0,0687/m³ na perspectiva mais ambiciosa de cobrança, ou ainda de R\$ 0,0417/m³ na de menos a intensidade. De toda forma, apresenta-se um leque bastante razoável de valores unitários.

Os valores apresentados requerem, no entanto, que todos os perfis de uso das águas de domínio da União participem do rateio, mesmo que com valores diferenciados em respeito à sua capacidade de pagamento e grau de eficiência

econômica. Afinal, o uso de irrigação corresponde a 85,7% do volume outorgado de captação dentre as interferências da União.

Como forma de se demonstrar a importância de que todos os setores usuários participem do rateio, tem-se a seguinte digressão: qual seria o valor unitário (R/m^3$) caso apenas um setor usuário fosse responsável pela arrecadação dos valores necessários no cenário referencial, cena atual?

- Para o setor de saneamento básico, que capta uma fração de 2,37% do volume outorgado pela União, o valor seria de $R\$ 2,5128/m^3$;
- Para a indústria e mineração, que juntos captam uma fração de 3,10% do volume outorgado pela União, o valor seria de $R\$ 1,9204/m^3$;
- Para a criação animal, que capta uma fração de 8,56% do volume outorgado pela União, o valor seria de $R\$ 0,6952/m^3$;
- Já para a irrigação, que capta uma fração de 85,68% do volume outorgado pela União, o valor seria de $R\$ 0,0695/m^3$.

Também de forma ilustrativa, tem-se que caso o setor agropecuário (irrigação e criação animal, que são os dois maiores setores usuários das águas de domínio da União) não participasse da cobrança, assim como ocorre na vertente paulista da bacia, o valor unitário para os demais usuários seria de $R\$ 1,0349/m^3$.

Da mesma forma que se geraram hipotéticas variações acerca da base de rateio das interferências expedidas pela ANA, por estarem situadas em rios de domínio da União, apresenta-se na sequência as referências de rateio para caso fosse realizada a **divisão das demandas financeiras da bacia por todos os usuários** (Tabela 114), sem distinção em relação à dominialidade. Nesse caso exploratório, os valores unitários se tornam bastante pequenos: na cena atual, o valor referencial é de 74% de um centavo de real por metro cúbico, podendo subir para 85% de um centavo de real no cenário endógeno de maior intensidade ou ainda cair para cerca de metade de um centavo de real no cenário de menor intensidade.

Tabela 115: Rateio hipotético das demandas financeiras pela totalidade de interferências (R\$/m³).

		Cenários de Cobrança		
		Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade	Cenário de Menor Intensidade
Todas as Interferências (ANA+DAEE+IAT)	Cena Atual	0,0074	0,0085	0,0052
	Futuro Sem MC	0,0063	0,0073	0,0044
	Futuro Com MC	0,0068	0,0078	0,0047

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

Como forma de compreender o efeito sobre cada domínio das águas, é apresentada na Tabela 116 (abaixo) informações acerca do peso relativo de cada um, estimado a partir dos volumes de captação de todas as finalidades de uso somadas.

Tabela 116: Peso relativo de cada domínio nos volumes de captação.

	Cena Atual	Futuro	
		Sem Mudança do Clima	Com Mudança do Clima
ANA	12,43%	12,69%	12,53%
DAEE	70,52%	71,39%	70,86%
IAT	17,06%	15,93%	16,61%

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

Uma vez que a base de rateio é bastante expandida quando da consideração da totalidade das interferências outorgadas para captação na Bacia do Rio Paranapanema, a mesma digressão anterior (apenas um setor usuário sendo responsável pela arrecadação dos valores necessários no cenário referencial) produz valores unitários bastante distintos, a saber:

- Para o setor de saneamento básico, que capta uma fração de 13,32% do volume total outorgado na bacia, o valor seria de R\$ 0,0556/m³;
- Para a indústria e mineração, que juntos captam uma fração de 9,75% do volume total outorgado na bacia, o valor seria de R\$ 0,0759/m³;
- Para a criação animal, que capta uma fração de 2,02% do volume total outorgado na bacia, o valor seria de R\$ 0,3669/m³;

- Já para a irrigação, que capta uma fração de 70,25% do volume total outorgado na bacia, o valor seria de R\$ 0,0105/m³.

Finalmente, e ainda de forma hipotética, tem-se que caso o setor agropecuário não participasse da cobrança (assim como ocorre na vertente paulista da bacia), o valor unitário para os demais usuários seria de R\$ 0,0267/m³.

7. CONCEPÇÃO DO MODELO DE OTIMIZAÇÃO DE PREÇOS

A cobrança pelo uso de recursos hídricos, como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), está prevista no artigo 19º da Lei nº 9.433/1997. Este artigo estabelece como objetivos deste instrumento:

- reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
- incentivar a racionalização do uso da água;
- obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

O modelo econômico, portanto, deve ser concebido de forma a espelhar os objetivos do instrumento, sendo em última instância capaz de determinar o custo de oportunidade do uso do recurso hídrico, embasando sob a teoria econômica, o preço ideal de cobrança. A fundamentação basilar do modelo econômico se ancora no teorema definido por Baumol e Oates (1976), consagrado na literatura para as abordagens de cobranças e padrões. Para a atividade de captação de água, o respaldo teórico se ancora no princípio do usuário-pagador. Já para a atividade de lançamento de cargas poluidoras, o princípio aplicado é o do poluidor-pagador.

Destaca-se que os valores resultantes do modelo podem representar ideais de eficiência postulados pela teoria econômica que não necessariamente serão utilizados pelo CBH na definição dos preços públicos de cobrança; são, não obstante, referências teóricas importantes para balizar quaisquer eventuais modificações.

De forma a equilibrar os três objetivos do instrumento de cobrança em um único modelo econômico de otimização de preços, utiliza-se do Modelo de Programação por Metas - MPM (*Goal Programming Model*, em inglês). Trata-se de uma abordagem de otimização matemática que lida com múltiplos objetivos - muitas vezes conflitantes. O MPM considera os desvios dos objetivos e atribui pesos para priorizar um em relação ao outro, permitindo encontrar uma solução de compromisso otimizada.

A otimização multiobjetivo, também conhecida como programação multiobjetivo ou otimização de Pareto, lida com problemas de otimização envolvendo mais de uma função objetivo a ser otimizada simultaneamente. Além da economia, essa estratégia tem sido aplicada em outros campos da ciência, incluindo engenharia, logística, marketing e transporte, nos quais decisões ótimas precisam ser tomadas com compensações entre dois ou mais objetivos conflitantes.

Os estudos de Xu et al. (2018), Liner e deMonsabert (2009), e Xevi e Khan (2005) inspiraram diretamente a abordagem aqui utilizada. Xu et al. (2018) exploraram um modelo bifásico de otimização para mercados de água, combinando o pareamento de transações e definição de preços para maximizar o bem-estar social sob restrições físicas e institucionais. Liner e deMonsabert (2009), por sua vez, demonstraram a aplicação do conceito de sustentabilidade baseado no "Triple Bottom Line", integrando objetivos econômicos, sociais e ambientais em planos de gestão hídrica. Por fim, Xevi e Khan (2005) aplicaram a programação por metas em um sistema multiobjetivo para a alocação de água, resolvendo conflitos entre demandas agrícolas, ambientais e econômicas. Juntos, esses trabalhos reforçam as abordagens de otimização para modelar e gerenciar sistemas complexos de recursos hídricos, oferecendo referencias importantes para o uso da modelagem no equilíbrio entre objetivos concorrentes e apoio à tomada de decisão quando há necessidade de se estabelecerem compromissos (*trade-offs*).

Uma das técnicas mais promissoras para análise de decisão de múltiplos objetivos é justamente a Programação por Metas (*Goal Programming*), que se baseia na técnica consolidada e amplamente testada de programação linear, mas fornece uma solução simultânea para um sistema complexo de objetivos concorrentes. A programação de metas pode lidar com problemas de decisão que têm uma única meta com várias submetas. A Programação por Metas, portanto, é uma extensão da Programação Linear na qual alvos são especificados para um conjunto de restrições.

A descrição matemática do modelo e os pormenores de sua aplicação são apresentados no Capítulo 8, cabendo aqui traçar seu racional, conceituar seus objetivos (item 7.1), bem como definir suas delimitações (7.2). O próximo Capítulo (9) apresenta a instrumentalização das representações dos objetivos, compondo os dados de entrada do modelo. Finalmente, o Capítulo 10 apresenta os resultados do modelo e sua análise de sensibilidade.

7.1. Conceituação dos objetivos do modelo a partir dos objetivos da cobrança

7.1.1. Objetivo 1 do instrumento de cobrança

O primeiro dos três objetivos do instrumento de cobrança pelo uso dos recursos hídricos é o reconhecimento da água como bem econômico. Conforme a própria Lei Federal estabelece, é necessário dar ao usuário uma indicação do valor real da água. Como um recurso natural essencial para os usuários, a água é dotada de valor econômico, pelo qual se espera uma disposição a pagar positiva e um racional de eficiência econômica (menor uso do recurso para uma maior produção).

A Disposição a Pagar (DAP) é um conceito econômico que mede o valor máximo que um indivíduo ou entidade está disposto a pagar por um bem ou serviço, refletindo sua percepção de utilidade ou benefício associado ao uso do recurso. No contexto da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, a DAP se torna particularmente relevante para avaliar o valor econômico atribuído à água.

Nota-se que o uso da água sujeito à cobrança pode ser vinculado à produção econômica, ao consumo humano ou a qualquer outra atividade, pois a disposição a pagar reflete mais do que tudo a relação única de cada usuário em relação ao uso do recurso natural. Espera-se, portanto, que a DAP seja diferenciada entre as categorias de usuários (saneamento, agrícola, industrial etc.), refletindo as diferentes funções de produção e graus de utilização do recurso hídrico.

Quando um dado usuário é cobrado por um valor aquém da sua DAP, pode-se supor que haja pouca indicação do real valor da água - descumprindo-se a requisição legal. Afinal, a cobrança pelo uso da água baseada na DAP pode internalizar os custos ambientais e sociais associados ao uso do recurso hídrico, estabelecendo preços que refletem não apenas os custos de utilização do usuário (captação, tratamento, reservação, distribuição, apropriação no processo produtivo etc.), mas também o valor da água como recurso limitado. A cobrança de valores muito baixos em relação à DAP do usuário não favorece o cumprimento desse objetivo, por mais que possa atender a outros objetivos (como o de arrecadação).

Já na suposição de que um usuário seja cobrado por um valor além da sua DAP, pode-se supor que haja uma aplicação excessiva do instrumento. Afinal, nesse caso o incentivo econômico para que o aproveitamento do recurso natural seja continuado passa a estar comprometido. O usuário tende a buscar alternativas ao uso da água, culminando - teoricamente - no abandono das atividades e realocação dos fatores de produção. Essa situação não reflete os objetivos da Lei Federal e é indesejada pelas consequentes (e negativas) repercussões econômicas. A indicação do "real valor" da água não pode culminar em seu abandono - mas sim em seu uso racional.

Por fim, no caso de se cobrar um usuário pelo valor aproximado de sua DAP, pode-se supor que o uso dos recursos hídricos e a produção subjacente de valor não sejam prejudicados, ao mesmo tempo em que haja a correta indicação da escassez do recurso natural. Ao se respeitar os limites da DAP para a instituição dos preços de cobrança, respeita-se também a capacidade de pagamento dos usuários, garantindo a aplicação equitativa do instrumento.

No presente estudo, a DAP foi estimada a partir de uma proxy do preço sombra, conforme se descreve no Capítulo 9, item 9.1. Importante salientar, também, que a DAP se aplica para a atividade de captação de água sob a égide do princípio do usuário-pagador. Para a atividade de lançamento de cargas, no entanto, o princípio que rege

a lógica da cobrança é o do poluidor-pagador. Neste, é o custo marginal de abatimento da poluição que deve ser utilizado como referencial de balizamento para o preço de cobrança. Pressupõe-se que o usuário possa suportar o pagamento de uma cobrança equivalente até, no máximo, o custo marginal que teria caso tivesse de internalizar o tratamento das cargas lançadas.

Além da DAP, o objetivo de demonstrar ao usuário o valor econômico da água pressupõe privilegiar a eficiência hídrica em detrimento ao uso ineficiente, em estreita conexão com o objetivo seguinte.

7.1.2. *Objetivo 2 do instrumento de cobrança*

O segundo objetivo do instrumento de cobrança visa promover o uso racional da água (incentivar a rationalização do uso da água). Ao se instituir a cobrança pelo uso dos recursos hídricos com preços que sinalizem seu valor econômico (objetivo 1), pode-se esperar que os usuários busquem redução de desperdícios e usos mais eficientes. A promoção do uso racional da água via cobrança pode vir a coibir excessos, mas sem que haja prejuízo à utilização do recurso como insumo de produção - ou seja, sem que haja redução dos produtos ou serviços subjacentes.

Dificilmente a cobrança será motivadora exclusiva de uma substituição de tecnologia produtiva de alta complexidade e custo de aquisição e instalação, por exemplo; no entanto, pode motivar a instalação de válvulas redutoras de pressão, medidores e tantos outros elementos de controle e gestão menos custosos e com ganhos marginais de economia hídrica. O próximo Capítulo (8) aborda os pressupostos de uso racional adotados para cada setor usuário, insumos do modelo de otimização.

7.1.3. *Objetivo 3 do instrumento de cobrança*

O terceiro objetivo do instrumento de cobrança, conforme a Lei Federal, é o de se obter recursos financeiros para que se possam implementar os planos de recursos hídricos (obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contempladas nos planos de recursos hídricos).

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

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

A vinculação Plano-Cobrança, no entanto, está explicitamente colocada pela legislação e deve ser a base para o estabelecimento do valor de referência para a aplicação do instrumento. Afinal, bacias com amplas necessidades de investimento passam a requerer mais recursos para que as melhorias possam ser realizadas, ao passo em que bacias mais maduras em termos de gestão e conhecimento podem ter requerimentos financeiros menos intensos. De forma análoga, ciclos de cobrança vinculados às ações previstas terão objetivos arrecadatórios diferenciados, respeitando-se assim os requerimentos da gestão das águas.

Nota-se que o grau de ambição do comitê de bacia hidrográfica para empreender as ações prescritas no plano de bacias é fruto de escolha, fato pelo qual são apresentados três cenários de demandas financeiras (Capítulo 6).

7.2. Delimitações do modelo econômico

7.2.1. Objetivos do modelo econômico

Uma vez apresentados os três objetivos do instrumento de cobrança, retoma-se o modelo econômico de otimização de preços de cobrança, construído como um Modelo de Programação por Metas (MPM), que passa a ser ter os três objetivos abaixo, que os espelham:

- **Objetivo 1** do modelo de cobrança: Prover o reconhecimento da água como bem econômico, respeitando a disposição a pagar dos usuários e a eficiência de uso do recurso hídrico de acordo com o perfil de suas atividades (maximização do lucro do produtor e minimização dos custos das utilidades públicas);
- **Objetivo 2** do modelo de cobrança: Minimizar o uso do recurso hídrico, considerando os usos racionais da água;
- **Objetivo 3** do modelo de cobrança: Promover a arrecadação de recursos suficientes para cumprir com os objetivos de ação do CBH.

Como considerações essenciais para que o modelo retorne os preços otimizados, estão: a produtividade da água; os limites mínimos e máximos de valores da disposição a pagar e de uso racional dos recursos hídricos; o equilíbrio entre os objetivos; e a obtenção da arrecadação necessária.

7.2.2. Usos e usuários passíveis de serem cobrados

A base de usuários sujeitos à cobrança é a dos sujeitos à outorga, conforme previsto na Lei Federal nº 9.433/1997 e suas diretrizes para o instrumento de cobrança. Dessa forma, na Bacia do Rio Paranapanema, a base de usuários para consideração no modelo, é a das outorgas conforme Capítulo 4.

Segundo documento "Orientações Gerais para a Implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas", da ANA (2023, 2^a Edição), os usos passíveis de serem cobrados são a captação (retirada) e o lançamento de

efluentes, este pelo conteúdo de sua carga poluidora orgânica (demanda bioquímica de oxigênio - DBO).

Ainda segundo as orientações da ANA, em diversas bacias hidrográficas são verificadas normativas que determinam valores máximos para determinados setores, ou mesmo a isenção para alguns outros usos, tipicamente o da agricultura (um dos setores que notadamente mais utiliza recurso hídrico em suas produções). Conforme OECD (2017), o sucesso na aplicação do instrumento de cobrança perpassa a inclusão de todos os setores usuários, sem exceção.

Na Bacia do Rio Paranapanema, a inclusão de todos os setores usuários no mecanismo de cobrança atende às expectativas dos próprios usuários da bacia. Segundo levantamento junto aos atores-chave (item 5.2), a grande maioria (85%) concorda que todas as finalidades de uso da água devem participar da cobrança pelo uso do recurso hídrico. O questionário online, descrito no item 5.1 e que foi disponibilizado para todos os usuários da baia, também abordou a questão. Dos 64 respondentes, 47 (73%) apontam a necessidade de envolvimento de diversos usuários.

Dados estes resultados, a configuração do modelo de otimização de preços prevê a inclusão de todos os usuários outorgados, sem exceção. Nota-se que, em respeito à diferenciação de capacidades de pagamento e eficiência no uso do recurso hídrico, o modelo considera o equilíbrio entre os três objetivos da cobrança - um deles sendo a capacidade de pagamento via DAP, as possíveis reduções volumétricas dada a racionalização do uso, e a eficiência econômica.

7.2.3. *Diferenciação de usuários e preços*

De forma geral, os usuários dos recursos hídricos reconhecem a necessidade de diferenciação da cobrança por setor. Conforme os resultados do Ciclo de Discussão com atores-chave, a maior parte defende a diferenciação do pagamento entre as finalidades de uso, argumentando: distintas capacidades de pagamento; graus de

impacto ambiental; prioridades diferenciadas de uso; usos finalísticos diversos; adequações à realidade local e condições específicas da área.

Também no questionário online, a questão sobre a forma de diferenciação do pagamento entre as diversas finalidade de uso é corroborada: dos 64 respondentes, 55% julgam que os usos mais eficientes na conversão de água em resultado econômico ($m^3/R\$$) devem pagar menos. Praticamente uma terça parte julga que são os usos que ocorrem em locais críticos (conflito quali-quantitativo) que devem pagar mais; enquanto outra terça-parté aponta que não deve haver diferenciação alguma. Nota-se, ainda, que 34% dos respondentes (22) julgam que deve haver mais de um critério de diferenciação, sendo que a maior frequência destas opiniões seleciona a combinação entre os locais críticos e maior eficiência (que deve pagar menos).

Mesmo sem convergência plena de opiniões acerca do critério, torna-se evidente que há necessidade de diferenciação que reflete as percepções da escassez do recurso natural e de suas formas de uso. Uma vez que o objetivo 1 do modelo de cobrança é a perseguição do reconhecimento da água como bem econômico, respeitando a disposição a pagar dos usuários e o perfil de suas atividades (maximização do lucro do produtor e minimização dos custos das utilidades públicas), entende-se que quanto maior for o grau de especificidade das atividades usuárias, melhor será a coerência dos resultados.

Com base nisso, o modelo econômico de otimização de preços de cobrança foi concebido para uma grande diversidade de usuários, diferenciados ao máximo possível quanto ao local de atuação (unidade hidrográfica de gestão) e o perfil da atividade subjacente à outorga de captação e/ou lançamento. Dados os resultados de análise das bases de outorga e as relações econômicas de uso da água, apresentadas no item 9.1 deste documento, foram pormenorizados um total de 33 setores com insumos (doravante denominados de subsetores).

7.2.4. *Subsídio e tratamento diferenciado por eficiência*

Conforme pontua o guia orientativo de cobrança da ANA (2023), em muitos mecanismos de cobrança são aplicados diversos coeficientes de ponderação aos preços públicos. Estes coeficientes, teoricamente, permitem embutir características específicas de cada bacia e diferenciar usos, regiões, épocas do ano e objetivos de cada Plano de Bacia Hidrográfica. No entanto, o excesso de coeficientes, a baixa variação entre os mesmos e a ausência de dados efetivamente monitorados, causam certa generalização dos resultados que pouco refletem em diferenças significativas de valores.

Segundo as orientações de ANA (2023), os coeficientes não vêm cumprindo com sua pretensa função de ajustar o valor calculado buscando considerar boas práticas de uso da água por parte dos usuários, com a justificativa de que isso tornaria a cobrança mais próxima ao conceito de instrumento de gestão. Além disso, esses coeficientes comprometem o entendimento do usuário sobre quais os valores que devem ser pagos, podendo causar maior resistência ou desconfiança sobre o instrumento.

Conforme os levantamentos do Ciclo de Discussões com atores-chave, cerca de 60% se inclinam à igualdade no tratamento de todos os setores quanto a subsídios ou coeficientes de eficiência; enquanto os demais (~40%) argumentam que certos setores devem receber subsídios ou tratamento diferenciado por eficiência. Sem surpresas, os respondentes defendem que os setores que representam sejam os subsidiados. Alguns respondentes, ainda, destacam a importância de considerar a capacidade de pagamento e as boas práticas como fatores para reduzir a carga financeira.

No questionário online, disponibilizado para todos os usuários, abordou-se a seguinte questão: *Sobre o estabelecimento de subsídios (totais ou parciais) quanto ao pagamento, selecione todas as alternativas que julga serem coerentes*, para a qual obtiveram-se 64 respostas. Dentre estas, 39% (25) acredita que não deve haver subsídio entre finalidades. A maior parte dos respondentes (59%, 38) identifica a

necessidade de subsídios; no entanto, há discordância acerca da forma desse subsídio: 19 acredita que deve haver subsídio entre usuários de um mesmo setor (ex.: grandes e pequenos); e 19 acredita que deve haver subsídio entre setores, com os que mais geram resultado econômico subsidiando os que menos geram.

Dada sua lógica de construção, o modelo econômico de otimização de preços não embute o uso de coeficientes de ponderação de eficiência ou de subsídios cruzados. Compreende-se que o respeito à DAP dos usuários, a diferenciação por local (unidade de gestão) e o equilíbrio entre os três objetivos traduz no preço a diferenciação acerca da escassez relativa do recurso e da capacidade de pagamento do usuário. Ou seja, o preço unitário (R/m^3$) de cada subsetor em cada unidade de gestão hídrica é a expressão da escassez relativa e da capacidade de pagamento.

Assim sendo, o produto entre o volume de cada outorga e seu preço unitário já é uma proxy dos fatores de diferenciação (porte e uso econômico subjacente, e eficiência). Dois casos hipotéticos de empresas que atuam no mesmo setor ilustram a questão. O usuário A faz retirada de um grande volume, mas o uso da água em seu processo produtivo é bastante ineficiente; já o usuário B, que atua no mesmo setor, faz uso desse mesmo volume de água, porém é eficiente e gera, portanto, uma produção econômica subjacente maior que o usuário A.

Ambos - A e B - recebem o mesmo valor de cobrança. Uma vez que o valor absoluto é o produto do preço ($R$$) e da quantidade (m^3), caso o preço unitário esteja refletindo de algum modo a escassez do recurso hídrico, em ambos os casos se alcançará a eficiência econômica sem coeficientes de diferenciação de preços em função do porte ou de grau de eficiência de uso.

Para o usuário A, há incentivo para que se faça a redução da conta de cobrança por meio de um uso mais eficiente (o que reduziria o volume captado, que é alto por ser ineficiente). Uma vez que o preço unitário de cobrança reflita a DAP média do setor no qual atua, o montante absoluto da cobrança (preço unitário x volume) já deve

ser alto o suficiente para que investimentos em eficiência hídrica se justifiquem e o usuário reduza seu volume captado, adequando-se às melhores práticas de seu setor.

Já para o usuário B, que está na fronteira da eficiência, o valor de cobrança (preço unitário x volume) reflete o seu porte econômico e sua produção subjacente, que é mais alta do que o de A e suporta, assim, a cobrança sem prejuízos produtivos. O valor final é coerente com a DAP e reflete o porte do uso do recurso hídrico na bacia perante os demais usuários do recurso natural.

A imposição de uma diferenciação do preço unitário por nível de eficiência, além de ser virtualmente impossível de se conhecer e monitorar entre firmas de um mesmo setor, seria mascarada pela questão do volume, prejudicando, ao fim e ao cabo, os incentivos econômicos de se buscar eficiência no uso e desrespeitando os demais setores usuários da bacia.

De forma análoga, facilmente se argumenta que adotar algum coeficiente de diferenciação por volume também gera ineficiência. No caso de se minorar o preço por conta do alto volume, alteram-se os incentivos de busca por ineficiência para o usuário A e bonifica-se o usuário B, realizando um subsídio cruzado que penaliza os demais usuários (injustificada uma vez o usuário B utiliza uma fração significativa do recurso escasso). Já no caso de se majorar o preço por conta do alto volume, pune-se em excesso o usuário A, que pode ser levado inclusive a dificuldades financeiras antes de ter a chance de adequação de sua eficiência hídrica; enquanto o usuário B passaria a ser punido ao conceder subsídio indevido a outros usuários (é eficiente, embora utilize altos volumes).

Com essa digressão, conclui-se que não se deve realizar distinções de preços via coeficientes, tanto a maior como a menor, em função do porte, setor ou grau de eficiência. Conforme observado no item anterior (7.2.3), tampouco se deve realizar a exclusão de um setor usuário, mas sim a diferenciação em função de sua localização e disposição a pagar. Uma vez que o modelo busca a otimização dos preços

considerando três objetivos concomitantemente, entende-se que quanto maior a granulometria de seus dados de entrada, mais aderente será a resposta em relação ao preço unitário otimizado para cada usuário, sem necessidade de coeficientes ponderadores.

7.2.5. Abrangência das simulações

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

Segundo o guia orientativo de cobrança da ANA (2023), essa questão tem gerado descompassos e assimetrias para o instrumento no Brasil, que talvez pudessem ser sanados com a aprovação de um único instrumento de gestão para toda a bacia e que alcançasse simultaneamente a todos os domínios de água, porém considerando as diferentes realidades locais.

De forma a se testar, na Bacia do Rio Paranapanema, as diferenças e possibilidades de combinações distintas entre as dominialidades, adotam-se quatro abrangências de aplicação do modelo econômico de otimização de preços. Estas diferentes abordagens se justificam, primeiramente, pela motivação empírica de testar a confiabilidade, consistência e robustez do modelo econômico de otimização de preços, conforme se apresenta nos Capítulos 8 e 9. Adicionalmente, as abrangências

permitem discutir a implementação da cobrança de forma ampla e embasada, atendendo ao objetivo de se gerarem subsídios técnicos ao CBH-Paranapanema.

Abrangência 1	Abrangência 2	Abrangência 3	Abrangência 4
Interferências: União	Interferências: União + Paraná + São Paulo	Interferências: União + Paraná	Interferências: Paraná
Demandas financeiras: PIRH-Paranapanema	Demandas financeiras: PIRH-Paranapanema + Seis bacias afluentes	Demandas financeiras: PIRH-Paranapanema + Três bacias afluentes paranaenses	Demandas financeiras: Três bacias afluentes paranaenses

A primeira das abrangências atende ao objetivo finalístico do presente estudo, que trata do estabelecimento da cobrança exclusivamente no âmbito federal. Essa demanda se faz necessária para equiparar a Bacia do Rio Paranapanema às outras bacias federais (Grande, Doce, PCJ, São Francisco, Paraíba do Sul etc.), atendendo de forma direta as metas do PIRH-Paranapanema (Componente de Gestão de Recursos Hídricos, Subprograma A, Ação GRH.A.3) e do Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 (que prevê a implementação da cobrança em todas as bacias hidrográficas de rios de domínio da União, onde ainda não foi implementada). Nessa configuração, as interferências de dominialidade da União ratearão entre si a totalidade das demandas financeiras do PIRH-Paranapanema, mesmo que estas atendam à resolução de problemas globais da bacia hidrográfica.

A segunda abrangência, que trata da simulação de uma cobrança unificada na bacia, se justifica por dois motivos. O primeiro deles perfaz a busca por resultados representativos do modelo de otimização de preços, uma vez que há significativa discrepância encontrada nos quantitativos de usos (12,4%) e usuários (11,8%) outorgados pela União em relação ao total de interferências. Dessa feita, a abrangência 2 (toda a bacia) apresenta resultados do modelo econômico que contemplam a maior representatividade possível de usos e usuários da bacia (como aborda-se no item 10.6),

retornando relações econômicas que refletem a maior granularidade de usos e usuários da bacia e podem, então, fornecer subsídios técnicos para embasar os mecanismos de cobrança e, eventualmente, a inclusão de cobrança pela água subterrânea no mecanismo a ser instituído.

O segundo motivo é o fornecimento de subsídios técnicos para o aprimoramento do instrumento da cobrança como um todo, atendendo aos apontamentos no documento orientativo da ANA (2023) de que cobranças unificadas seriam mais facilmente compreendidas e aceitas pelos usuários. Nota-se que a simulação de um mecanismo unificado atende às expectativas de uma parcela significativa de usuários da Bacia do Rio Paranapanema:

- O questionário online (item 5.1) abordou essa questão, e na opinião de 35 dos 65 respondentes (54%), o mecanismo deve ser único para todos os Comitês da bacia, estaduais e federal, enquanto para 34%, os mecanismos devem ser diferentes. Para os 12% restantes, o mecanismo deve ser único para os Comitês Estaduais e diferente para o Federal.
- A discussão com pontos focais (item 5.2) também abordou essa questão, cujo resultado apontou uma polarização: diversos atores defenderam a unificação dos mecanismos de cobrança entre dominialidades de uma mesma bacia, enquanto outros argumentaram que as particularidades de cada estado e região devem ser respeitadas, permitindo a coexistência de mecanismos diferentes.

A abrangência 3, que considera um mecanismo unificado entre a União e o estado do Paraná, emerge como uma forma de avaliação de um eventual mecanismo conjunto. Haja vista que o estado de São Paulo conta com mecanismo de cobrança implementado e vigente que não conta com perspectivas de ser alterado, e dado que a quantidade de interferências da União na Bacia do Rio Paranapanema é pouco expressiva em relação ao todo (12% do total), a implementação de um mecanismo de cobrança conjunta com o Paraná, que não tem o instrumento aplicado, emerge como uma possibilidade a ser investigada.

A abrangência 3 intenta subsidiar tecnicamente esta possibilidade de mecanismo conjunto entre União e Paraná, muito embora existam questões distributivas a serem tratadas. Afinal, nessa abrangência as interferências estaduais do Paraná estariam participando do rateio da demanda financeira do PIRH-Paranapanema como um todo, reduzindo o fardo rateado pelas interferências da União, porém assim perfazendo um subsídio direto aos usuários da vertente paulista, que não estariam participando do rateio dessas demandas financeiras comuns.

Por fim, e haja vista o andamento das discussões no estado do Paraná para a implantação da cobrança nas bacias hidrográficas de sua dominialidade, **a abrangência 4** se apresenta como subsídio técnico exclusivo para o estado, aproveitando dos levantamentos aqui realizados acerca de usos e usuários (Capítulo 4) e suas relações econômicas com a água (Capítulo 9).

Uma vez que as três dominialidades ocorrem nas seis regiões hidrográficas da Bacia do Rio Paranapanema, o modelo econômico de otimização de preços é discreto a este nível, tanto em seus dados de entrada quanto de saída, qual seja: Alto Paranapanema, Médio Paranapanema, Pontal do Paranapanema, Norte Pioneiro, Rio Tibagi e Rios Pirapó, Paranapanema 3 e Paranapanema 4 (Piraponema).

8. DESCRIÇÃO MATEMÁTICA DO MODELO

A Programação por Metas (*Goal Programming Model*) é uma extensão da Programação Linear (*Linear Programming*) na qual alvos são especificados para um conjunto de restrições. Há dois modelos básicos: o modelo preemptivo (lexicográfico) e o modelo arquimediano. No primeiro, as metas são ordenadas de acordo com as prioridades, sendo que aquelas em um determinado nível de prioridade são consideradas infinitamente mais importantes do que as metas no próximo nível. Com o modelo arquimediano, no entanto, pesos ou penalidades por não atingir as metas devem ser especificados, tentando minimizar a soma das inviabilidades ponderadas.

Para a presente aplicação, foi adotado o modelo arquimediano com os preços $TC_{l,u}$ (preço de captação) e $TL_{l,u}$ (preço de lançamento) considerados como as variáveis de decisão dentro das funções de maximização ou minimização. Conforme descreveu-se conceitualmente no Capítulo 7, o Modelo de Programação por Metas (MPM) aqui utilizado tem três objetivos:

- **Objetivo 1** do modelo de cobrança: Prover o reconhecimento da água como bem econômico, respeitando a disposição a pagar dos usuários e a eficiência de uso do recurso hídrico de acordo com o perfil de suas atividades (maximização do lucro do produtor e minimização dos custos das utilidades públicas);
- **Objetivo 2** do modelo de cobrança: Minimizar o uso do recurso hídrico, considerando os usos racionais da água;
- **Objetivo 3** do modelo de cobrança: Promover a arrecadação de recursos suficientes para cumprir com os objetivos de ação do CBH.

Os preços de equilíbrio resultantes do MPM refletem, portanto, os compromissos conflitantes entre os objetivos de não onerar excessivamente os setores econômicos (eficiência econômica que reflete o objetivo 1), evitar a má utilização dos recursos hídricos (uso racional que reflete o objetivo 2) e a necessidade de gerar arrecadação (refletida no objetivo 3).

O supra objetivo (função global do modelo) é determinar os preços de forma otimizada, ou seja, para que os diferentes setores (agricultura irrigada, criação animal, indústria, mineração, abastecimento humano, esgotamento sanitário, consumo humano, termoelectricidade e outros) cumpram com suas metas econômicas e operacionais, utilizando os recursos hídricos de forma eficaz.

Para tanto, no contexto do Modelo de Programação por Metas para otimização da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paranapanema, busca-se encontrar os preços que satisfaçam uma solução de compromisso entre os três objetivos que espelham o próprio instrumento de cobrança pelo uso da água.

No modelo, cada meta tem uma função objetivo associada com pesos e prioridades, previamente definidas. Isso permite encontrar valores ótimos para os preços de captação e lançamento de cada subsetor em cada unidade de gestão de recursos hídricos, que otimizem os resultados de acordo com essas prioridades. Os sistemas de equações de cada meta seguem nas subseções abaixo. O modelo foi programado no GAMS (*The General Algebraic Modeling Language*) com o uso do solver BARON (Khajavirad et al, 2018).

As definições que delimitam o modelo são abaixo apresentadas, antes das demais que são especificadas por objetivos.

$u = \text{unidades de gestão hídrica}$ (6 UGHs)

$l = \text{setores}$ (33 subsetores de usuários)

$v1_{l,u}$ = volume de captação outorgado (m^3/ano) para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$v2_{l,u}$ = carga lançada (efluentes) outorgada ($\text{kg}/\text{DBO}/\text{ano}$) para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$TC_{l,u}$ = preço de captação de água em R/m^3 para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$TL_{l,u}$ = preço de lançamento em R/DBO para o setor l na unidade de gestão hídrica u

DP_{min}^{cap} = disposição mínima a pagar de cada setor para captação (R/m^3)

DP_{max}^{cap} = disposição máxima a pagar de cada setor para captação (R/m^3)

DP_{min}^{lanc} = disposição mínima a pagar de cada setor para lançamento (R/DBO)

DP_{max}^{lanc} = disposição máxima a pagar de cada setor para lançamento (R\$/DBO)

8.1. Objetivo 1: Eficiência econômica

A escolha entre maximizar o lucro e minimizar os custos em modelos de gestão hídrica ou em setores econômicos depende do papel econômico da água no setor, das restrições regulatórias e dos objetivos estratégicos. Ambos os enfoques são válidos, mas cada um deles se adapta a contextos e necessidades diferentes. Entender as particularidades de cada abordagem permite otimizar o uso dos recursos hídricos, garantir a sustentabilidade e alinhar as metas do setor com políticas ambientais e econômicas.

A maximização do lucro é uma meta predominante em setores onde a água é um insumo diretamente monetizável e onde a eficiência hídrica tem uma relação direta com a receita e a competitividade do setor. Em geral, setores que possuem liberdade de mercado e são orientados para o lucro, como o agronegócio, criação animal, mineração e indústrias, encontram na maximização do lucro um incentivo para o uso mais eficiente e inovador da água.

A maximização do lucro deve impulsionar investimentos em tecnologias e práticas que aumentam a produtividade da água - isto é, que permitem gerar mais valor econômico por unidade de água utilizada. Esse enfoque não só promove o uso eficiente dos recursos hídricos, mas também melhora a competitividade e a sustentabilidade das operações, uma vez que o setor se torna mais resiliente a variações nos custos e à escassez de água.

Conforme a base de usuários dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paranapanema, os setores relacionados a agricultura irrigada, criação animal, indústria e mineração foram considerados como orientados ao lucro. Para estes, a maximização de retorno financeiro é uma escolha que promove a eficiência e a inovação no uso da água (item 8.1.1).

Por outro lado, a minimização de custos é uma abordagem adequada para setores onde o foco está na sustentabilidade e viabilidade operacional, como no caso de infraestruturas críticas e serviços essenciais. Neste enfoque de utilidade pública estão o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e a geração de energia elétrica por termoelectricidade. Estes setores frequentemente operam em um contexto regulado onde o preço do produto ou serviço final é limitado por tarifas definidas por reguladores.

Nesses setores, a minimização dos custos é fundamental para manter a viabilidade financeira sem impactar negativamente o consumidor final ou mesmo sobrestrar o sistema hídrico. Minimizar custos incentiva esses setores a serem eficientes no uso da água, mas com um objetivo de manter o serviço acessível e estável, em vez de buscar maximizar o retorno financeiro. A abordagem de minimização de custos é estratégica quando o objetivo é alinhar a operação com normas ambientais, reduzir a pegada hídrica e assegurar a conformidade regulatória.

Além disso, a minimização de custos ajuda a aumentar a resiliência às variações de preço e disponibilidade da água, promovendo práticas de eficiência hídrica e de reúso. Esses setores têm incentivos para gerenciar a água de forma sustentável, pois a eficiência hídrica permite a continuidade das operações sem precisar repassar custos adicionais para os consumidores finais.

Os setores de saneamento e termoelectricidade, com base no racional exposto, foram considerados como de serviços essenciais e regulados, tendo seus custos minimizados. Para estes, a minimização de custos é uma estratégia que garante a sustentabilidade e acessibilidade do serviço ou produto final (item 8.1.2).

Um tratamento especial foi adotado para os setores de consumo humano e outros a fim de maximizar o bem-estar social (descrito no item 8.1.3).

8.1.1. Maximização do lucro

O objetivo para os setores de irrigação, criação animal, indústria e mineração é maximizar o lucro econômico do produtor, considerando a receita obtida pela venda de produtos, os custos variáveis de produção e o custo de captação e lançamento de água (haja vista a cobrança) ajustado pela produtividade da água, representando a eficiência hídrica do setor. Isso significa que, quanto maior a produtividade, menores serão os custos efetivos de captação e lançamento, incentivando o uso eficiente da água.

Função objetivo:

$$MAX = (VAB_{l,u}) - \left(\frac{TC \cdot v1_{l,u}}{Prod_{l,u}} + \frac{TL \cdot v2_{l,u}}{Prod_{l,u}} \right) - CV_{l,u}$$

Restrições:

$$v1_{l,u} \geq VC_{min,l,u}$$

$$v2_{l,u} \geq VL_{min,l,u}$$

$$v2_{l,u} \leq VL_{max,l,u}$$

$$DP_{min}^{cap} \leq TC_{l,u} \leq DP_{max}^{cap}$$

$$DP_{min}^{lanç} \leq TL_{l,u} \leq DP_{max}^{lanç}$$

$$TC_{l,u} \geq 0$$

$$TL_{l,u} \geq 0$$

Dos quais:

u = unidades de gestão hídrica

l = setores

$v1_{l,u}$ = volume para captação outorgado para o setor l na unidade de gestão hídrica u (m^3/ano)

$v2_{l,u}$ = carga lançada (efluentes) outorgado para o setor l na região u (kg/DBO)

$CV_{l,u}$ = custos variáveis de produção para o setor l na região u (R\$)

$\frac{TC \cdot v1_{l,u}}{Prod_{l,u}} + \frac{TL \cdot v2_{l,u}}{Prod_{l,u}}$ = custo de captação e lançamento ajustado pela produtividade da água (R\$)

$VC_{min,l,u}$ = volume de captação mínimo necessário para a produção do setor l na região u (m^3)

$VL_{max,l,u}$ = carga máxima de efluentes para lançamento pelo setor l na região u (DBO)

$TC_{l,u}$ = preço de captação de água para o setor l na região u (R\$)

$TL_{l,u}$ = preço de lançamento de DBO para o setor l na região u (R\$)

As restrições descritas garantem que o volume mínimo de água para produção setorial seja atendido (garantindo que não haja prejuízos à produção) e que o preço de captação seja baseado na produtividade da água. Essa restrição garante que a quantidade de água captada não seja inferior ao que é necessário para a produção de cada setor. O volume de efluentes lançados, da mesma forma, deve ser limitado para cumprir as regulamentações ambientais. O setor de irrigação não possui lançamentos.

Nota-se ainda que os volumes de captação e as cargas de lançamento são parâmetros fixos porque os dados de outorga respectivos são conhecidos.

8.1.2. Minimização dos custos

A função objetivo do setor de saneamento e de termoelectricidade foca na minimização dos custos totais, incluindo os custos de captação.

Função objetivo:

$$MIN = (v1_{l,u}TC_{l,u} + v2_{l,u}TL_{l,u}) + (CF_{l,u})$$

Restrições:

$$v1_{l,c} \geq V_{min,l,u}$$

$$v2_{l,c} \geq VL_{min,l,u}$$

$$v2_{l,u} \leq VL_{max,l,u}$$

$$DP_{min}^{cap} \leq TC_{l,u} \leq DP_{max}^{cap}$$

$$DP_{min}^{lanç} \leq TL_{l,u} \leq DP_{max}^{lanç}$$

$$TC_{l,u} \geq 0$$

$$TL_{l,u} \geq 0$$

Dos quais:

u = unidades de gestão hídrica

l = setores

$v1_{l,u}$ = volume para captação outorgado (m^3/ano) para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$v2_{l,u}$ = carga lançada (efluentes) outorgado (kg/DBO) para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$TC_{l,u}$ = preço de captação de água em para o setor l na região u (R\$)

$TL_{l,u}$ = preço de lançamento para o setor l na região u (R\$)

$CF_{l,u}$ = custo fixo da distribuição de água e termoeletrecidade (R\$)

$VC_{min,l}$ = volume de captação mínimo necessário para produção do setor l na região u (m^3)

$VL_{min,l}$ = carga mínima de efluentes para produção do setor l na região u (DBO)

$VL_{max,l}$ = carga máxima de efluentes para lançamento pelo setor l na região u (DBO)

As restrições fazem com que os volumes mínimos de captação e de lançamento sejam garantidos, não prejudicando a produção subjacente da água, ao mesmo tempo em que se faz a minimização dos custos.

8.1.3. Maximizar o bem-estar social

A terceira especificação do objetivo de eficiência econômica atende apenas aos usuários de consumo humano e outros (agrupamento de atividades diversas). Dada a especificidade do consumo humano, este é o elemento de racionalização pelo modelo. Ao contrário de um enfoque de lucro ou minimização de custos, o consumo humano envolve fatores como acessibilidade, preço justo e uso racional dos recursos hídricos. Por tanto, a maximização do bem-estar social se torna uma função mais adequada do que a maximização do lucro ou a minimização do custo.

Para maximizar o bem-estar social no setor de consumo humano, é necessário descrever uma função objetivo que reflete a acessibilidade e disponibilidade de água para a população, garantindo que o recurso seja suficiente e acessível, mas também de forma eficiente.

A função de utilidade social é definida como:

$$MAX = (Acessibilidade, Suficiência)$$

$$MAX = (DP_{max,hum,u} - TC_{hum,u}) v1_{hum,u} + \sigma v1_{hum,u}$$

Restrições:

$$v1_{hum,c} \geq V_{min,hum,u}$$

$$v2_{hum,c} \geq VL_{min,hum,u}$$

Dos quais:

u = unidades de gestão hídrica

l = setores

$DP_{max,hum,u}$ = disposição máxima de pagamento da população por unidade de água (R\$/m³)

$TC_{hum,u}$ = preço de captação de água em R\$/m³ na unidade de gestão hídrica u

$v1_{hum,u}$ = volume para captação outorgado (m³/ano) na unidade de gestão hídrica u

σ = peso atribuído à suficiência de água em relação à acessibilidade, refletindo a prioridade de fornecer água suficiente versus mantê-la acessível

A primeira parte da função $((DP_{max,hum,u} - TC_{hum,u}) v1_{hum,u})$ maximiza a acessibilidade. Um valor acessível para o consumo humano, nesse caso, é definido considerando um valor mínimo e máximo, representando a disposição a pagar da população e o preço cobrado, incentivando valores mais baixas que refletem aumento de bem-estar social.

A segunda parte da função $(\sigma v1_{hum,u})$, por sua vez, maximiza a disponibilidade hídrica. A suficiência de água é garantida ao maximizar o volume de água captado para atender às necessidades mínimas dentro dos limites de captação sustentável, atribuindo diferentes pesos à suficiência de água em relação à acessibilidade.

O valor de σ reflete a importância relativa que o modelo atribui à suficiência de água em comparação com a acessibilidade econômica. Um valor alto para σ indica a atribuição de maior importância à suficiência de água. Neste caso, o objetivo é garantir que um volume maior de água esteja disponível para a população, ainda que o preço

possa ser um pouco mais alto, desde que esteja dentro da faixa de acessibilidade. Um valor baixo para σ indica que a acessibilidade (ou seja, o preço baixa) é mais prioritário. O modelo então buscará um valor menor, mesmo que isso signifique uma leve limitação no volume de água captado, contanto que o mínimo necessário seja alcançado.

Em uma área onde o abastecimento é limitado, faz sentido que a prioridade à suficiência de água seja maior, definindo σ com um valor alto. Em uma região onde a população tem baixa capacidade de pagamento, a prioridade pode estar em manter a água acessível e por tanto um σ baixo. O parâmetro σ permite que o modelo seja ajustado conforme o contexto ambiental, social e econômico da população atendida. Altos valores de σ favorecem a disponibilidade de água (suficiência), enquanto valores baixos de σ favorecem a redução de tarifas (acessibilidade), proporcionando um equilíbrio flexível entre a quantidade e o custo da água para maximizar o bem-estar social.

Por tanto, a função de utilidade social utilizada maximiza o bem-estar social ao buscar um valor justo e ao mesmo tempo maximizar o volume de água disponível, equilibrando a acessibilidade com a suficiência do recurso hídrico.

8.2. Objetivo 2: Uso racional

O objetivo dois é promover o uso racional dos recursos hídricos, minimizando o uso de água e o lançamento de cargas poluidoras pelos setores, incentivando a eficiência na captação e minimizando os impactos ambientais.

Função objetivo:

$$MIN = \sum_{l,u} (v1_{l,u} + v2_{l,u})$$

Restrições:

$$v1_{l,u} \geq VC_{min,l}$$

$$v2_{l,u} \geq VL_{min,l}$$

$$v2_{l,u} \leq VL_{max,l}$$

$$v1_{l,u} \geq 0$$

$$v2_{l,u} \geq 0$$

Dos quais:

u = unidades de gestão hídrica

l = setores

$v1_{l,u}$ = volume para captação outorgado (m^3/ano) para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$v2_{l,u}$ = carga lançada (efluentes) outorgado (kg/DBO) para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$VC_{min,l}$ = volume de captação mínimo necessário para produção do setor l na região u (m^3)

$VL_{min,l}$ = carga de lançamento mínima necessária para produção do setor l na região u (DBO)

$VL_{max,l}$ = carga máxima de efluentes para lançamento pelo setor l na região u (DBO)

As restrições garantem que as atividades atuais não sejam afetadas pelo objetivo de uso racional ao ponto de que suas atividades sejam coibidas. Cada setor precisa captar um volume mínimo de água para garantir suas operações, sem comprometer a produção (volume mínimo necessário para produção). O volume de água máximo disponível para captação (que é o volume outorgado) garante que a capacidade hídrica da bacia seja respeitada e que diferentes cenários de restrição hídrica sejam testados.

8.3. Objetivo 3: Arrecadação

O terceiro objetivo é o de maximização da arrecadação anual na bacia, obtida a partir dos preços de captação e lançamento aplicados aos diferentes setores econômicos, considerando a produtividade da água e a disposição a pagar dos produtores.

Função objetivo:

$$MAX = \sum_{l,u} v1_{l,u} TC_{l,u} + \sum_{l,u} v2_{l,u} TL_{l,u}$$

Restrições:

$$\sum_{l,u} \left(\frac{TC \cdot v1_{l,u}}{Prod_{l,u}} + \frac{TL \cdot v2_{l,u}}{Prod_{l,u}} \right) \geq B$$

$$DP_{min}^{cap} \leq TC_{l,u} \leq DP_{max}^{cap}$$

$$DP_{min}^{lanç} \leq TL_{l,u} \leq DP_{max}^{lanç}$$

$$TC_{l,u} \geq 0$$

$$TL_{l,u} \geq 0$$

Dos quais:

u = unidades de gestão hídrica

l = setores

$Prod_{l,u} = \frac{VAB_{l,u}}{v1_{l,u}}$ = produtividade da água

$v1_{l,u}$ = volume para captação outorgado (m^3/ano) para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$v2_{l,u}$ = carga lançada (efluentes) outorgado (kg/DBO) para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$TC_{l,u}$ = preço de captação de água em R\$/m³ para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$TL_{l,u}$ = preço de lançamento em R\$/DBO para o setor l na unidade de gestão hídrica u

$VAB_{l,u}$ = valor da produção econômica (R\$) gerado pelo setor l na unidade de gestão hídrica u

B = arrecadação orçamentária prevista (arrecadação alvo) (R\$)

DP_{min}^{cap} = disposição mínima a pagar de cada setor para captação (R\$/m³)

DP_{max}^{cap} = disposição máxima a pagar de cada setor para captação (R\$/m³)

$DP_{min}^{lanç}$ = disposição mínima a pagar de cada setor para lançamento (R\$/DBO)

$DP_{max}^{lanç}$ = disposição máxima a pagar de cada setor para lançamento (R\$/DBO)

O cálculo da produtividade da água serve como uma métrica de eficiência do uso da água, representando quanto valor econômico é produzido (R\$) para cada unidade de água captada (m^3).

Os setores com maior produtividade da água (maior valor econômico por metro cúbico de água) são recompensados com preços unitários menores. Inversamente, aos setores que são menos eficientes no uso da água, são alocados preços unitários maiores.

As restrições descritas garantem que as necessidades orçamentárias mínimas sejam atendidas, ou seja, a arrecadação total precisa ser maior ou igual ao valor necessário para cobrir os custos de operacionalização do plano de recursos hídricos da bacia.

De forma a não infringir a capacidade de pagamento dos usuários, que é tida como pressuposto basilar, a definição dos preços mínimos e máximos deve estar dentro dos limites de disposição a pagar de cada setor, previamente definidos.

A condicionante $\sum_{l,u} \left(\frac{TC.v1_{l,u}}{Prod_{l,u}} + \frac{TL.v2_{l,u}}{Prod_{l,u}} \right) \geq B$ garante que a soma da arrecadação obtida pelos preços de captação e de lançamento devem atender à arrecadação alvo, considerando a produtividade do uso da água.

8.4. Função global da Programação por Metas

Finalmente, com base na concepção do MPM e da descrição de seus três objetivos, cabe apresentar a função global, que integra estes três diferentes e por vezes conflitantes objetivos.

Função objetivo global:

$$MIN = w_1 d_1 + w_2 d_2 + w_3 d_3 + w_4 d_4 + w_5 d_5$$

Os desvios d refletem as derivações dos objetivos de eficiência econômica, de uso racional e de arrecadação de cada setor. Já o w representa o peso atribuído a cada objetivo no modelo.

d_1 = Desvio do objetivo econômico de maximização do lucro

d_2 = Desvio do objetivo econômico de minimização dos custos

d_3 = Desvio do objetivo econômico de maximização do bem-estar social

d_4 = Desvio do objetivo de promoção do uso racional

d_5 = Desvio do objetivo de arrecadação

Conforme descrição do Capítulo 7, todos os objetivos da cobrança são igualmente importantes, pois são assim definidos pelo diploma legal que os institui. Dessa feita, adota-se a ponderação linear entre os objetivos, salvo pelo arredondamento para 34 para o objetivo de arrecadação contra 33 para os outros dois objetivos. Uma vez que o objetivo de eficiência econômica é representado por três equações, cada qual recebe o peso ponderado pela quantidade de interferências.

w_1 (Objetivo econômico de maximização do lucro) = 25

w_2 (Objetivo econômico de minimização dos custos) = 7

w_3 (Objetivo econômico de maximização do bem-estar social) = 1

w_4 (Objetivo de promoção do uso racional) = 33

w_5 (Objetivo de arrecadação) = 34

9. INSUMOS PARA O MODELO

O presente capítulo traz a sistematização e tratamento dos dados de entrada do modelo econômico de otimização de preços, ou seja, os insumos essenciais para que os resultados gerados pelo MPM sejam as mais coerentes possíveis. Os itens subsequentes apresentam os insumos para cada um dos três objetivos do modelo (que por sua vez espelham os três objetivos do instrumento de cobrança).

Antes, no entanto, cabe destacar que a base para estes cálculos é diretamente derivada dos registros de captação e lançamento, classificados e pormenorizados por setores usuários e suas especificações econômicas (Capítulo 4). De acordo com as diferenciações realizadas a partir dos estudos econômicos apresentados e justificados na sequência (itens 9.1 e 9.2), são adotadas 33 subsetores de usuários dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paranapanema, conforme tabela abaixo.

Tabela 117: Diferenciação de usuários dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paranapanema.

Ref.	Grupo Usuário	Subsetores (econômicos e atividades)	Código
1	Saneamento (água e esgoto)	Saneamento (companhias de abastecimento de água e esgotamento sanitário)	saneamento
2	Consumo humano e outros usos	Consumo humano e outros usos	consu_outros
3	Agricultura Irrigada	Outras culturas (não discriminadas, média de cana-de-açúcar, citrus, feijão e capim)	out_cul
4		Grãos (milho, soja, sorgo, aveia, trigo, 'rotação de grãos', 'cereais')	graos
5		Citrus – lavouras permanentes (laranja, limão)	citrus
6		Cana-de-açúcar	cana
7		Feijão (individualizado de 'grãos' pela ampla presença e tipo distinto de irrigação típica)	feijao
8		Café	cafe
9		Hortícolas (batata, tomate, mandioca, hortaliças, 'lavouras', temporárias não especificadas)	horta
10		Pastagem (pastagem, pasto, cobertura, alfafa, feno)	pasto

Ref.	Grupo Usuário	Subsetores (econômicos e atividades)	Código
11		Fruticultura (uva, banana, abacate, ameixa, amora, lichia, 'frutas', permanentes não especificadas)	fruta
12	Criação Animal	Aquicultura (tilápia)	tilapia
13		Criação de bovinos para corte e leite	gado
14		Criação de aves de postura e corte	aves
15		Criação de suínos para corte	suino
16	Indústria	Fabricação de álcool	alcool
17		Fabricação de açúcar em bruto & Fabricação de açúcar de cana refinado	acucar
18		Fabricação de cimento & Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso...	cimento
19		Embalagens de papel & Derivados do petróleo & Madeira & Máquinas e equipamentos & Plásticos...	ind_geral
20		Fabricação de papel & Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	papelcelulos e
21		Moagem e fab. de pr. vegetal & Fab. de farinha de mandioca & Amidos e féculas & T. de café	farinha
22		Fabricação de óleos vegetais refinados e brutos, exceto milho	oleos
23		Fab. de pr. de carne & Abates & Fab. de alimentos para animais & Preservação do pescado	carnes
24		Produção de ferroligas; Metalurgia & Semiacabados de aço & Fundição & Pr. de metal	metal
25		Fabricação de laticínios & Preparação do leite	leite
26		Fabricação de cervejas e chopes & Refrigerantes & Águas envasadas & Aguardentes	bebidas
27		Curtimento e outras preparações de couro	couro
28		Adubos e fertilizantes & Químicos orgânicos & inorgânicos & Defensivos agrícolas & Resinas	quimicos
29		Fab. de pr. alimentícios & Alimentos prontos & Especiarias & Panificação & Conservas & Bolachas	alimentos
30		Confecção de peças do vestuário & Preparação e fiação de fibras & Acabamentos em fios	texteis
31	Mineração	Extração de pedra, areia e argila	areia
32		Extração de minerais para fabricação de adubos e fertilizantes & Outros minerais & Carvão mineral	out_miner
33	Termoelétrica	Geração de energia termoelétrica	termeletrica

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

Já a Tabela 118 apresenta a quantidade de interferências em cada uma das dominialidades para a captação de água superficial e para o lançamento de efluentes, a partir da pormenorização dos 33 subsetores.

Tabela 118: Quantidade de interferências por dominialidade e setor usuário pormenorizado.

Subsetor	Captação			Lançamento		
	União	Paraná	São Paulo	União	Paraná	São Paulo
saneamento	7	101	115	14	60	30
consu_outros	5	46	65	18	1	309
out_cul	5	4	225	0	0	0
graos	267	80	883	0	0	0
citrus	9	11	82	0	0	0
cana	9	53	40	0	0	0
feijao	96	3	442	0	0	0
cafe	11	7	9	0	0	0
horta	15	36	512	0	0	0
pasto	16	3	35	0	0	0
fruta	4	4	20	0	0	0
tilapia	2	27	41	2	0	39
gado	0	6	16	0	1	11
aves	0	6	4	0	3	1
suino	0	9	4	0	0	0
alcool	1	4	16	0	1	1
acucar	0	8	9	0	0	5
cimento	0	0	6	0	0	7
ind_geral	0	2	5	0	5	8
papelcelulose	0	7	15	0	8	1
farinha	0	1	40	1	3	17
oleos	0	2	13	0	1	5
carnes	1	4	28	4	39	37
metal	0	0	2	0	2	3
leite	0	3	2	0	4	11
bebidas	0	3	4	0	10	3
couro	0	2	1	0	1	7
quimicos	0	5	1	0	6	1
alimentos	0	1	2	1	5	5

Subsetor	Captação			Lançamento		
	União	Paraná	São Paulo	União	Paraná	São Paulo
texteis	0	1	1	0	3	1
areia	26	2	32	0	0	30
out_miner	1	3	17	0	0	0
termeletrica	0	1	1	0	1	1

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

9.1. Insumos para o Objetivo 1

Dado o objetivo de reconhecer a água como bem econômico, e conforme exposto no item 7.1.1, utiliza-se do conceito da Disposição a Pagar como insumo para cada um dos subsetores em cada uma das unidades de gerenciamento hídrico. Para a realização da estimativa da DAP, é necessário o conhecimento das relações econômica do uso da água.

De forma objetiva, a DAP pode ser obtida como uma fração do preço sombra da água para cada subsetor, o que representa o valor implícito ou oculto do recurso. O preço sombra é um conceito econômico comumente utilizado para estudar recursos naturais, especialmente em situações nas quais não há preço de mercado claramente definido. Sua lógica se reflete na contribuição marginal do recurso para a produção econômica ou para o bem-estar social.

Uma das formas de se calcular o preço sombra é pelo excedente marginal do produtor, que é dado pela diferença entre o faturamento unitário e as despesas unitárias totais. O excedente de produção não inclui apenas o valor sombra da água, mas também a margem necessária de remuneração a outros ativos intangíveis (marca, por exemplo), a cobertura do grau de risco de operação, a remuneração de ativos fixos, o pagamento de juros e outros.

O excedente do produtor, portanto, se torna o limite bastante superior da DAP. Ao se reconhecer a impossibilidade de pormenorizar a composição específica do

excedente do produtor para cada subsetor, assume-se a premissa conservadora de que a DAP máxima seja equivalente à metade (50%) dessa métrica.

A forma de se otimizar a captura da DAP (ou seja, o quanto a cobrança significará da DAP de cada usuário) no intuito de que esta fração forneça o correto indicativo de escassez para o uso racional do recurso natural se dá com base nas relações econômicas da água. Conforme se apresentou no Capítulo anterior (8, especificamente no item 8.1), para que o modelo econômico considere a eficiência no uso do recurso água, é também necessário levantar o valor total da produção e os custos. Consideram-se os custos variáveis para os setores cujo objetivo é a maximização do lucro; e os custos totais para os que objetivam a minimização de custos.

De forma geral, foram adotados os seguintes passos para as estimativas dos insumos para o Objetivo 1:

- Vinculação da captação de água com a produção física, seja ela agrícola (toneladas de milho), de rebanho animal (carne bovina) ou industrial ou mineral (toneladas de papel ou de areia);
- Estimativa do valor econômico da produção física, ou seja, o valor que o produtor/firma recebe ao comercializar seus produtos;
- Estimativa do excedente operacional bruto da produção, sobre o qual aplica-se o pressuposto de que 50% deste representa a disposição a pagar pelo uso dos recursos hídricos;
- Estimativa do custo variável da produção.

Importantes premissas (listadas abaixo) foram adotadas de forma a reduzir o risco de superestimação dos valores econômicos e da DAP. As premissas são justificadas detalhadamente nos itens subsequentes.

- Para a agricultura irrigada, utilizou-se de médias regionais de produtividade agrícola (rendimento médio por hectare) dos últimos cinco anos, atenuando a variabilidade entre safras. Resultados médios dos últimos cinco anos também foram utilizados para as estimativas de valor unitário da produção (R\$/ton), atenuando variações mercadológicas. Foram adotados coeficientes conservadores de maior produtividade para a agricultura irrigada em relação à de sequeiro.

- Para a criação animal, foi adotado um ajuste de 50% no coeficiente que expressa a demanda hídrica em L/cabeça/dia, reduzindo a estimativa da quantidade de rebanho para um mesmo volume de água captado. A partir da estimativa dos rebanhos, adotou-se um coeficiente de 10% de redução para considerar eventuais perdas. Preços médios dos últimos cinco anos foram utilizados para as estimativas de valor da produção, atenuando variações mercadológicas.
- Para a indústria e mineração, também foi adotado um ajuste de 50% no coeficiente de conversão de uso de água, de forma a reduzir a estimativa da quantidade de produção física obtida para um mesmo volume de água captado. Utilizaram-se de médias anuais dos últimos cinco anos para as quantidades físicas e os valores de produção, atenuando sazonais, efeitos cambiais e questões mercadológicas. Conservadoramente, aplicou-se redução de 50% no valor da produção, de forma a acomodar eventuais divergências de tecnologia produtiva, agregação de valor e especificidades dos produtos gerados na Bacia do Rio Paranapanema.

Os itens subsequentes apresentam as relações econômicas de cada setor.

9.1.1. Saneamento (captação)

O saneamento básico é setor usuário associado ao objetivo econômico de minimização dos custos no modelo econômico de otimização de preços. Apresenta, no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2024), do Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional, uma fonte atualizada e pormenorizada de informações, atualizada em 2022.

Com base no volume outorgado para captação dessa atividade específica, agregado por município, pode-se utilizar dos dados do SNIS para o último ano disponível para inferir o faturamento da atividade que utiliza das águas superficiais da Bacia do Rio Paranapanema: com base na proporção entre o volume de água consumido (indicador de código AG010 no SNIS) e o volume total produzido (AG006), pode-se multiplicar a tarifa média (IN005) para obter o faturamento estimado das outorgas. Este é um dos insumos (produção econômica) utilizado no modelo econômico.

Ainda outra estimativa que se faz possível é a das despesas totais, ressalvando-se tratar de indicador (IN003) que captura o total dos serviços prestados por m³ faturado, incluindo a operação de esgotamento sanitário. Ao se aplicar o valor unitário calculado pelo SNIS ao volume outorgado por município na Bacia do Rio Paranapanema, tem-se o parâmetro de custo total para insumo no modelo econômico.

A diferença entre o faturamento estimado com água e as despesas totais representa a diferença entre o valor da produção e seus custos totais, excedente que pode ser dividido pelo volume total captado em cada município outorgado para produzir a métrica de excedente do produtor. O resultado encontrado para esse excedente é, na média ponderada pelo volume captado entre cada uma das 223 interferências de 119 municípios, é de R\$ 0,88/m³.

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 a publicação, o m³/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 na média entre os anos de 2013 e 2017. O resultado de 2017 aponta um valor de R\$ 0,48/m³ que, quando atualizado monetariamente para valores de 2024 pelo índice geral de preços do mercado (IGP-M da FGV) entre julho de 2017 e junho de 2024 (técnica de *mid-year*), resulta em R\$ 0,84/m³.

Observa-se que os valores de excedente do produtor destacados pelo IBGE (2021) e calculados para a Bacia do Rio Paranapanema são plenamente equivalentes. Dada a premissa de que a DAP pode ser considerada como sendo a metade (50%) do excedente do produtor, tem-se um resultado de R\$ 0,42/m³ para o setor de

saneamento em sua atividade de captação de água. A tabela abaixo apresenta os resultados dos insumos para o Objetivo 1.

Tabela 119: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para o saneamento.

Subsetores (código)	Volume Outorgado (mil m ³ /ano)	Quantidade de Interferências	Valor da produção (R\$, mil)	Custos Totais (R\$, mil)	DAP (R\$/m ³)
saneamento	474.964	223	1.532.774	1.444.764	0,4208

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

9.1.2. Consumo humano

O consumo humano é o único setor usuário associado ao objetivo econômico de maximização do bem-estar social no modelo econômico de otimização de preços. Para este usuário *sui generis*, considerou-se a DAP como sendo equivalente a, ao menos, uma quarta parte (25%) da tarifa média (ponderada por volume) de água na bacia, que é de R\$ 6,09/m³), resultando em uma DAP de R\$ 1,52/m³. Trata-se de um valor arbitrário, mas que encontra seu racional no fato de que a captação de água bruta para consumo humano ocorre, no mais das vezes, pela falta da provisão (seja por viabilidade ou outro critério) do atendimento de água tratada pelas companhias de abastecimento. Uma vez que a captação de água bruta não se equivaler ao recebimento de água tratada por um serviço de distribuição, a consideração da proporção adotada intenta gerar uma métrica compatível.

Conforme a especificação do modelo econômico de otimização do preço de cobrança, o setor de consumo humano também requer a estimativa do parâmetro σ , que reflete a importância relativa que o modelo atribui à suficiência de água em comparação com a acessibilidade econômica. Para sua estimativa, utilizou-se como proxy um índice relativo de salário médio anual do trabalhador. Com base nos dados de 2022 do Cadastro Central de Empresas do IBGE (tabela 9418), é possível obter os salários e outras remunerações por município. Com base nessa informação, normalizou-se os resultados entre os 133 municípios da bacia nos quais existem

outorgas de captação da finalidade de consumo humano e da finalidade "outros", gerando um índice entre zero (menor salário relativo) e um (maior salário relativo). De acordo com a localização de cada uma das outorgas em seus respectivos municípios, este passa a ser o resultado do parâmetro σ . A tabela abaixo apresenta os resultados dos insumos para o Objetivo 1.

Tabela 120: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para o consumo humano e outros.

Subsetores (código)	Volume Outorgado (mil m ³ /ano)	Quantidade de Interferências	Valor da produção (R\$, mil)	Custos Totais (R\$, mil)	DAP (R\$/m ³)
consu_outros	48.739	116	-	-	1,5235

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

9.1.3. Agricultura irrigada

A agricultura irrigada é um uso associado ao objetivo econômico de maximização do lucro. Conforme a descrição do modelo econômico de otimização de preços de cobrança, esse objetivo considera a receita obtida pela venda de produtos associados à captação da água (no caso, os produtos agrícolas) e os custos variáveis de produção. Ademais, o custo de captação e lançamento de água (haja vista a cobrança) é ajustado pela produtividade da água, representando a eficiência hídrica do setor (quanto maior a produtividade, menores serão os custos efetivos de captação e lançamento).

No Capítulo 4 foram identificadas e agrupadas as culturas irrigadas e os métodos típicos de irrigação para as interferências em cada uma das sete regiões rurais que integram, total ou parcialmente, a Bacia do Rio Paranapanema. Das dez tipologias de cultura identificadas, o cultivo do trigo, que é relativamente menos expressivo que os demais grãos, passou a ser agregado nessa categoria. Trabalhou-se, assim, com a especificidade de nove subsetores para diferenciar os usuários de agricultura irrigada, conforme Tabela 121.

Tabela 121: Diferenciação de usuários de agricultura irrigada na Bacia do Rio Paranapanema.

Subsetores (econômicos e atividades)	Código
Café	cafe
Cana-de-açúcar	cana
Citrus (laranja, limão e tangerina)	citrus
Feijão (individualizado de 'grãos' pela ampla presença)	feijao
Fruticultura (uva, banana, abacate, ameixa, amora, lichia, 'frutas', permanentes não especificadas)	fruta
Hortícolas (batata, tomate, mandioca, hortaliças, 'lavouras', temporárias não especificadas)	horta
Grãos (milho, soja, sorgo, aveia, trigo, 'rotação de grãos', 'cereais')	graos
Pastagem / Capim (capim, pastagem, pasto, cobertura, alfafa, feno)	pasto
Outras culturas (não discriminadas, média de cana-de-açúcar, citrus, feijão e capim)	out_cul

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

O **primeiro passo** para estimar as relações econômicas da agricultura irrigada foi utilizar das informações da base amostral de 1.270 interferências para obter a área irrigada de cada uma das outorgas a partir do volume de captação, do agrupamento de cultura irrigada e da localização da interferência em termos de região rural. Por essa base, é possível calcular a lâmina média de irrigação em termos de m³/ha e, uma vez de posse do volume utilizado, basta dividi-lo pela lâmina para se obter a estimativa da área.

Como exemplo, tem-se o cultivo de cana-de-açúcar irrigada na Região Rural das Capitais Regionais de Maringá e Londrina, que apresenta 155 outorgas na base amostral. Estas interferências fazem um uso agregado de 168,61 mil m³/ano para irrigar uma área de 18,04 mil hectares, o que resulta em uma relação de 9,35 mil m³/ha. Para uma interferência de irrigação localizada no município de Paranavaí-PR, que é parte da região rural exemplificada, cujo volume captado seja de 1,00 milhão de m³/ano, pode-se atribuir uma área irrigada de 107 hectares.

O **segundo passo** para o estabelecimento das relações econômicas é perscrutar a produção física da agricultura irrigada. Para tanto, consultou-se os dados dos últimos cinco anos (de 2019 a 2023) da Pesquisa Agrícola Municipal - PAM do IBGE acerca da

área plantada (ha) e do resultado da colheita (ton). Estes dados foram agregados por região rural e tomados como as médias dos últimos cinco anos, permitindo assim suavizar as variações sazonais.

Para a região rural de Maringá e Londrina, por exemplo, identificou-se um cultivo médio anual de 519,11 mil hectares de cana-de-açúcar, nos quais foram colhidas, na média anual entre 2019 e 2023, 35,55 milhões de toneladas. A divisão entre a quantidade produzida e a área plantada revelam o rendimento médio por hectare (ton/ha), que nesse exemplo é de 68,49. Para o exemplo da interferência de cultivo de cana-de-açúcar no município de Paranavaí, que se localiza nessa região rural, pode-se esperar que o cultivo de 107 hectares produza 7,33 mil toneladas em um ano.

Nota-se que os dados da PAM não são específicos para a produtividade da agricultura irrigada, embora saiba-se que a irrigação é uma forma de incremento de rendimentos - ou seja, de se obter maiores quantidades colhidas a partir de uma mesma área plantada. Segundo o Atlas de Irrigação da ANA (2021), destaca-se o rendimento 3,7 vezes superior do arroz, 2,0 maior do feijão e 1,9 vezes superior do trigo. Eis que os dados da PAM já representam, parcialmente, os rendimentos da irrigação, pois dentre os vários informantes estão irrigantes, e não apenas agricultores de sequeiro.

Como forma de se considerar a maior produção da irrigação a partir dos dados da PAM, aplicaram-se incrementos conservadores nas produtividades calculadas averiguadas. Para os grupos de café, capim, citrus, feijão, trigo e grãos, adotou-se 1,50 vezes (ou seja, 50% a mais de produtividade). Já para o grupo 'outros', adotou-se 1,25 vezes. Por fim, para os grupos de cana-de-açúcar, fruticultura e hortícolas, não foi considerado acréscimo de produtividade por se compreender que parte significativa da produção é irrigada e que, dessa forma, os dados da PAM já refletem tais rendimentos a maior.

Para fins da compilação desses dados da PAM, as seguintes agregações foram realizadas para os grupos de cultura: para o capim, considerou-se os resultados da cultura de sorgo; para grãos, somaram-se os resultados de soja, milho e trigo; para os citrus, foram utilizados os resultados das culturas de laranja, limão e tangerina; para a fruticultura, as culturas de abacate, caqui, goiaba, pêssego e uva; para as hortícolas, o alho, batata doce, batata inglesa, cebola e tomate; e por fim, para o grupo outros, adotou-se a média dos resultados de capim, feijão, cana-de-açúcar e citrus.

O **terceiro passo** requer estimar o valor econômico da produção. Esta variável, segundo o IBGE, é calculada pela média ponderada das informações de quantidade e preço médio corrente pago ao produtor, de acordo com os períodos de colheita e comercialização de cada produto. A partir dos mesmos dados da PAM, também em sua média dos últimos cinco anos por região rural e sem correção monetária, foi computado o valor financeiro da produção, em reais. Para a região rural de Maringá e Londrina, as 35,55 milhões de toneladas de cana-de-açúcar médias colhidas por ano entre 2019 e 2023 foram comercializadas ao valor da produção médio anual de R\$ 3,26 bilhões. Dividindo-se os resultados, verifica-se um valor unitário anual médio de R\$ 91,74/ton.

Continuando o exemplo da interferência de cultivo de cana-de-açúcar no município de Paranavaí, pode-se estimar o valor da produção de R\$ 672,35 mil em um ano, fruto do cultivo dos 107 hectares, irrigados por 1 milhão de m³ que rendem 7,33 mil toneladas ao valor de R\$ 91,74/ton.

O **quarto passo** requer estimar o excedente operacional bruto do produtor. Esse é o valor que deve ser subtraído do valor total da produção para representar a margem bruta obtida pelo produtor. É uma medida que se aproxima do lucro bruto, pois é obtida pela subtração dos custos de produção não relacionados ao capital. Para a produção agrícola, pode ser estimado a partir dos dados disponíveis no Censo Agropecuário do IBGE de 2017 pela razão entre o valor da produção das lavouras e o

valor da venda. Ambos os resultados foram obtidos para o agregado de todas as regiões rurais que cruzam a Bacia do Rio Paranapanema, com base nas mesmas culturas representativas da PAM para cada grupo (conforme segundo passo).

Os resultados obtidos para a rentabilidade média das culturas agrícolas mostram que o café, os grãos e o trigo apresentam os maiores percentuais de rentabilidade, com 20% cada. Em seguida, o capim registra uma rentabilidade média de 17,4%, enquanto a fruticultura e o citrus apresentam valores de 14,7% e 14,3%, respectivamente. As hortícolas possuem uma rentabilidade média de 10,8%. Já o feijão apresenta uma rentabilidade média de 7,6%, e a cana-de-açúcar registra o menor percentual entre as culturas analisadas, com 7,1%. O grupo 'outras' teve margem estimada de 11,6%, fruto da média entre os grupos capim, feijão, cana-de-açúcar e citrus.

Sequenciando o exemplo da interferência de cultivo de cana-de-açúcar no município de Paranavaí, cujo valor da produção é estimado em R\$ 672,35 mil, tem-se o excedente operacional bruto do produtor de R\$ 48,02 mil. Uma vez que se adota o pressuposto de que a DAP é 50% deste excedente, tem-se um resultado de R\$ 24,01 mil para essa interferência específica.

Finalmente, o **quinto passo** requer estimar o custo variável da produção agrícola. Estes são os custos que se alteram em função direta com o nível de produção realizado. Para calculá-los, é necessário considerar o consumo intermediário total de fatores e outros custos que variam com a produção, como matéria-prima, energia elétrica utilizada na produção, e outros custos diretos associados ao processo produtivo. O custo variável (CV) é um importante insumo para que o modelo econômico de otimização de preços considere o objetivo de maximizar o lucro do produtor, mesmo com o advento da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Essa maximização é feita considerando-se o custo variável, pois, diferentemente de seus custos fixos, é este que

pode ser administrado a cada ano pelo produtor, ajustado em função da cobrança pelo recurso hídrico.

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) compila e reproduz planilhas de custos detalhados de produção agrícola para diversas culturas em seus municípios de maior representatividade. Dentre as diversas rubricas de custeio contidas nas planilhas, está a denominada de "fração do custo variável", que é resultado da composição de despesas de custeio e outras despesas, incluindo financeiras, mas excluindo depreciações, custos fixos e renda de fatores. Utilizou-se dessa informação para a obtenção da fração de custo variável representativa para cada grupo de culturas agrícolas.

Os dados apresentados pela CONAB abrangem culturas agrícolas cultivadas em algumas localidades do Brasil, selecionando-se as seguintes como representativas para a Bacia do Rio Paranapanema. Para o café, na safra de 2023, foram analisadas as regiões de Londrina-PR e Franca-SP, revelando uma fração de custo variável (CV) média de 70,1%. Na cana-de-açúcar, os resultados da safra 2023/2024 para Penápolis-SP e Piracicaba-SP indicam uma fração de CV médio de 63,6%. O milho e a soja, na safra de 2024, foram analisados em Ponta Grossa-PR e Londrina-PR, com CV médio de 63,4% (representando assim o grupo 'grãos'). Já o feijão, também na safra de 2024, foi avaliado em Ponta Grossa-PR e Prudentópolis-PR, com CV médio de 60,7%. Na cultura da laranja, que representa os 'citrus', na safra de 2023, o CV médio de Itápolis-SP e Santa Salete-SP foi de 75,1%. O sorgo, que representa o cultivo de capim, na safra de 2023, foi analisado pela planilha do município de Unaí-MG, apresentando um CV de 53%. O grupo da fruticultura foi representado pela média das culturas de uva e pêssego nos municípios de Bento Gonçalves-RS (safra de 2023) e Pelotas-RS (safra de 2019) ao CV médio de 62,5%. Por fim, para o grupo das hortaliças, foi analisada a safra de 2023 para a batata e tomate, nos municípios de Bueno Brandão-MG e Coimbra-MG, com o CV médio de 91,0%.

Uma vez que se conhece o valor bruto da produção e a margem operacional bruta, do resultado dessa subtração pode-se obter o custo total incorrido pelo produtor irrigante. Sobre este montante, aplica-se a fração de custo variável de forma a se obter o resultado almejado para cada uma das interferências. Para a interferência exemplificada de cultivo de cana-de-açúcar no município de Paranavaí, tem-se um resultado de R\$ 397,23 mil de custo variável de produção para os 107 hectares irrigados.

A Tabela 122 apresenta os resultados dos insumos para o Objetivo 1, tratando-se dos agregados entre os resultados discretos por interferência, que a depender da região rural são distintos.

Tabela 122: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a agricultura irrigada.

Subsetores (código)	Volume Outorgado (mil m ³ /ano)	Quantidade de Interferências	Valor da produção (R\$, mil)	Custos Variáveis (R\$, mil)	DAP (R\$/m ³)
out_cul	21.345	234	184.856	103.104	0,5019
graos	1.271.526	1.230	1.764.403	894.905	0,1388
citrus	290.548	102	2.058.838	1.325.283	0,5050
cana	270.805	102	595.275	351.696	0,0785
feijao	196.038	541	390.522	218.954	0,0753
cafe	24.152	27	58.728	32.890	0,2432
horta	297.838	563	383.693	311.335	0,0698
pasto	119.718	54	73.875	32.340	0,0537
fruta	13.643	28	233.234	124.394	1,2535

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

Observa-se que a DAP resultante é considerável, mas não distante do que outros estudos apontam. O estudo de subsídio pela cobrança dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Grande (ANA, 2022) também estimou a DAP para os cultivares da bacia, demonstrando ampla disposição a pagar. Brito (2021), avaliando a disposição a pagar dos usuários de irrigação na bacia hidrográfica do rio São Francisco, também encontrou valores expressivos (de R\$ 0,06 a R\$ 1,44 por m³).

D'Odorico et al. (2020) abordam a valoração da água na agricultura irrigada em escala global, utilizando um modelo biofísico mecanístico para estimar o valor econômico gerado em diferentes culturas e regiões. Por meio da diferença entre a produção de sequeiro e a produção irrigada, os autores estimam o valor da água. Mesmo sendo um estudo em escala global, estimou-se que o valor da água para o milho brasileiro foi de USD 0,05/m³ em 2016. Na média global, a água teve a seguinte valoração para as principais culturas: USD 0,05/m³ para o trigo; USD 0,16/m³ para o milho; USD 0,16/m³ para o arroz; e USD 0,10/m³ para a soja. Os autores concluem que, em muitas regiões, os agricultores não pagam pelo custo real da água ou pela infraestrutura associada, o que resulta em valores subestimados e uso ineficiente dos recursos hídricos.

9.1.4. Criação animal (*captação*)

A criação animal é um uso associado ao objetivo econômico de maximização do lucro, e segue a mesma lógica econômica que a agricultura irrigada, a indústria e a mineração. As mesmas informações acerca de produção física, valor da produção, margem operacional e custos variáveis são requeridas para se estimar as relações econômicas da água. Primeiramente, cabe retomar a diferenciação de usuários desse setor, conforme tabela abaixo.

Tabela 123: Diferenciação de usuários de criação animal na Bacia do Rio Paranapanema.

Subsetores (econômicos e atividades)	Código
Aquicultura (tilápia)	tilapia
Criação de bovinos para corte e leite	gado
Criação de aves de postura e corte	aves
Criação de suínos para corte	suíno

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

O **primeiro passo** para estimar as relações econômicas da criação animal é a vinculação da captação de água com o rebanho animal subjacente. Para tanto, fez-se

uso das relações de consumo de água pelos animais, estabelecidos em coeficientes que expressam a demanda hídrica em L/cabeça/dia. Conforme o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, da ANA (2019), os coeficientes apresentam, além das necessidades fisiológicas dos animais, outras demandas de água na criação semiconfinada e confinada, como a lavagem limpeza e manutenção de instalações e estruturas. Para vacas ordenhadas, o consumo diário é de 127,5 litros por cabeça; bovinos consomem 50 litros por cabeça. Já os suínos apresentam um consumo diário de 18,7 litros. Por fim, os galináceos consomem 0,27 litros por cabeça ao dia.

Uma interferência que capte 57 mil m³ por ano para a criação de aves, portanto, hipoteticamente sustenta um rebanho de 578,39 mil animais (57 milhões de litros divididos por 98,55 litros requeridos por ave por ano). Como forma bastante conservadora de garantir que não haja superestimação da produção física, adota-se um ajuste de 50% no coeficiente de conversão de uso de água por cabeça animal, o que reduz a estimativa da quantidade de animais para um mesmo volume de água captado. No caso exemplificado da captação para criação de aves, significa ter um coeficiente ajustado de 0,404 L/cabeça/dia (0,27 multiplicado por 1,50), o que reduz o rebanho subjacente para 385,59 mil animais. Esse ajuste é uma forma de considerar tanto as outras demandas da água na propriedade rural (que não são vinculadas aos rebanhos, mas que podem compor a mesma outorga), quanto eventuais desvios da forma de produção animal em relação aos coeficientes adotados.

A criação animal bovina pode ser voltada para a atividade de corte ou de produção de leite, o que tem implicações de consumo de água e também de relações econômicas. A criação de aves, da mesma forma, também pode ser voltada para postura ou para o corte. As outorgas não especificam a subatividade econômica, e para contornar esta lacuna, assumiu-se que todas as interferências de criação bovina e de criação de aves realizam uma fração de cada uma das produções (corte e leite ou corte

e postura). A proporção de cada uma dessas atividades é aquela verificada na região rural.

Como exemplo, tem-se uma interferência de criação de bovinos no município de Martinópolis-SP, localizado na Região Rural da Capital Regional de Presidente Prudente. Nessa região rural, segundo os dados da Pesquisa Pecuária Municipal - PPM do IBGE para 2023, existe um rebanho bovino de 945 mil cabeças, sendo que 56,35 mil (6%) são vacas ordenhadas. A criação de gado de leite é, no mais das vezes, mais intensiva do que a criação de gado de corte. Isso posto, é maior a probabilidade de que uma outorga de uso de recursos hídricos para a criação animal seja voltada para a produção de leite do que de corte. Para isso, arbitra-se o ajuste da fração verificada na região rural em 3 vezes.

No exemplo de Martinópolis, significa que a interferência de criação bovina é 17,89% dedicada à criação de bovino de leite e, consequentemente, 82,11% dedicada à criação de bovino de corte. Com isso, o coeficiente ponderado de uso de água para a criação é de 95,80 L/cabeça/dia. Uma vez que o volume outorgado é de 18,05 mil m³, pode-se utilizar do coeficiente de consumo unitário animal para estimar o tamanho do rebanho em 516 cabeças (92 para leite e 424 para corte).

A estimativa do rebanho de tilápias criadas pela atividade de aquicultura é ligeiramente distinta, dada a inexistência de coeficiente de consumo de água por animal. Sabe-se que a densidade de estocagem média dos tanques escavados é de cerca de 30 kg por metro cúbico. Essa densidade é referente ao limite inferior do sistema intensivo, que predomina no estado do Paraná que, por sua vez, é o maior produtor de tilápia da Bacia do Rio Paranapanema, como visto no item 4.3.2.

O **segundo passo** para o estabelecimento das relações econômicas é perscrutar a produção física obtida a partir da criação animal: carnes suína, bovina, de aves e de peixe; leite e ovos. Cada uma das atividades econômicas oriundas da criação animal apresenta particularidades que precisam ser tratadas, mas em comum está a adoção

de um coeficiente de 10% de redução nas estimativas de produção física para considerar eventuais perdas.

Para a produção de carne a partir da criação de bovinos de corte, assume-se um ciclo conservador de produção de 3 anos, sabendo-se que em sistemas intensivos (confinamento ou semi-confinamento), o tempo para abate pode ser inferior. Para o peso de abate, considerou-se 450 kg, com 50% de rendimento de carcaça (225 kg). No exemplo da interferência de criação bovina em Martinópolis, tem-se o abate estimado de 141,3 animais por ano (haja vista o rebanho de 424 animais criados para corte), rendendo 28,62 mil kg de carne por ano (considerando a redução de 10% para abranger eventuais perdas).

Já para o rebanho bovino de leite, compilou-se os dados de vacas ordenhadas (cabeças) e de quantidade vendida de leite de vaca cru (em mil litros) por região rural, a partir dos resultados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE). Ao se considerar, para a composição do indicador, a quantidade de leite vendida em detrimento da quantidade produzida (que é maior), tem-se uma fiel representação das práticas desse setor. Utilizando-se o exemplo da mesma interferência de criação animal em Martinópolis, estima-se a produção anual de 151,34 mil litros, haja vista que na região rural a quantidade de leite vendida foi de 1.828 litros por vaca ordenhada (também considerando a redução de 10% em eventuais perdas) e que a propriedade conta com 92 vacas leiteiras.

Para a produção de carne a partir da criação de aves, assume-se quatro ciclos de produção no ano (90 dias efetivos, já contando os períodos de vazio sanitário entre os lotes para limpeza e desinfecção das instalações), muito embora os sistemas de maior tecnologia se caracterizem por ciclos mais curtos, chegando a sete ciclos em um ano (40 a 45 dias efetivos). O peso de abate de cada ave é de 2,70 kg, com um rendimento médio de carcaça de 70% (1,89 kg). A partir de um rebanho de 10 mil aves de corte,

por exemplo, tem-se o abate de 40 mil por ano, rendendo 68,04 mil kg de carne por ano (considerando a redução de 10% para abarcar eventuais perdas).

Para a produção de ovos por galinhas de postura, utilizou-se primeiramente a inferência via região rural com os dados da PPM, que conseguem gerar um indicador de produção a partir das informações de rebanho de galinhas e da tabela de produção de origem animal que traz informações de ovos (em dúzias). Eis que os valores obtidos em algumas regiões rurais são muito elevados (591 ovos por galinha na região rural de Presidente Prudente, por exemplo). Diferentemente dos dados do Censo Agropecuário, estes de produção de ovos não são diretamente compatíveis, pois nem todas as galinhas listadas pela PPM são, de fato, componentes do rebanho de poedeiras. Dessa forma, utilizou-se o parâmetro conservador de 200 ovos por ano por galinha, oriundo do ciclo produtivo de 18 meses que rende cerca de 300 ovos. Caso uma outorga conte com um rebanho de 5 mil galinhas poedeiras, por exemplo, pode-se estimar uma produção anual de 75 mil dúzias de ovos (considerando a redução de 10% para abarcar eventuais perdas).

Para a produção de carne a partir da criação de suínos, assume-se um ciclo de produção de 9 meses e um peso de abate de 110 kg (Santos Filho e Bertol, 2018). Com um rendimento médio de carcaça de 75% (animal abatido, sem cabeça, pele, patas e vísceras), pode-se estimar a quantidade de carne em um ano, sempre descontando-se 10% do resultado para abarcar eventuais perdas.

Para a produção de carne a partir da criação de tilápias, tem-se um ciclo de produção de 8 meses e um rendimento de carcaça médio de 33%. Considerou-se, ainda, uma taxa de renovação da água dos tanques equivalente a 10% do volume de outorga. Como exemplo, tem-se que para uma interferência de aquicultura em tanque escavado de 175,20 mil m³ outorgados, o volume efetivo de produção é de 4.800 m³. Nesse volume, à densidade de 30 kg/m³, e considerando-se 1,5 ciclos de produção em um ano, tem-se uma produção equivalente de 216 mil kg. Dado o rendimento da

carcaça, tem-se uma produção de carne de 64,15 mil kg no ano (já descontando-se 10% do resultado para abarcar eventuais perdas).

O **terceiro passo** é estimar o valor econômico da produção, ou seja, o valor que o produtor recebe ao comercializar os produtos de seu rebanho: carnes suína, bovina, de aves e de peixe; leite e ovos. A CONAB compila cotações de produtos agropecuários, disponibilizando-os no sistema denominado Siagro. Consultou-se, para os estados do Paraná e São Paulo, as cotações mensais de preços ao produtor e, tal como para a determinação dos valores da agricultura irrigada, tomou-se os resultados médios dos últimos cinco anos (2019 a 2023), sem correção monetária. O uso da média atenua eventuais oscilações de preços.

Os resultados são: R\$ 252,73 para o boi gordo (15 kg); R\$ 4,68 para o frango vivo (kg); R\$ 2,20 para o leite de vaca in natura (litro); e R\$ 126,19 para ovos de galinha grande branco (30 dúzias). Uma vez que a CONAB não apresenta cotações em São Paulo ou Paraná para a carcaça de suíno ao produtor, tomou-se a cotação de mercado via portal Agrolink para o suíno vivo em São Paulo, de R\$ 9,00 (kg). Para a cotação da tilápia, também não disponível (ao produtor) no Siagro, consultou-se o preço ao produtor via PPM-IBGE, tal como para as culturas agrícolas, o que também resultou em R\$ 9,00 (kg).

Com base nos preços unitários para a produção da criação animal, basta multiplicar pelas quantidades produzidas para se obter o valor da produção de cada interferência. No exemplo da interferência de criação de bovinos em Martinópolis, tem-se um valor da produção de R\$ 482,20 mil com o rebanho de corte e de R\$ 332,70 mil com o rebanho de leite.

O **quarto passo** requer estimar o excedente operacional bruto do produtor. Para a produção de leite e de ovos, utilizou-se dos dados disponíveis no Censo Agropecuário do IBGE de 2017, resultando em cerca de 15,0% para ambos. Para o excedente do produtor de corte bovino, avícola e suíno, adotou-se a mesma margem

de 15,0%; já para a aquicultura, adotou-se 20%. Estes valores estão alinhados aos resultados de pesquisas em portais de produção agropecuária e documentos de referência da Embrapa. Sobre o excedente operacional bruto do produtor, aplica-se o pressuposto de que este representa 50% da disposição a pagar pelo uso dos recursos hídricos.

Finalmente, o **quinto passo** requer estimar o custo variável da produção animal. Com base nas mesmas pesquisas que balizam a adoção da margem de retorno bruta, adotaram-se as seguintes frações de custos variáveis: 65% para a criação de aves e 60% para os demais. Uma vez que se conhece o valor bruto da produção e a margem operacional bruta, do resultado dessa subtração pode-se obter o custo total incorrido pelo criador de animais. Sobre este montante, aplica-se a fração de custo variável de forma a se obter o resultado almejado para cada uma das interferências.

Para a interferência exemplificada de criação de bovinos no município de Martinópolis, por exemplo, tem-se um resultado de R\$ 61,18 mil de disposição a pagar e um custo variável de produção de 416,00 mil anuais para o rebanho de 516 animais.

A tabela abaixo apresenta os resultados dos insumos para o Objetivo 1.

Tabela 124: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a criação animal.

Subsetores (código)	Volume Outorgado (mil m ³ /ano)	Quantidade de Interferências	Valor da produção (R\$, mil)	Custos Variáveis (R\$, mil)	DAP (R\$/m ³)
tilapia	62.866	70	207.174	99.444	0,3295
gado	6.601	22	315.374	160.841	3,5835
aves	2.279	10	521.126	287.922	17,1461
suíno	174	13	15.105	7.704	6,5274

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

9.1.5. Indústria e Mineração (captação)

A indústria e a mineração são usos associados ao objetivo econômico de maximização do lucro. Tal como para a agricultura irrigada e a criação animal, os

insumos para o modelo econômico de otimização de preços requer conhecer diversas das relações econômicas da água. Inicialmente, parte-se do detalhamento da base de outorgas industriais para agrupar as 37 classes de atividades econômicas que detém outorgas de captação de água na Bacia do Rio Paranapanema.

O agrupamento, apresentado na tabela abaixo, foi realizado com base na representatividade das interferências em relação aos volumes captados, permitindo chegar a 15 subsetores discretizados.

Tabela 125: Diferenciação de usuários de indústria na Bacia do Rio Paranapanema.

Subsetores (econômicos e atividades)	Código
Fabricação de álcool	alcool
Fabricação de açúcar em bruto & Fabricação de açúcar de cana refinado	acucar
Fabricação de cimento & Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso...	cimento
Embalagens de papel & Derivados do petróleo & Madeira & Máquinas e equipamentos & Plásticos...	ind_geral
Fabricação de papel & Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	papelcelulose
Moagem e fab. de pr. vegetal & Fab. de farinha de mandioca & Amidos e féculas & T. de café	farinha
Fabricação de óleos vegetais refinados e brutos, exceto milho	oleos
Fab. de pr. de carne & Abates & Fab. de alimentos para animais & Preservação do pescado	carnes
Produção de ferroligas; Metalurgia & Semi acabados de aço & Fundição & Pr. de metal	metal
Fabricação de laticínios & Preparação do leite	leite
Fabricação de cervejas e chopes & Refrigerantes & Águas envasadas & Aguardentes	bebidas
Curtimento e outras preparações de couro	couro
Adubos e fertilizantes & Químicos orgânicos & inorgânicos & Defensivos agrícolas & Resinas	quimicos
Fab. de pr. alimentícios & Alimentos prontos & Especiarias & Panificação & Conservas & Bolachas	alimentos
Confecção de peças do vestuário & Preparação e fiação de fibras & Acabamentos em fios	texteis

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

Já para as interferências de mineração, são realizados dois agrupamentos para o setor, conforme tabela abaixo.

Tabela 126: Diferenciação de usuários de mineração na Bacia do Rio Paranapanema.

Subsetores (econômicos e atividades)	Código
Extração de pedra, areia e argila	areia
Extração de minerais para fabricação de adubos e fertilizantes & Outros minerais & Carvão mineral	out_miner

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

O **primeiro passo** para estimar as relações econômicas da indústria e mineração é a vinculação da captação de água com as produções industriais subjacentes (produção física). Para tanto, fez-se uso da publicação da CNI (2013) intitulada "Uso da água no setor industrial brasileiro", que apresenta a matriz de coeficientes técnicos de produção e retirada de água por grupos e classes da CNAE. A título de exemplo, lê-se nessa matriz que a atividade de preparação do leite requer 2,0 m³ de água para a produção de 1,0 m³ de produção física (no caso, o leite). Em outro exemplo, lê-se que a fabricação de alimentos para animais requer 2,35 m³ para a produção de 1 tonelada de produto (ração animal). Certamente, alguns setores produtivos de grande diversidade de produtos e processos, como a indústria química, por exemplo, tem a utilização de coeficientes de certa forma limitada, com faixas de grande amplitude. Enquanto isso pode prejudicar análises individualizadas, os dados da matriz conseguem subsidiar o planejamento e a estimativa de demanda de uso de recursos hídricos pelo setor industrial.

Destaca-se que, para os setores industriais mais representativos da bacia do rio Paranapanema, foram utilizados os coeficientes da publicação da ANA (2020) intitulada "A indústria na bacia do rio Paranapanema: uso da água e boas práticas". São eles: abate de reses, exceto suínos; fabricação de produtos de carne; fabricação de malte, cervejas e chopes; fabricação de refrigerantes e de outras bebidas não alcoólicas;

fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel; fabricação de papel; e fabricação de álcool.

Como exemplo, tem-se que para o setor de fabricação de papel, a publicação indica um coeficiente de 33,01 m³/ton (ANA, 2020). Caso uma interferência desse setor tenha, por exemplo, um volume outorgado de 2,80 milhões de m³ ao ano, pode-se estimar uma produção subjacente de papel da ordem de 84,82 mil toneladas anuais (volume dividido pelo coeficiente). Essa estimativa implica que todo o volume outorgado seja efetivamente convertido em produção física, o que não é necessariamente o caso. Afinal, existem desde variações mercadológicas e tecnológicas até outras demandas da água que não estão diretamente vinculadas à produção (proteção contra incêndio, por exemplo).

Como forma bastante conservadora de garantir que não haja superestimação da produção física, adota-se um ajuste de 50% no coeficiente de conversão de uso de água, o que reduz a estimativa da quantidade de produção física obtida para um mesmo volume de água captado. Retomando-se o exemplo do setor de fabricação de papel, significa ter 49,92 m³/ton como coeficiente ajustado (33,01 multiplicado por 1,50), o que representa uma produção física de 56,55 mil toneladas de papel (para a interferência exemplificada de 2,80 milhões de m³ por ano).

O **segundo passo** é estimar o valor econômico da produção, ou seja, o valor que a indústria e a mineração recebem ao comercializar seus produtos, gerados a partir da captação das águas superficiais da Bacia do Rio Paranapanema. Para tanto, fez-se uso dos dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE, que apresenta a produção e vendas dos produtos e/ou serviços industriais, segundo as classes de atividades e os produtos, (conforme a Prodlists Indústria 2016, 2019 e 2022 - Tabela 7752). A partir da consulta aos cinco anos pretéritos (2019 a 2023), foi possível obter, para cada um dos setores industriais, as médias anuais de quantidade de produção (quantidades físicas) e o valor dessa produção (reais). Tal como para as estimativas da agricultura irrigada e

da criação animal, fez-se uso das médias dos últimos cinco anos de forma a atenuar variações sazonais.

Eis que a PIA apresenta resultados a um nível mais discretizado (produto) que a classe CNAE que foi utilizada para a classificação das interferências de uso de água. A fabricação de papel, por exemplo, tem dados consistentes (nos últimos 5 anos) para um total de 22 produtos de papel¹³. Como forma de se obter os dados representativos para a classe, foi realizada a somatória dos resultados de todos os produtos, que pondera assim os mais relevantes. Dando sequência ao exemplo da fabricação de papel, tem-se um total médio entre 2019 e 2023 de 8,20 milhões de toneladas produzidas ao valor de R\$ 26,25 bilhões. A divisão entre o valor médio da produção e a quantidade produzida gera a referência necessária de valor unitário, que nesse caso é de R\$ 3,20 mil por tonelada.

Ainda de forma distinta dos dados de agricultura e produção animal, os dados da PIA não são geograficamente explícitos - resultam da pesquisa industrial conduzida anualmente junto a respondentes de todo o país. De forma a acomodar eventuais divergências de tecnologia produtiva, agregação de valor e especificidades dos produtos gerados na Bacia do Rio Paranapanema, adotou-se nova redução de 50% no valor unitário encontrado. Dessa forma, para o exemplo da outorga de produção de papel, tem-se um resultado de R\$ 90,58 milhões de valor da produção, tomando-se a estimativa de produção física e o valor unitário de R\$ 1,60 mil/ton.

¹³ São eles: desperdícios ou aparas de papel ou de papel-cartão; papel carbono, papel autocopiativo e outros papéis para cópia ou duplicação, em rolos ou folhas; papel para cigarros não cortado, papel-filtro ou papéis de outros tipos, não revestidos; papel em rolos contínuos utilizados na fabricação de papéis higiênicos, lenços, toalhas ou semelhantes para uso doméstico ou sanitário; papel em rolos revestido em um lado de produto orgânico sensível ao calor (papel termossensível); papel-filtro; papel gomado ou adesivo (autoadesivos); papel imprensa ou papel jornal em rolos ou em folhas; papel kraft para embalagem, não revestido, exceto encrespado ou estampado; papel kraft, para sacos de grande capacidade, não revestido, encrespado, estampado ou perfurado; papel kraft, revestido de matéria inorgânica, exceto para uso gráfico; papel kraftliner para cobertura, não revestido; papel miolo (papel semiquímico para ondular), não revestido (para caixas de papelão ondulado); papel obtido por colagem de folhas sobrepostas, não revestido nem impregnado; papel ondulado, gofrado, estampado, corrugado, etc., n.e.; papel para usos na escrita, impressão e outros fins gráficos (ofsete, bíblia, bouffant, couché, monolúcido, etc.), não revestido; papel para uso na escrita, impressão e outros usos gráficos, revestidos de matéria inorgânica; papel-pergaminho, papel impermeável a gorduras e outros papéis calandrados transparentes em rolos ou em folhas; papel próprio para a fabricação de papel-fotossensível, termossensível ou eletrossensível; papel próprio para a fabricação de papel de parede; papel revestido ou impregnado de substâncias betuminosas, plástico, cera, parafina, etc., mesmo coloridos ou decorados, exceto papel termossensível; papel sulfite para embalagem (papel seda próprio para embalagem de frutas); papel testliner de peso não superior a 150g/m², não revestido.

O **terceiro passo** requer estimar o excedente operacional bruto do produtor industrial e de mineração. Para tanto, novamente utilizam-se os dados da PIA-IBGE, que apresentam a estrutura do valor da transformação e do valor adicionado das empresas, segundo as divisões, os grupos e as classes de atividades (Tabela 7244). Primeiramente, foi tomado o resultado médio para os últimos cinco anos (2019-2023) do valor bruto da produção de cada classe de atividade econômica. Para se estimar o resultado desejado, compilou-se ainda o valor médio anual da transformação industrial deduzido do valor médio anual adicionado. Ao se dividir esse último resultado (valor monetário de contribuição) pelo valor bruto da produção, obtém-se o indicador de excedente bruto desejado.

Para a classe de fabricação de papel, por exemplo, tem-se um excedente de 9,1%, fruto de uma margem bruta de R\$ 1,95 bilhões (valor da transformação industrial de R\$ 7,85 bi deduzido do valor adicionado de R\$ 5,90 bi) dividida por R\$ 21,43 bi de valor bruto da produção. Seguindo o exemplo da interferência desse setor de atividade, que apresenta um valor da produção de R\$ 90,58 milhões, conclui-se que o excedente bruto do produtor seja de R\$ 8,24 milhões. Uma vez que se assume da DAP como sendo de 50% desse excedente, tem-se ao final uma métrica de disposição a pagar de R\$ 4,12 milhões.

Finalmente, o **quarto passo** requer estimar o custo variável da produção industrial e mineral. Consultou-se, novamente, a PIA, que apresenta a estrutura dos custos e despesas das empresas industriais segundo as divisões, os grupos e as classes de atividades (Tabela de nº 7245 no SIDRA/IBGE). Nessa tabela, é possível identificar os custos variáveis das firmas, que são assim especificados: custos e despesas - gastos de pessoal; compras de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes; custo das mercadorias adquiridas para revenda; consumo de peças, acessórios e pequenas ferramentas; fretes e carretos; despesas com vendas, inclusive comissões; água e esgoto; consumo de combustíveis usados para acionar maquinaria; compra de energia

elétrica utilizada na produção; e serviços industriais prestados por terceiros. A somatória destes custos foi realizada pela média dos resultados nos últimos cinco anos (2019-2023), gerando uma métrica de custo variável total. Esse valor, então, pode ser dividido pelo valor bruto da produção para se obter a almejada métrica de custo variável.

Para o setor exemplificado, de fabricação de papel, a fração de custo variável é de 78,7%. Com base nesse resultado, pode-se aplicá-lo diretamente ao valor da produção estimado para cada uma das interferências, produzindo a métrica de insumo para o modelo econômico de otimização de preços.

As tabelas abaixo apresentam os resultados dos insumos para o Objetivo 1 da indústria e da mineração, respectivamente.

Tabela 127: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a indústria.

Subsetores (código)	Volume Outorgado (mil m ³ /ano)	Quantidade de Interferências	Valor da produção (R\$, mil)	Custos Variáveis (R\$, mil)	DAP (R\$/m ³)
alcool	57.401	21	43.418.545	31.280.378	28,4197
acucar	62.059	17	1.408.903	1.015.502	1,0639
cimento	6.011	6	893.666	644.006	13,5341
ind_geral	4.410	7	358.120	251.439	3,9316
papelcelulose	97.243	22	3.141.865	2.470.992	1,4728
farinha	20.264	41	10.388.862	9.205.283	27,8077
oleos	8.473	15	41.886	51.991	0,0805
carnes	14.925	33	1.407.873	1.261.793	4,3718
metal	1.126	2	4.913.801	2.069.651	85,4562
leite	1.607	5	2.058.071	1.883.313	81,1775
bebidas	9.651	7	2.522.253	1.975.033	16,6567
couro	932	3	18.372	15.278	0,7580
quimicos	5.186	6	627.132	590.431	3,0502
alimentos	180	3	37.814	30.573	13,9597
texteis	60	2	80	66	0,0689

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

Tabela 128: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a mineração.

Subsetores (código)	Volume Outorgado (mil m ³ /ano)	Quantidade de Interferências	Valor da produção (R\$, mil)	Custos Variáveis (R\$, mil)	DAP (R\$/m ³)
areia	46.889	60	33.486	20.344	0,0498
out_miner	11.376	21	35.638	20.204	0,2744

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

9.1.6. Termoeletricidade

A termoeletrecidade é um uso associado ao objetivo econômico de minimização de custos, assim como o saneamento básico. Na bacia do rio Paranapanema, são identificadas apenas duas interferências de termoeletrecidade. Verificou-se que uma delas (UTE A), com 30 MW de capacidade, opera de forma contínua (assumiu-se que por 90% do tempo, de forma conservadora), gerando assim 27 MW, ou ainda 236,52 MWh ao ano.

A segunda interferência, cuja potência instalada é de 60 MW, atua como provedora de energia de backup (UTE B). Dessa forma, seu regime de operação varia de ano para ano, dependendo principalmente das condições hidrológicas (em anos de hidrologia favorável, podem operar por poucos meses, já em anos de seca, a operação pode se estender por vários meses do ano). Nos últimos anos, o acionamento de térmicas tem sido mais frequente, registrando-se operação entre dois e três meses do ano - situação que tende a se repetir devido ao agravamento da mudança do clima e impactos nos padrões de chuva. Pode-se, portanto, assumir que a usina opere por 15% do tempo, o que permite calcular a produção energética de 9 MW, ou ainda 78,84 MWh ao ano.

Para a estimativa do excedente do produtor, multiplicou-se de forma simplista a energia gerada por cada usina, a cada ano, pelo Preço de Liquidação de Diferenças (PDL) de R\$ 185,00 por MWh verificado para a região Sul/Sudeste. A disposição a pagar, como premissa, é tida como 50% desse excedente, o que resulta em um valor

unitário de R\$ 0,0201/m³. Nota-se que as usinas têm perfis distintos, e o resultado é dado pela média ponderada pelo volume captado.

Já para a estimativa dos custos totais, que é o segundo insumo necessário para o modelo econômico de otimização de preços, foi multiplicada a energia gerada no ano pela referência de R\$ 170,00 por MWh, dada pela Empresa de Planejamento Energético, no âmbito do Plano Decenal de Energia de 2024, como o custo variável unitário de referência. Uma vez que esse setor é minimizador de custos (setor regulado), não é necessário estimar o valor da produção, pois o modelo econômico buscará minimizar o custo total.

Tabela 129: Resultados dos insumos para o Objetivo 1 para a geração de energia termoelétrica.

Subsetores (código)	Volume Outorgado (mil m ³ /ano)	Quantidade de Interferências	Valor da produção (R\$, mil)	Custos Totais (R\$, mil)	DAP (R\$/m ³)
termeletrica	117.742	2	-	53.611	0,0201

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

9.1.7. Lançamento de carga poluidora

Para a atividade de lançamento de carga poluidora, e conforme abordado no item 7.1.1, o objeto de cobrança não é o volume de efluentes lançamentos, mas sim o conteúdo de sua carga poluidora orgânica, mensurada pela Demanda Bioquímica por Oxigênio - DBO. Neste caso, é o custo marginal de abatimento da poluição que deve ser utilizado como referencial de balizamento para o preço de cobrança.

Nota-se que, dado o princípio do poluidor-pagador, não há distinção para o setor outorgado que realiza o lançamento - o conteúdo de DBO que deve ser depurado pelas águas superficiais da Bacia do Rio Paranapanema é o elemento central desse componente de uso dos recursos hídricos.

Para desvendar o custo marginal de abatimento de DBO, utilizou-se do levantamento de Von Sperling e Salazar (2013). Os autores apresentam parâmetros

obtidos por meio de orçamentos de 84 unidades no Brasil para os custos de implantação de estações de tratamento de esgotos que cobrem os investimentos gerais de construção, material, equipamento, pessoal e outros gastos. A tecnologia de tratamento menos custosa dentre as oito encontradas na amostra é a de lagoas facultativas e anaeróbicas. São quinze as unidades referenciais que utilizam desse processo, que passa a ser o referencial para a presente aplicação.

Os custos unitários trazidos por Von Sperling e Salazar (2013), expressos em dólares por habitante, foram convertidos utilizando a cotação da moeda americana na data base de referência do estudo e atualizados para a data atual utilizando o Índice Nacional de Custo da Construção da Fundação Getúlio Vargas, resultando em um parâmetro de R\$ 329,48 por habitante. Considerando a faixa populacional limite para a aplicação da tecnologia, de 60 mil habitantes, tem-se um custo de investimento estimado de R\$ 19,77 milhões. Considerando-se um custo de manutenção e operação de 10% do investimento total por ano, pode-se realizar a estimativa de valor presente total (instalação e operação) em um fluxo de trinta anos pela taxa de juros de 10% (média aproximada do CDI nos últimos vinte anos). O resultado é de R\$ 34,81 milhões.

Tomando-se o parâmetro de 0,054 kg/dia/pessoa para a geração de carga de DBO_{5,20}, as 60 mil pessoas parametrizadas para a tecnologia gerariam 35,48 milhões de quilogramas de cargas para tratamento ao longo do período de trinta anos. O custo marginal resultante, fruto da divisão do valor presente dos custos pela quantidade tratada, é de R\$ 0,9812/kg de BDO. Este é o valor que passa a ser utilizado como "disposição a pagar" pelo lançamento de carga.

Como forma de se obter uma outra baliza para este valor, consultaram-se os resultados dos seguintes indicadores do SNIS para o ano de 2022: volume de esgoto bruto exportado (ES012), e despesa com esgoto exportado (FN039), que representam a prestação de serviços de tratamento de efluentes contratados por companhias que não detém capacidade e/ou viabilidade para tratamento próprio dos efluentes

coletados. Estes indicadores são apresentados por apenas 37 municípios em todo o Brasil, e mesmo assim alguns com dados claramente incoerentes. Dos 22 municípios com informações consistentes, a média de valor unitário é de R\$ 1,90/kg de BDO. Já o resultado médio dentre os quatro municípios paulistas que contratam a prestação de serviços de tratamento de esgotos (São Caetano do Sul, Jaú, Mogi das Cruzes e Sumaré) é de R\$ 1,68/kg de BDO (nenhum município paranaense parece contratar tratamento externo, segundo os dados reportados ao SNIS).

Reconhece-se que o valor calculado como custo marginal de longo prazo (R\$ 0,9812/kg de BDO) é inferior ao custo referencial de tratamento desvendado pelo SNIS. Mesmo assim, opta-se por utilizá-lo como referência haja vista que as despesas com o esgoto exportado podem estar acrescidas dos custos de transporte destes efluentes e outros acordos comerciais que não representam o custo marginal que aqui se requer conhecer.

9.2. Insumos para o Objetivo 2

Conforme se descreveu no Capítulo 7, item 7.1.2, o segundo objetivo do instrumento de cobrança é a promoção do uso racional da água. Ou seja, quanto maior é a capacidade de um usuário em obter reduções de captação e de lançamento sem prejudicar sua produção econômica, maior tende a ser o valor cobrado para que esse incentivo seja traduzido em prática.

Com base nas respostas obtidas ao questionário online (descrito no item 5.1), é de fato plausível considerar que haja alguma redução de consumo e de lançamento de carga sem redução da produção econômica. Ou seja, existem ganhos de eficiência a serem obtidos por meio do incentivo ao uso racional. No questionário, foram 31 respondentes afirmativos à questão "Foram avaliadas ou implantadas soluções que promovam a redução da dependência hídrica?" Dentre estes, 25 apontaram as ordens de grandeza destas soluções, cujo resultado médio ponderado pela quantidade de

respondentes é de cerca de R\$ 500 mil. Indicou-se, ainda, que a efetividade destas soluções pode ser expressiva, algo entre 5% e 10%.

Cabe, como insumo para o Objetivo 2 do modelo econômico de otimização de preços, estimar para quais setores usuários se torna possível antever adoção de usos racionais. Pela configuração do modelo, as restrições deste objetivo garantem que as atividades produtivas sejam mantidas, devendo-se para tanto estimar o volume mínimo de água captada e de carga lançada que garanta as operações, sem comprometer a produção (volume mínimo necessário para produção).

Os itens subsequentes apresentam as estimativas de limites de uso racional para cada setor, mas não sem antes apresentar a estimativa de volume captado a ser utilizada como base de cálculo para tal. Também no questionário, foram obtidas 60 respostas relativas à questão "Considerando os últimos 5 anos, como você estima o volume de captação efetiva do seu estabelecimento em relação ao volume outorgado?". A tabela abaixo apresenta os resultados por setor.

Tabela 130: Volume efetivo de captação em relação ao volume outorgado (resultados do questionário com usuários da Bacia do Rio Paranapanema).

Setor Usuário	Respondentes	Razão de volume captado versus outorgado
Saneamento básico	5	81,0%
Consumo humano	8	81,3%
Agricultura irrigada	15	91,2%
Criação animal	7	87,1%
Indústria	22	81,4%
Outras	3	73,3%
Média ponderada	60	84,0%

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

Como se nota, a maior parte das respostas aponta uma relação de cerca de 85%, indicando uma retirada efetiva inferior ao volume outorgado - como era de se esperar. Ao se considerar os volumes mínimos (que indicam o atingimento de uso racional)

sobre os volumes outorgados, deve-se fazer a indicação de uma redução volumétrica alinhada ao que deve ocorrer na prática, ou seja, sobre volumes ligeiramente inferiores que o outorgado.

Com base nas respostas ao questionário, e compreendendo-se estarem coerentes com a experiência de verificação destas razões junto a outorgados que realizam medições de vazão, pode-se adotar a seguinte métrica para estimar a base de redução de volume para uso racional: a média entre o volume outorgado (50%) e a retirada efetiva estimada com base nas razões acima apostas (50%). Dessa forma, acomoda-se a liberdade que o usuário tem de, eventualmente, fazer uso de sua outorga até o limite.

Saneamento básico (captação): No Brasil, notoriamente, se desperdiçam cerca de 18,84 milhões de m³ por dia de água tratada (SNIS, 2024), razão pela qual o setor de saneamento é cobrado para perseguir metas de redução nas perdas de água na distribuição. Destaca-se, nesse âmbito, a Norma de Referência nº 9/2024 da ANA, aprovada pela Resolução nº 211/2024 e em vigor desde 1º de outubro de 2024, que estabelece diretrizes sobre indicadores operacionais para os serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. A Norma busca embasar metas progressivas visando melhorias contínuas na prestação dos serviços, e para isso apresenta como padrão de excelência em perdas na distribuição de água o valor de 216 L/lig./dia.

A situação atual de perdas por ligação foi consultada junto ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento para cada um dos 119 municípios da Bacia do Rio Paranapanema que contam com captações superficiais desse setor por meio do indicador IN051. Revela-se que a maior parte dos municípios já apresenta índices de perdas inferiores ao padrão de referência, compreendendo-se que há pouco escopo adicional para redução. Já para os municípios que detém índices superiores ao padrão

de referência, no entanto, pressupõe-se que seja possível cobrir ao menos 50% do intervalo entre a situação atual e o padrão.

Como exemplo, tem-se o resultado para o município de Londrina-PR, cujo índice atual de perdas é de 382,53 L/lig.dia. O intervalo para se chegar ao padrão de referência é de 166,53 L/lig.dia, e metade dele indica uma redução 83,27 L/lig.dia sobre o índice atual. Multiplicando essa redução pela quantidade total de ligações em água (AG021 do SNIS), tem-se o volume representativo de uso racional, que é de 4,92% em relação ao volume outorgado total.

Saneamento básico (lançamento): Os serviços de saneamento básico devem ser ampliados para que se cumpram as metas de 90% de população atendida com coleta e tratamento. Considera-se, assim como para a captação, a situação atual de atendimento e a cobertura de 50% da distância entre esta e a meta a ser atingida. A ampliação da coleta é acompanhada pela instalação de estações de tratamento de esgotos com grau mínimo de 80% de remoção de DBO. Tal como descrito no item 9.1.7, considerou-se a situação atual com base no Atlas Esgotos (2019) e no SNIS (indicadores IN024 - índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água e IN016 - índice de tratamento de esgoto).

Como exemplo, tem-se o resultado para o município de Siqueira Campos-PR, cuja carga atualmente lançada é de 107 toneladas por ano por meio da ETE Fartura, de tecnologia Reator Anaeróbio com grau de abatimento de carga é de 65%. Atualmente, a fração do esgoto coletado e tratado em relação à população urbana é de 73,2%, o que deve aumentar para 90% (meta). Esse aumento de atendimento gera maiores cargas, mas que devem passar a ser abatidas com maior grau de eficiência (80%). Com isso, a carga estimada se reduz para 61 toneladas. Em outros municípios, no entanto, as cargas podem ser maiores do que as atuais, dado o acréscimo de atendimento.

Agricultura irrigada: Conforme os dados apresentados no item 4.2.1, conhece-se a alocação de culturas em quatro métodos de irrigação. É possível, com base nas

informações do Atlas de Irrigação (2019), calcular a eficiência ponderada de cada cultura, pois a eficiência máxima de cada método é conhecida: para a aspersão convencional, é de 80%; para os métodos localizados de irrigação, de 90%; para aspersão por pivô central, de 85%; e para métodos de inundação, 60%.

Tabela 131: Eficiência ponderada na agricultura irrigada.

Cultura	Fração irrigada com Aspersão	Fração irrigada com Localizado	Fração irrigada com Inundação	Fração irrigada com Pivô	Eficiência Ponderada
Café	29,24%	50,62%	0,00%	20,14%	86,07%
Cana-de-açúcar	32,76%	11,63%	2,58%	53,02%	83,30%
Capim	95,50%	0,40%	0,09%	4,00%	80,22%
Citrus	19,62%	3,25%	0,00%	77,13%	84,18%
Feijão	1,32%	0,00%	0,02%	98,66%	84,93%
Fruticultura	95,53%	3,42%	0,00%	1,05%	80,39%
Grãos	77,04%	0,59%	0,05%	22,32%	81,16%
Hortícolas	69,51%	19,82%	0,00%	10,67%	82,52%
Outros	24,67%	24,38%	3,14%	47,81%	84,20%

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

Uma vez estimada a eficiência ponderada por cultura, pode-se traçar como ideal de uso racional o atingimento da máxima eficiência possível para cada cultura que seja compatível com as características e possibilidades técnicas. Para o café, citrus, fruticultura e hortícolas, assume-se como possível o uso de métodos de irrigação com 90% de eficiência (localizados). Para os demais (cana-de-açúcar, capim, feijão, grãos e outros), assume-se a eficiência almejada de 85%. A diferença entre a eficiência ponderada e a eficiência almejada, portanto, é aplicada para cada interferência respectiva para compor a noção de uso racional para esse importante setor usuário.

Indústria (captação): A publicação da ANA (2020) específica sobre a indústria na Bacia do Rio Paranapanema (Uso de água e boas práticas) apresenta parâmetros de captação atuais e ditos 'otimizados' para os principais setores usuários industriais da bacia, como se apresenta na Tabela 132.

Adota-se, para fins de consideração de uso racional, 50% de atingimento da redução denotada entre os parâmetros 'otimizado' e o atual. Para o setor de refrigerantes e outras bebidas não alcoólicas, por exemplo, o intervalo entre o 'otimizado' e o atual é de -14,67%, considerando-se então a metade (7,33%). Para os demais setores industriais, não contemplados pelo estudo ANA (2020), adotou-se o coeficiente de redução de 5%, tendo como base as respostas ao questionário.

Tabela 132: Parâmetros de eficiência de uso industrial de captação.

Setor	Parâmetro Atual	Parâmetro Otimizado	Parâmetro Potencial	Unidade
Fabricação de refrigerantes e de outras bebidas não alcoólicas	3,75	3,20	2,80	m ³ /m ³ bebida
Fabricação de cervejas e chopes	3,33	3,20	2,80	m ³ / m ³ bebida
Abate de reses, exceto suíños	5,11	3,70	3,05	m ³ /t_produto
Fabricação de produtos de carne	2,56	2,55	2,46	m ³ /t_produto
Fabricação de papel	33,01	17,00	14,00	m ³ /t_papel
Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	27,76	25,90	22,00	m ³ /tsa
Fabricação de álcool	1,02	1,00	0,80	m ³ /t_cana
Fabricação de açúcar de cana refinado	1,02	1,00	0,80	m ³ /t_cana
Fabricação de açúcar em bruto	1,02	1,00	0,80	m ³ /t_cana

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

Indústria (lançamento): Fez-se uso das mesmas premissas de redução possível de carga lançada que para a captação, com base na publicação da ANA (2020) específica para a indústria na Bacia do Rio Paranapanema, como se apresenta na tabela abaixo. Adota-se, para fins de consideração de uso racional, 50% de atingimento da redução denotada entre os parâmetros 'otimizado' e o atual, adotando-se coeficiente de redução de 5% para os demais setores. Como se pode observar na tabela, o setor de álcool e açúcar não está contemplado na publicação por já contar com processos otimizados, incluindo a utilização da vinhaça.

Tabela 133: Parâmetros de eficiência de uso industrial de lançamento.

Setor	Parâmetro Atual	Parâmetro Otimizado	Parâmetro Potencial	Unidade
Fabricação de refrigerantes e de outras bebidas não alcoólicas	0,22	0,04	0,01	kgDBO/ m ³ bebida
Fabricação de cervejas e chopes	0,04	0,04	0,01	kgDBO/ m ³ bebida
Abate de reses, exceto suíños	0,31	0,13	0,04	kgDBO/t_produto
Fabricação de produtos de carne	0,11	0,09	0,09	kgDBO/t_produto
Fabricação de papel	0,54	0,23	0,19	kgDBO/t_papel
Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	0,50	0,41	0,35	kgDBO/tsa

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

Demais setores (captação): Para o setor de criação animal, adotou-se o coeficiente de redução de 5%, tendo como base as respostas ao questionário. Já para os setores de consumo humano e outros, adotou-se o coeficiente de redução de 2,5%. Por fim, para termoelectricidade e mineração, não foram adotados coeficientes de redução. **Demais setores (lançamento):** Por falta de parâmetros referenciais, não foram adotados coeficientes de redução para os demais setores. Existem, inobstante, registros anedóticos que permitem inferir que a aquicultura poderia obter reduções nas cargas lançadas.

A Tabela 134 apresenta os resultados consolidados dos insumos para o Objetivo 2 do modelo econômico de otimização de preços. Verifica-se pela soma volumétrica que o uso racional representa cerca de 10% do volume outorgado (356,88 milhões de m³). Quanto às cargas de DBO lançadas, tem-se uma redução potencial também significativa de cerca de 14% (3,36 mil toneladas).

Tabela 134: Resultados consolidados dos insumos para o Objetivo 2.

Subsetores (código)	Volume Outorgado (mil m ³ /ano)	Média entre Outorgado e Captação Efetiva (mil m ³ /ano)	Volume Estimado com Uso Racional (mil m ³ /ano)	Carga de DBO Outorgada (ton/ano)	Carga Estimada de DBO com Uso Racional (ton/ano)
saneamento	474.964	429.842	420.865	10.806	8.338
consu_outros	48.739	43.456	42.369	2.776	2.776
out_cul	21.345	20.384	20.221	-	-
graos	1.271.526	1.214.307	1.169.292	-	-
citrus	290.548	277.473	261.329	-	-
cana	270.805	258.619	241.286	-	-
feijao	196.038	187.216	187.084	-	-
cafe	24.152	23.065	22.158	-	-
horta	297.838	284.436	263.146	-	-
pasto	119.718	114.331	108.869	-	-
fruta	13.643	13.029	11.778	-	-
tilapia	62.866	58.780	55.841	644	644
gado	6.601	6.172	5.863	115	115
aves	2.279	2.131	2.025	143	143
suino	174	162	154	-	-
alcool	57.401	51.948	51.439	567	567
acucar	62.059	56.163	55.612	904	904
cimento	6.011	5.440	5.168	175	166
ind_geral	4.410	3.991	3.791	125	123
papelcelulose	97.243	88.005	66.705	4.005	3.362
farinha	20.264	18.339	17.422	308	293
oleos	8.473	7.668	7.284	9	9
carnes	14.925	13.507	12.800	1.620	1.444
metal	1.126	1.019	968	87	85
leite	1.607	1.455	1.382	46	43
bebidas	9.651	8.734	8.522	833	833
couro	932	843	801	121	115
quimicos	5.186	4.693	4.459	298	288
alimentos	180	163	155	638	617
texteis	60	55	52	1	1
areia	46.889	42.435	42.435	21	21
out_miner	11.376	10.295	10.295	-	-
termelétrica	117.742	108.322	108.322	-	-

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

9.3. Insumos para o Objetivo 3

O terceiro objetivo do instrumento de cobrança é o arrecadatório, ou seja, a obtenção de recursos financeiros para que se possam implementar os planos de recursos hídricos. Toda a análise apresentada no Capítulo 6 é componente direta deste insumo para o modelo econômico de otimização de preços. De forma suscinta, então, retoma-se as demandas financeiras anuais para os três cenários endógenos de baliza para o CBH-Paranapanema.

Tabela 135: Demandas financeiras anuais dos cenários endógenos (R\$ VAE).

Cenário de Cobrança de Menor Intensidade	Cenário de Cobrança Referencial	Cenário de Cobrança de Maior Intensidade
R\$ 18.473,64	R\$ 26.388,62	R\$ 30.452,13

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

De modo geral, a cobrança pelo uso de recursos hídricos em boa parte dos Comitês Interestaduais é operacionalizada por uma Agência de Bacia - ou órgão delegado com tal função (Entidade Delegatária) após a aprovação das propostas metodológicas enviadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) aos respectivos Conselhos de Recursos Hídricos (CRH).

Dessa forma, além das estreitas vinculações entre o Plano de Recursos Hídricos e o instrumento de cobrança, as demandas financeiras devem ser acrescidas da manutenção do custeio administrativo da Entidade Delegatária (ED), de forma que os recursos advindos da cobrança possam ser aplicados com celeridade e tempestividade para endereçar os problemas da bacia, criando-se as condições favoráveis ao desenvolvimento da agenda de trabalho e ao cumprimento de atribuições legais.

De acordo com os resultados do estudo "Desenvolvimento de Metodologia para estimar o custeio administrativo de Entidades Delegatárias de funções de Agência de Água" elaborado por KPMG (2018) para a ANA, as despesas de custeio desta entidade podem ser aproximadamente definidas em R\$ 1,5 milhão por ano para uma bacia

como a do Paranapanema. Dessa forma, às demandas financeiras anuais dos três cenários endógenos (referencial, maior e menor intensidade), são acrescidos o valor de referência para considerar o custeio da ED.

Como observado no item 7.2.5, são quatro as abrangências das simulações do modelo econômico de otimização de preços. Retomando-se, são elas:

- **Abrangência 1:** Cobrança exclusiva Federal, ou seja, apenas para as interferências de dominialidade da União;
- **Abrangência 2:** Cobrança única, abordando as três dominialidades das águas do rio Paranapanema;
- **Abrangência 3:** Cobrança conjunta entre as esferas Federal (interferências de dominialidade da União) e estadual paranaense (interferências de dominialidade do Paraná);
- **Abrangência 4:** Cobrança exclusiva de âmbito estadual paranaense.

Cada uma destas abrangências apresenta uma demanda financeira diferente, e requer o rateio entre usuários também distintos - compatíveis com a abrangência sendo estudada. Para a aplicação do modelo econômico de otimização de preços de cobrança na abrangência exclusiva da União, considera-se como meta de arrecadação (diferenciada em cada um dos cenários - referencial, o mais ambicioso e o menos ambicioso) as demandas financeiras do PIRH-Paranapanema acrescidas do custeio da ED. As interferências que realizam o rateio dessa demanda financeira são, então, exclusivamente as expedidas pela ANA nos corpos d'água de sua dominialidade.

Pode-se, então, compor as demandas financeiras para todas as abrangências simuladas, notando-se a agregação do custeio da ED e dos respectivos planos das bacias afluentes, sempre que pertinente. Este é o resultado consolidado dos insumos para o Objetivo 3 do modelo econômico de otimização de preços, que estão expressos na última coluna ("Valores Anualizados com ED (2024)") da Tabela 136.

Uma vez que a abrangência 4 tem o intuito de fornecer subsídios ao estado do Paraná, que pode eventualmente fazer uso de uma instituição já existente como ED,

restringe-se (apenas para esse caso) a adição desse custo, mantendo-se, portanto, o orçamento exclusivo dos três afluentes.

Tabela 136: Demandas financeiras por simulação (R\$ anualizado).

Abrangência	N. Sim.*	Demandas Financeiras Consideradas	Cenário de Cobrança	Valores Anualizados sem ED (2024)	Valores Anualizados com ED (2024)
1. União	1	PIRH-Paranapanema	Referencial	26.388.619	27.888.619
	2	PIRH-Paranapanema	Mais ambicioso	30.452.129	31.952.129
	3	PIRH-Paranapanema	Menos ambicioso	18.473.644	19.973.644
2. União, PR e SP	4	PIRH-Paranapanema + Todos os afluentes	Referencial	48.350.766	49.850.766
3. União e PR	5	PIRH-Paranapanema + Afluentes paranaenses	Referencial	39.427.582	40.927.582
4. PR	6	Afluentes paranaenses	Referencial	13.038.963	13.038.963

* Número da simulação. Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2024).

10. RESULTADOS DE APLICAÇÃO DO MODELO

O presente capítulo traz os resultados de aplicação do modelo econômico de otimização de preços de cobrança para a Bacia do Rio Paranapanema, realizado com base em Programação por Metas (*Goal Programming Model*). Esta abordagem permite otimizar múltiplas metas simultaneamente, integrando assim os três objetivos que devem ser perseguidos quando da implementação do instrumento de cobrança em uma bacia hidrográfica.

No modelo, os preços de captação de água e lançamento de carga são as variáveis de decisão a serem otimizadas, e o equilíbrio é alcançado quando os valores resultantes atingem os objetivos de conceder à água seu valor econômico, respeitando os retornos econômicos de cada setor usuário (objetivo 1), promovem o uso racional (objetivo 2) e atingem a demanda de arrecadação (objetivo 3).

O modelo considera desvios dos objetivos e atribui pesos a cada um de forma a priorizar um em relação a outro, permitindo encontrar uma solução de compromisso. Os preços públicos unitários são ajustados dinamicamente no modelo, e podem ser vistos como os valores justos que cada subsetor deve ter para a captação de água e pelo lançamento de carga orgânica, levando em consideração as restrições de produtividade da água, os limites mínimos e máximos de preços estabelecidos pela disposição a pagar e o equilíbrio entre os três objetivos.

Este capítulo de resultados está estruturado nas quatro abrangências de simulação (justificadas no item 7.2.5), pois cada qual implica em uma configuração única de insumos para o modelo e, consequentemente, de resultados. Reforça-se que os resultados do modelo são obtidos discretamente para cada um dos 33 subsetores de atividade, segregados em captação e lançamento, em cada dominialidade contemplada (União, Paraná e São Paulo) e ao nível de bacia afluente (Norte Pioneiro,

Piraponema, Tibagi, Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema).

Uma vez que se antecipa resistência em termos de aceitabilidade institucional na instituição de um mecanismo de cobrança que tenha o mesmo nível de discriminação que o modelo (33 subsetores), apresentam-se os resultados conforme um agrupamento destes, otimizado para a cobrança¹⁴. Essa categorização, doravante denominada de 'grupo de cobrança', agrupa alguns subsetores de atividade econômica dos usuários de indústria, mineração, criação animal e irrigação. Os usuários de abastecimento humano, 'consumo humano e outros usos' e termoelétrica não demandam diferenciação, pois são homogêneos em relação às atividades econômicas subjacentes.

Os agrupamentos primam pela simplicidade e replicação da lógica de otimização de preços, tendo como consideração os critérios de similaridade de preços públicos unitários, capacidade de pagamento (subsetores com disposições a pagar em ordens semelhantes de grandeza e produção de valor agregado) e características do uso da água (volume captado ou lançado).

- Agregação dos subsetores de irrigação:
 - Grupo 1: Subsetores de grãos, feijão, pastagens e o grupo de 'outras culturas agrícolas'.
 - Grupo 2: Cana-de-açúcar.
 - Grupo 3: Subsetores de citrus, café, fruticultura e horticultura.
- Agregação dos subsetores da criação animal: embora no âmbito federal a diversidade de subsetores de criação animal tenha uma menor representatividade em relação aos quatro subsetores que detém outorgas na bacia em suas três dominialidades (criação de organismos aquáticos,

¹⁴ Dos diversos mecanismos de cobrança avaliados no Capítulo 2, apenas o do estado do Ceará apresenta uma maior diversidade de categorias de cobrança (21).

de bovinos, galináceos e de suínos), prevê-se a agregação considerando a eventual presença de novas tipologias.

- Grupo 1: Aquicultura.
- Grupo 2: Criação animal (gado, aves e suínos).
- Agregação dos subsetores industriais: embora no âmbito federal a diversidade de subsetores industriais tenha uma menor representatividade em relação aos quinze subsetores que detém outorgas na bacia em suas três dominialidades, prevê-se a agregação considerando a eventual presença de novas tipologias. Para tal, utiliza-se do nível “divisão” da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE/IBGE 2.0. Esse grupo segrega as atividades econômicas em 87 categorias, sendo 24 delas correspondentes às seções de B e C, respectivamente indústrias extractivas e indústrias de transformação.
 - Grupo 1: Divisões 17 (Fabricação de celulose, papel e produtos de papel), 19 (Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis), 20 (Fabricação de produtos químicos) e atividades de fabricação de açúcar (Divisão 10) do CNAE/IBGE 2.0. Subsetores de Fabricação de papel, Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel, Fabricação de álcool, Fabricação de açúcar em bruto, Fabricação de açúcar de cana refinado, Fabricação de adubos e fertilizantes, Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente, Fabricação de outros produtos químicos inorgânicos não especificados anteriormente, Fabricação de defensivos agrícolas e Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente.
 - Grupo 2: Indústria e alimentos e bebidas, divisões 10 (Fabricação de produtos alimentícios, exceto Fabricação de álcool, Fabricação de

açúcar em bruto, Fabricação de açúcar de cana refinado) e 11 (Fabricação de bebidas) do CNAE/IBGE 2.0. Subsetores de Fabricação de alimentos (carnes, laticínios, óleos vegetais), Bebidas (cervejas, refrigerantes).

- Grupo 3: Demais divisões do CNAE/IBGE 2.0.
- Agregação dos subsetores de mineração:
 - Grupo 1: Extração de pedra, areia e argila.
 - Grupo 2: Extração de outras substâncias minerais.

A Tabela 137 sintetiza a categorizações dos subsetores de atividades econômicas para fins de cobrança, conforme os códigos adotados para insumo no modelo econômico. São, ao todo, 13 grupos de setores usuários, cada qual apresenta um preço público unitário (PPU) específico para captação e lançamento, fruto da média ponderada (por volume captado ou carga lançada) dos subsetores componentes.

Tabela 137: Categorização das atividades econômicas para a cobrança ('Grupos de Cobrança').

Grupo Usuário	Subsetores (econômicos e atividades)	Código	Grupo de Cobrança
Saneamento	Saneamento	saneamento	Saneamento
C. humano e outros usos	Consumo humano e outros usos	consu_outros	Consumo humano e Outros usos
Agricultura Irrigada	Outras culturas	out_cul	Irrigação Grupo 1
	Grãos	graos	
	Feijão	feijao	
	Pastagem	pasto	
	Cana-de-açúcar	cana	Irrigação Grupo 2
	Café	cafe	Irrigação Grupo 3
	Citrus	citrus	
	Fruticultura	fruta	
Criação Animal	Hortícolas	horta	Criação Animal Grupo 1
	Aquicultura (tilápia)	tilapia	
	Criação de bovinos	gado	Criação Animal Grupo 2
	Criação de aves	aves	

Grupo Usuário	Subsetores (econômicos e atividades)	Código	Grupo de Cobrança
Indústria	Criação de suínos	suino	
	Fabricação de papel e celulose	papelcelulose	Indústria Grupo 1
	Fabricação de álcool	alcool	
	Fabricação de açúcar	acucar	
	Adubos, fertilizantes e químicos	quimicos	
	Fab. de produtos alimentícios	alimentos	
	Fabricação de bebidas	bebidas	
	Fabricação de produtos da carne	carnes	
	Moagem e fécula	farinha	
	Fabricação de laticínios	leite	
	Fabricação de óleos vegetais	oleos	
	Fabricação de cimento	cimento	
	Curtimento e prep. de couro	couro	
	Confecção de peças do vestuário	texteis	Indústria Grupo 3
	Metalurgia	metal	
	Demais indústrias	ind_geral	
Mineração	Extração de pedra, areia e argila	areia	Mineração Grupo 1
	Extração de outros minerais	out_miner	Mineração Grupo 2
Termoelétrica	Geração de energia termoelétrica	termeletrica	Termoelétrica

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

Para o agrupamento industrial, requer-se atenção quanto às plantas integradas de fabricação de álcool e açúcar, pois suas atividades abrangem tanto a fabricação de açúcar, que recai sob Divisão 10 do CNAE, quanto a produção de álcool, que é classificada na Divisão 19. Enquanto a classificação para outros fins dependerá da atividade principal da planta, para fins de cobrança, as plantas integradas devem sempre ser agrupadas nas indústrias de Divisão 19.

As atividades da Divisão 20 (Fabricação de produtos químicos) poderiam formar um grupo próprio caso fossem mais intensamente desenvolvidas com outorgas superficiais nos rios federais na Bacia do Rio Paranapanema, mas pela baixa incidência, são agregadas ao Grupo industrial 1.

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. A Tabela 138 apresenta a síntese dos grupos de cobrança.

Tabela 138: Grupos de Cobrança e atividades componentes.

Setor Usuário	Grupos de Cobrança	Atividades Componentes
Saneamento	Saneamento	Companhias de saneamento básico (abastecimento de água e esgotamento sanitário)
C. humano e Outros usos	Consumo humano e Outros Usos	Consumo humano e outros usos
Irrigação	Irrigação - Grupo 1	Grãos (feijão, milho, soja, sorgo, aveia, trigo, ‘rotação de grãos’, ‘cereais’); Pastagem (pasto, cobertura, alfafa, feno); Outras culturas temporárias não especificadas
	Irrigação - Grupo 2	Cana-de-açúcar
	Irrigação - Grupo 3	Citrus (laranja, limão); Café; Fruticultura (uva, banana, abacate, ameixa, amora, lichia, ‘frutas’, permanentes não especificadas); Hortícolas (batata, tomate, mandioca, hortaliças, ‘lavouras’); Outras culturas permanentes não especificadas
Criação Animal	Criação Animal - Grupo 1	Aquicultura
	Criação Animal - Grupo 2	Criação de bovinos, de aves e de suínos
Indústria	Indústria - Grupo 1	Atividades das Divisões 17, 19 e 20 (CNAE/IBGE 2.0), inclusive: Fabricação de papel e celulose; Fabricação de álcool; Fabricação de açúcar; Adubos, fertilizantes e químicos
	Indústria - Grupo 2	Atividades das Divisões 10 e 11 (CNAE/IBGE 2.0), inclusive: Fabricação de produtos alimentícios; Fabricação de bebidas; Fabricação de produtos da carne; Moagem e fécula; Fabricação de laticínios; Fabricação de óleos vegetais
	Indústria - Grupo 3	Demais indústrias, inclusive: Fabricação de cimento; Curtimento e preparação de couro; Confecção de peças do vestuário; Metalurgia
Extração Mineral	Mineração - Grupo 1	Extração de pedra, areia e argila
	Mineração - Grupo 2	Extração de outros minerais
Termoelétrica	Termoelétrica	Geração de energia termoelétrica

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

Além da apresentação detalhada dos resultados de saída do modelo econômico de otimização, que pormenoriza os preços para cada um dos 33 subsetores, também são apresentados resultados com base nos 13 grupos de cobrança. Por fim, os resultados também são agregados nos 6 setores usuários (saneamento, consumo humano e outros, agricultura, criação animal, indústria e mineração e termoelétrica). Estas diferentes agregações aumentam a compreensão dos resultados brutos do modelo econômico e facilitam a comparação entre cenários e abrangências.

10.1. Abrangência 1: Cobrança exclusiva Federal

A primeira abrangência modelada quanto aos preços otimizados de cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais da Bacia do Rio Paranapanema é exclusiva Federal, ou seja, apenas para as interferências de dominialidade da União. Uma vez que para essa abrangência foram utilizados três objetivos distintos de arrecadação (os cenários de cobrança referencial, mais ambicioso e menos ambicioso, conforme item 6.2), os resultados de cada qual são apresentados nos itens 10.1.1, 10.1.2 e 10.1.3, respectivamente.

A Tabela 139 apresenta os dados de entrada para a abrangência 1, agregados nos subsetores. Os valores zerados são aqueles que não são contemplados pela abrangência de análise (apenas interferências da União em rios de sua dominialidade) - são 515 outorgas no total, 475 delas sendo de lançamento e, dentre estas, 267 do subsetor de grãos (56% do total), agricultura irrigada.

Tabela 139: Insumos detalhados do modelo na abrangência 1.

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
saneamento	10.501.780	1.073.027	7	14	0,4208	0,9812
consu_outros	1.256.064	61.843	5	18	1,5235	0,9812
out_cul	1.428.416	-	5	-	0,0545	-
graos	232.622.912	-	267	-	0,1132	-
citrus	13.892.938	-	9	-	0,5487	-

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m ³ /a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
cana	6.204.008	-	9	-	0,1069	-
feijao	62.377.262	-	96	-	0,0700	-
cafe	11.945.737	-	11	-	0,2829	-
horta	20.709.771	-	15	-	0,3359	-
pasto	29.431.906	-	16	-	0,0880	-
fruta	1.192.491	-	4	-	0,7017	-
tilapia	37.956.000	432.858	2	2	0,3295	0,9812
gado	-	-	0	0	-	-
aves	-	-	0	0	-	-
suino	-	-	0	0	-	-
alcool	6.168.960	-	1	0	28,4197	-
acucar	-	-	0	0	-	-
cimento	-	-	0	0	-	-
ind_geral	-	-	0	0	-	-
papelcelulose	-	-	0	0	-	-
farinha	-	10.406	0	1	-	0,9812
oleos	-	-	0	0	-	-
carnes	1.395.000	671.413	1	4	0,7567	0,9812
metal	-	-	0	0	-	-
leite	-	-	0	0	-	-
bebidas	-	-	0	0	-	-
couro	-	-	0	0	-	-
quimicos	-	-	0	0	-	-
alimentos	-	405.000	0	1	-	0,9812
texteis	-	-	0	0	-	-
areia	5.868.492	-	26	0	0,0498	-
out_miner	308.880	-	1	0	1,4686	-
termeletrica	-	-	0	0	-	-

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

As duas tabelas abaixo apresentam os mesmos insumos ao modelo, porém agregados ao nível de grupo de cobrança (Tabela 140) e setor usuário (Tabela 141), permitindo leituras complementares à pormenorizada na Tabela 139. A disposição a

pagar agregada, tanto por setor quanto para o resultado geral, é assim compilada com base na média ponderada por volume ou por quantidade de carga orgânica lançada.

Tabela 140: Insumos por grupo de cobrança do modelo na abrangência 1.

Grupo de Cobrança	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	10.501.780	1.073.027	7	14	0,4208	0,9812
C. humano	1.256.064	61.843	5	18	1,5235	0,9812
Irrigação G1	325.860.496	-	384	0	0,1024	-
Irrigação G2	6.204.008	-	9	0	0,1069	-
Irrigação G3	47.740.937	-	39	0	0,3937	-
Criação A. G1	37.956.000	432.858	2	2	0,3295	0,9812
Criação A. G2	-	-	0	0	-	-
Indústria G1	6.168.960	-	1	0	28,4197	-
Indústria G2	1.395.000	1.086.819	1	6	0,7567	0,9812
Indústria G3	-	-	0	0	-	-
Mineração G1	5.868.492	-	26	0	0,0498	-
Mineração G2	308.880	-	1	0	1,4686	-
Termoelétrica	-	-	0	0	-	-
TOTAL	443.260.617	2.654.547	475	40	0,5612	0,9812

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

Tabela 141: Insumos agregados do modelo na abrangência 1.

Setor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	10.501.780	1.073.027	7	14	0,4208	0,9812
Consumo H. e outros	1.256.064	61.843	5	18	1,5235	0,9812
Agricultura	379.805.441	-	432	-	0,1391	-
Criação Animal	37.956.000	432.858	2	2	0,3295	0,9812
Indústria e Mineração	13.741.332	1.086.819	29	6	12,8897	0,9812
Termoelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL	443.260.617	2.654.547	475	40	0,5612	0,9812

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

10.1.1. Cenário Referencial

O cenário referencial apresenta um objetivo de arrecadação de R\$ 27,89 milhões, que é plenamente atingido, gerando um preço unitário básico de R\$ 0,059329 por m³ captado e de R\$ 0,589744 por kg de DBO lançada, mas com ampla diferenciação entre os setores. A fração da cobrança pelo lançamento representa 5,6% do total da arrecadação. Quanto à captura máxima da disposição a pagar, esta chega a 56,87% para captação e 70,57% para lançamento em setores específicos, com médias ponderadas de 10,57% e 60,11% respectivamente. A tabela abaixo traz os resultados detalhados do modelo econômico para cenário referencial da abrangência 1.

Tabela 142: Resultados detalhados do modelo na abrangência 1, cenário referencial.

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,177738	0,470788	1.866.571	505.168	42,24%	47,98%
consu_outros	0,251961	0,565121	316.479	34.949	16,54%	57,60%
out_cul	0,030996	-	44.276	-	56,87%	-
graos	0,028748	-	6.687.548	-	25,40%	-
citrus	0,102671	-	1.426.400	-	18,71%	-
cana	0,053560	-	332.284	-	50,08%	-
feijao	0,032589	-	2.032.826	-	46,55%	-
cafe	0,112604	-	1.345.141	-	39,81%	-
horta	0,124745	-	2.583.432	-	37,13%	-
pasto	0,032446	-	954.953	-	36,88%	-
fruta	0,232433	-	277.174	-	33,12%	-
tilapia	0,066655	0,658292	2.529.964	284.947	20,23%	67,09%
gado	-	-	-	-	-	-
aves	-	-	-	-	-	-
suino	-	-	-	-	-	-
alcool	0,891842	-	5.501.737	-	3,14%	-
acucar	-	-	-	-	-	-
cimento	-	-	-	-	-	-
ind_geral	-	-	-	-	-	-
papelcelulose	-	-	-	-	-	-

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
farinha	-	0,576361	-	5.998	-	58,74%
oleos	-	-	-	-	-	-
carnes	0,141884	0,676211	197.928	454.017	18,75%	68,92%
metal	-	-	-	-	-	-
leite	-	-	-	-	-	-
bebidas	-	-	-	-	-	-
couro	-	-	-	-	-	-
quimicos	-	-	-	-	-	-
alimentos	-	0,692408	-	280.425	-	70,57%
texteis	-	-	-	-	-	-
areia	0,017743	-	104.124	-	35,61%	-
out_miner	0,315127	-	97.336	-	21,46%	-
termeletrica	-	-	-	-	-	-

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

Tal como para os dados de insumo, as duas próximas tabelas apresentam os resultados do modelo agregados por grupo de cobrança (Tabela 143) e por setor usuário (Tabela 144), permitindo uma leitura complementar aos pormenorizados anteriormente para cada um dos 33 subsetores (Tabela 142). Nota-se que os setores sem subdivisões, como o saneamento e o consumo humano, trazem resultados sem alterações nas tabelas de resultados agregados.

Tabela 143: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 1, cenário referencial.

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,177738	0,470788	1.866.571	505.168	42,24%	47,98%
C. humano	0,251961	0,565121	316.479	34.949	16,54%	57,59%
Irrigação G1	0,029827	-	9.719.602	-	29,13%	-
Irrigação G2	0,053560	-	332.284	-	50,10%	-
Irrigação G3	0,117973	-	5.632.147	-	29,97%	-
Criação A. G1	0,066655	0,658292	2.529.964	284.947	20,23%	67,09%

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Criação A. G2	-	-	-	-	-	-
Indústria G1	0,891842	-	5.501.737	-	3,14%	-
Indústria G2	0,141884	0,681291	197.928	740.440	18,75%	69,44%
Indústria G3	-	-	-	-	-	-
Mineração G1	0,017743	-	104.124	-	35,61%	-
Mineração G2	0,315127	-	97.336	-	21,46%	-
Termoelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,059329	0,589744	26.298.172	1.565.504	10,57%	60,11%

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

Tabela 144: Resultados agregados do modelo na abrangência 1, cenário referencial.

Setor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,177738	0,470788	1.866.571	505.168	42,24%	47,98%
Consumo H. e outros	0,251961	0,565121	316.479	34.949	16,54%	57,60%
Agricultura	0,041295	-	15.684.033	-	29,70%	-
Criação Animal	0,066655	0,658292	2.529.964	284.947	20,23%	67,09%
Indústria e Mineração	0,429443	0,681291	5.901.125	740.440	3,33%	69,44%
Termoelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,059329	0,589744	26.298.172	1.565.504	10,57%	60,11%

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

Os resultados apresentados anteriormente são agregados para a Bacia do Rio Paranapanema a partir dos resultados discretizados ao nível de bacia nos quais cada interferência se encontra. Dessa forma, é possível apresentar as diferenciações resultantes entre as bacias, em termos de variação percentual para o preço público agregado (diferenciação de preços, na tabela abaixo). Também se torna possível observar a contribuição relativa de cada unidade, respeitando-se a alocação de interferências dentre as que estão na abrangência 1 (apenas nos rios de dominialidade da União).

Tabela 145: Resultados por bacia na abrangência 1, cenário referencial.

Bacia hidrográfica	Diferenciação de Preços (%)		Valor Arrecadado (R\$)	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Norte Pioneiro	-10,91%	-10,47%	1.705.470	90.333
Piraponema	115,79%	12,21%	10.485.837	248.218
Tibagi	-30,97%	-4,67%	457.681	18.991
Alto Paranapanema	-22,40%	-6,27%	9.163.149	465.396
Médio Paranapanema	-24,77%	-0,41%	2.752.308	91.564
Pontal do Paranapanema	-48,93%	2,52%	1.733.728	651.001

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

10.1.2. Cenário de Maior Intensidade

O objetivo arrecadatório do cenário de maior intensidade é R\$ 31,95 milhões anuais, resultando em um preço unitário de rateio de R\$ 0,0692/m³ para captação e de R\$ 0,4813/kgDBO para a carga orgânica lançada. A participação relativa do lançamento na arrecadação total é de 4,00%. A captura máxima da disposição a pagar em setores específicos chega a 52,98% para captação e 50,21% para lançamento, com médias ponderadas de 12,32% e 49,06% respectivamente.

Tabela 146: Resultados detalhados do modelo na abrangência 1, cenário de maior intensidade.

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,162778	0,389355	1.709.459	417.788	38,68%	39,68%
consu_outros	0,115114	0,563597	144.591	34.855	7,56%	57,44%
out_cul	0,027202	-	38.855	-	49,91%	-
graos	0,033895	-	7.884.642	-	29,95%	-
citrus	0,127824	-	1.775.858	-	23,30%	-
cana	0,051722	-	320.881	-	48,36%	-
feijao	0,037090	-	2.313.562	-	52,98%	-
cafe	0,125360	-	1.497.520	-	44,32%	-
horta	0,144275	-	2.987.901	-	42,95%	-
pasto	0,035957	-	1.058.282	-	40,87%	-
fruta	0,221347	-	263.954	-	31,54%	-
tilapia	0,082891	0,544049	3.146.215	235.496	25,15%	55,45%

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
gado	-	-	-	-	-	-
aves	-	-	-	-	-	-
suino	-	-	-	-	-	-
alcool	1,152446	-	7.109.396	0	4,06%	-
acucar	-	-	-	-	-	-
cimento	-	-	-	-	-	-
ind_geral	-	-	-	-	-	-
papelcelulose	-	-	-	-	-	-
farinha	-	0,571148	-	5.943	-	58,21%
oleos	-	-	-	-	-	-
carnes	0,143853	0,537898	200.675	361.152	19,01%	54,82%
metal	-	-	-	-	-	-
leite	-	-	-	-	-	-
bebidas	-	-	-	-	-	-
couro	-	-	-	-	-	-
quimicos	-	-	-	-	-	-
alimentos	-	0,549445	-	222.525	-	56,00%
texteis	-	-	-	-	-	-
areia	0,017796	-	104.439	-	35,72%	-
out_miner	0,317678	-	98.124	-	21,63%	-
termeletrica	-	-	-	-	-	-

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

As tabelas abaixo apresentam os resultados do modelo agregados por grupo de cobrança (Tabela 147) e por grupo de setor usuário (Tabela 148), permitindo uma leitura complementar aos resultados discretizados nos 33 subsetores.

Tabela 147: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 1, cenário de maior intensidade.

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,162778	0,389355	1.709.459	417.788	38,68%	39,68%
C. humano	0,115114	0,563597	144.591	34.855	7,56%	57,44%

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Irrigação G1	0,034663	-	11.295.341	-	33,85%	-
Irrigação G2	0,051722	-	320.881	-	48,38%	-
Irrigação G3	0,136680	-	6.525.233	-	34,72%	-
Criação A. G1	0,082891	0,544049	3.146.215	235.496	25,15%	55,45%
Criação A. G2	-	-	-	-	-	-
Indústria G1	1,152446	-	7.109.396	-	4,06%	-
Indústria G2	0,143853	0,542519	200.675	589.620	19,01%	55,29%
Indústria G3	-	-	-	-	-	-
Mineração G1	0,017796	-	104.439	-	35,72%	-
Mineração G2	0,317678	-	98.124	-	21,63%	-
Termoelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,069157	0,481347	30.654.354	1.277.759	12,32%	49,06%

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

Tabela 148: Resultados agregados do modelo na abrangência 1, cenário de maior intensidade.

Setor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,162778	0,389355	1.709.459	417.788	38,68%	39,68%
Consumo H. e outros	0,115114	0,563597	144.591	34.855	7,56%	57,44%
Agricultura	0,047765	-	18.141.456	-	34,35%	-
Criação Animal	0,082891	0,544049	3.146.215	235.496	25,15%	55,45%
Indústria e Mineração	0,546718	0,542519	7.512.634	589.620	4,24%	55,29%
Termoelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,069157	0,481347	30.654.354	1.277.759	12,32%	49,06%

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

A tabela abaixo apresenta as diferenciações resultantes, em termos de variação percentual para o preço público agregado, para cada bacia afluente componente da Bacia do Rio Paranapanema. Também se torna possível observar a contribuição relativa de cada unidade, respeitando-se as interferências da abrangência 1.

Tabela 149: Resultados por bacia na abrangência 1, cenário de maior intensidade.

Bacia hidrográfica	Diferenciação de Preços (%)		Valor Arrecadado (R\$)	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Norte Pioneiro	-17,09%	0,69%	1.850.071	82.921
Piraponema	131,36%	12,62%	13.105.036	203.335
Tibagi	-34,53%	16,34%	506.017	18.917
Alto Paranapanema	-26,79%	-11,53%	10.076.746	358.541
Médio Paranapanema	-26,86%	15,33%	3.119.217	86.545
Pontal do Paranapanema	-49,53%	1,77%	1.997.267	527.500

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

10.1.3. Cenário de Menor Intensidade

O objetivo de arrecadação anual do cenário de menor intensidade é de R\$ 19,97 milhões anuais, resultando em um preço unitário de rateio de R\$ 0,0415/m³ para captação e de R\$ 0,5870/kgDBO para lançamento de carga orgânica. A participação relativa do lançamento na arrecadação total é de 7,80%. A captura máxima da disposição a pagar em setores específicos chega a 48,88% para captação e 71,80% para lançamento, com médias ponderadas de 7,40% e 59,83% respectivamente.

Tabela 150: Resultados detalhados do modelo na abrangência 1, cenário de menor intensidade.

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,126585	0,448930	1.329.372	481.714	30,08%	45,75%
consu_outros	0,205063	0,562955	257.573	34.815	13,46%	57,38%
out_cul	0,026637	-	38.049	-	48,88%	-
graos	0,021459	-	4.991.955	-	18,96%	-
citrus	0,061678	-	856.894	-	11,24%	-
cana	0,049706	-	308.378	-	46,48%	-
feijao	0,025951	-	1.618.734	-	37,07%	-
cafe	0,085911	-	1.026.270	-	30,37%	-
horta	0,090039	-	1.864.691	-	26,80%	-
pasto	0,027354	-	805.069	-	31,09%	-
fruta	0,178390	-	212.728	-	25,42%	-
tilapia	0,045595	0,667643	1.730.604	288.995	13,84%	68,04%

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
gado	-	-	-	-	-	-
aves	-	-	-	-	-	-
suino	-	-	-	-	-	-
alcool	0,482912	-	2.979.062	-	1,70%	-
acucar	-	-	-	-	-	-
cimento	-	-	-	-	-	-
ind_geral	-	-	-	-	-	-
papelcelulose	-	-	-	-	-	-
farinha	-	0,576795	-	6.002	-	58,79%
oleos	-	-	-	-	-	-
carnes	0,137096	0,687232	191.249	461.416	18,12%	70,04%
metal	-	-	-	-	-	-
leite	-	-	-	-	-	-
bebidas	-	-	-	-	-	-
couro	-	-	-	-	-	-
quimicos	-	-	-	-	-	-
alimentos	-	0,704522	-	285.332	-	71,80%
texteis	-	-	-	-	-	-
areia	0,017643	-	103.538	-	35,41%	-
out_miner	0,309088	-	95.471	-	21,05%	-
termeletrica	-	-	-	-	-	-

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

As tabelas abaixo apresentam os resultados agregados do modelo, tanto por grupo de cobrança quanto por setor usuário.

Tabela 151: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 1, cenário de menor intensidade.

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,126585	0,448930	1.329.372	481.714	30,08%	45,75%
C. humano	0,205063	0,562955	257.573	34.815	13,46%	57,37%
Irrigação G1	0,022874	-	7.453.806	-	22,34%	-

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Irrigação G2	0,049706	-	308.378	-	46,50%	-
Irrigação G3	0,082960	-	3.960.582	-	21,07%	-
Criação A. G1	0,045595	0,667643	1.730.604	288.995	13,84%	68,04%
Criação A. G2	-	-	-	-	-	-
Indústria G1	0,482912	-	2.979.062	-	1,70%	-
Indústria G2	0,137096	0,692618	191.249	752.750	18,12%	70,59%
Indústria G3	-	-	-	-	-	-
Mineração G1	0,017643	-	103.538	-	35,41%	-
Mineração G2	0,309088	-	95.471	-	21,05%	-
Termoelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,041532	0,587021	18.409.635	1.558.274	7,40%	59,83%

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

Tabela 152: Resultados agregados do modelo na abrangência 1, cenário de menor intensidade.

Setor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,126585	0,448930	1.329.372	481.714	30,08%	45,75%
Consumo H. e outros	0,205063	0,562955	257.573	34.815	13,46%	57,38%
Agricultura	0,030865	-	11.722.766	-	22,20%	-
Criação Animal	0,045595	0,667643	1.730.604	288.995	13,84%	68,04%
Indústria e Mineração	0,245196	0,692618	3.369.320	752.750	1,90%	70,59%
Termoelétrica	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,041532	0,587021	18.409.635	1.558.274	7,40%	59,83%

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

Por fim, a tabela abaixo apresenta as diferenciações resultantes, em termos de variação percentual para o preço público agregado, para cada bacia afluente. Também se torna possível observar a contribuição relativa de cada unidade, respeitando-se a quantidade e alocação das interferências na abrangência 1 (rios de domínio da União).

Tabela 153: Resultados por bacia na abrangência 1, cenário de menor intensidade.

Bacia hidrográfica	Diferenciação de Preços (%)		Valor Arrecadado (R\$)	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Norte Pioneiro	-6,58%	-12,08%	1.251.976	88.300
Piraponema	90,11%	14,33%	6.467.090	251.751
Tibagi	-16,65%	-4,73%	386.895	18.891
Alto Paranapanema	-17,74%	-7,38%	6.799.835	457.750
Médio Paranapanema	-17,71%	0,20%	2.107.580	91.696
Pontal do Paranapanema	-41,24%	2,82%	1.396.259	649.886

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

10.2. Abrangência 2: Cobrança única na bacia

A segunda abrangência modelada quanto aos preços otimizados de cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais da Bacia do Rio Paranapanema corresponde à uma cobrança única, integrada para todas as três dominialidades das águas do rio Paranapanema. Dessa forma, os dados de entrada abrangem a totalidade das interferências outorgadas, nas três esferas.

Embora o objetivo finalístico do presente estudo seja o de propor mecanismos para o estabelecimento da cobrança no âmbito federal da Bacia do Rio Paranapanema, esta abrangência 2 se apresenta como a ideal para fins de simulação dos preços públicos otimizados sob o racional de otimização concomitante dos três objetivos de cobrança, pois reflete o conjunto mais amplo possível de atividades econômicas e de relações relativas de eficiência do uso da água. Por esse motivo, os resultados aqui apresentados são retomados no item 10.6, conformando subsídios para a proposição da cobrança exclusiva de âmbito federal (capítulos 11, 12 e 13) e a eventual inclusão da cobrança pelo uso de águas subterrâneas.

A Tabela 154 apresenta os dados de entrada para a abrangência 2, agregados em cada um dos 33 subsetores. Nota-se que todos os campos (de captação) são preenchidos, dada a ampla abrangência de análise - são 4.335 outorgas no total, sendo 3.608 de captação e 727 de lançamento. Embora a atividade de agricultura irrigada

permaneça como a de maior relevância, tanto em termos de volume captado quanto de quantidade de interferências, a abrangência 2 apresenta uma distribuição relativamente mais homogênea.

Tabela 154: Insumos detalhados do modelo na abrangência 2.

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

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m ³ /a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
alimentos	180.259	638.447	3	11	13,9597	0,9812
texteis	60.398	944	2	4	0,0689	0,9799
areia	46.889.386	21.157	60	30	0,0498	1,3913
out_miner	11.376.081	-	21	0	0,2744	-
termeletrica	117.741.600	-	2	2	0,0201	-

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

As tabelas abaixo apresentam os mesmos insumos ao modelo que a Tabela 154, porém agregados ao nível de grupo de cobrança (Tabela 155) e de setor usuário (Tabela 156). Observa-se ainda que as duas interferências de termoelétrica têm volumes de lançamento associado, mas não carga orgânica.

Tabela 155: Insumos por grupo de cobrança do modelo na abrangência 2.

Grupo de Cobrança	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m ³ /a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	474.963.895	10.806.267	223	104	0,4208	0,9812
C. humano	48.738.741	2.775.523	116	328	1,5235	0,9812
Irrigação G1	1.608.625.958	-	2.059	0	0,1295	-
Irrigação G2	270.805.071	-	102	0	0,0785	-
Irrigação G3	626.181.484	-	720	0	0,3042	-
Criação A. G1	62.866.240	643.546	70	41	0,3295	0,9812
Criação A. G2	9.053.606	257.996	45	16	7,0547	0,9812
Indústria G1	221.888.698	5.774.779	66	23	8,3663	0,9812
Indústria G2	55.100.015	3.455.142	104	146	16,7544	0,9812
Indústria G3	12.538.548	508.738	20	37	15,5992	0,9812
Mineração G1	46.889.386	21.157	60	30	0,0498	0,9812
Mineração G2	11.376.081	-	21	0	0,2744	-
Termoelétrica	117.741.600	-	2	2	0,0201	-
TOTAL	3.566.769.323	24.243.148	3.608	727	1,0547	0,9812

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

Tabela 156: Insumos agregados do modelo na abrangência 2.

Setor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m ³ /a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	474.963.895	10.806.267	223	104	0,4208	0,9812
Consumo H. e outros	48.738.741	2.775.523	116	328	1,5235	0,9812
Agricultura	2.505.612.513	-	2.881	-	0,1677	-
Criação Animal	71.919.846	901.542	115	57	1,1761	0,9812
Indústria e Mineração	347.792.728	9.759.816	271	236	8,5701	0,9821
Termoelétrica	117.741.600	-	2	2	0,0201	-
TOTAL	3.566.769.323	24.243.148	3.608	727	1,0547	0,9812

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

A DAP agregada, tanto por setor quanto para o resultado geral, é assim compilada com base na média ponderada por volume ou carga. Nota-se que os setores apresentam disposições a pagar distintas, dados de entrada que resultam em modificações na alocação dos preços públicos resultantes. Retoma-se que estes insumos apresentados na Tabela 156 são apenas alguns dos requeridos pelo modelo, conforme detalhado no Capítulo 8 e no Capítulo 9.

Os resultados para a abrangência 2 são apresentados apenas para o cenário referencial, notando-se que a meta de arrecadação é elevada ao contemplar as demandas financeiras do PIRH-Paranapanema somadas as demandas financeiras das seis bacias afluentes, conforme levantamento apresentado no item 3.4.2. O objetivo de arrecadação anual total é de R\$ 49,85 milhões, e é plenamente satisfeito pela distribuição dos preços públicos unitários resultantes. A tabela abaixo traz os resultados detalhados do modelo econômico.

Tabela 157: Resultados detalhados do modelo na abrangência 2, cenário referencial.

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

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

Tal como para os dados de insumo, as tabelas abaixo apresentam os resultados agregados do modelo por grupo de cobrança (Tabela 158) e por setor usuário (Tabela 159), fornecendo uma leitura complementar aos resultados pormenorizados para cada um dos 33 subsetores (Tabela 157).

Tabela 158: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 2, cen. referencial.

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,011923	0,235519	5.662.967	2.545.085	2,83%	24,00%
C. humano	0,019266	0,255184	938.980	708.269	1,26%	26,01%
Irrigação G1	0,010959	-	17.628.720	-	8,46%	-
Irrigação G2	0,011202	-	3.033.451	-	14,27%	-
Irrigação G3	0,011908	-	7.456.271	-	3,91%	-
Criação A. G1	0,016648	0,384660	1.046.621	247.546	5,05%	39,20%
Criação A. G2	0,044430	0,447845	402.249	115.542	0,63%	45,64%
Indústria G1	0,013996	0,246754	3.105.501	1.424.951	0,17%	25,15%
Indústria G2	0,026370	0,355034	1.452.965	1.226.691	0,16%	36,18%
Indústria G3	0,034348	0,456944	430.672	232.465	0,22%	46,57%
Mineração G1	0,012773	0,555221	598.941	11.747	25,64%	39,91%
Mineração G2	0,024526	-	279.015	-	8,94%	-
Termoelétrica	0,010887	-	1.281.890	-	54,20%	-
TOTAL	0,012145	0,268624	43.318.245	6.512.297	1,15%	27,37%

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

Tabela 159: Resultados agregados do modelo na abrangência 2, cenário referencial.

Setor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,011923	0,235519	5.662.967	2.545.085	2,83%	24,00%
Consumo H. e outros	0,019266	0,255184	938.980	708.269	1,26%	26,01%
Agricultura	0,011222	-	28.118.442	-	6,69%	-
Criação Animal	0,020146	0,402742	1.448.871	363.089	1,71%	41,05%
Indústria e Mineração	0,016870	0,296712	5.867.094	2.895.854	0,20%	30,21%
Termoelétrica	0,010887	-	1.281.890	-	54,20%	-

TOTAL	0,012145	0,268624	43.318.245	6.512.297	1,15%	27,37%
--------------	-----------------	-----------------	-------------------	------------------	--------------	---------------

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

Nota-se, por exemplo, que a captura da disposição a pagar é bastante reduzida em praticamente todos os setores, tanto para captação quanto para lançamento - decorrência direta da maior base de usuários que perfazem o rateio das demandas financeiras, mesmo que estas também sejam maiores. Os valores arrecadados atingem plenamente a meta de arrecadação, gerando um preço unitário básico de R\$ 0,012145 por m³ captado e de R\$ 0,268624 por kg de DBO lançada, mas com ampla diferenciação entre os setores. A fração da cobrança pelo lançamento representa 13,1% do total.

A Tabela 160 apresenta as diferenciações resultantes, em termos de variação percentual para o preço público agregado, para cada bacia afluente. Também se torna possível observar a contribuição relativa de cada unidade, respeitando-se as interferências da abrangência 2. Esta é a abrangência que apresenta as menores diferenciações entre bacias, haja vista a consideração de uma quantidade maior de usuários. Estes resultados são posteriormente utilizados para embasar a proposta de diferenciação dos preços públicos de cobrança quando as interferências se localizarem em um local crítico - devidamente identificado por estudos de base técnica e referendados pelo CBH-Paranapanema.

Tabela 160: Resultados por bacia na abrangência 2, cenário referencial.

Bacia hidrográfica	Diferenciação de Preços (%)		Valor Arrecadado (R\$)	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Norte Pioneiro	43,76%	14,83%	1.874.243	533.178
Piraponema	16,35%	8,80%	3.775.072	572.027
Tibagi	6,39%	-16,54%	4.642.066	1.959.686
Alto Paranapanema	-5,83%	1,33%	16.428.983	1.719.351
Médio Paranapanema	-5,37%	18,21%	13.270.177	883.922
Pontal do Paranapanema	13,26%	15,72%	3.327.703	844.132

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

A diferenciação das bacias resultante da aplicação do modelo apresenta um aumento relativo de 44% para a captação no Norte Pioneiro, além de um preço superior de 15% para o lançamento. Essa diferença reflete o valor médio ponderado das interferências dessa bacia em relação ao preço unitário básico da abrangência 2, e é retomada quando da proposição dos mecanismos de cobrança, conforme Capítulo 11, especificamente no item 11.6.

10.3. Abrangência 3: Cobrança conjunta Federal e Paranaense

A terceira abrangência modelada quanto aos preços otimizados de cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais da Bacia do Rio Paranapanema corresponde à uma cobrança conjunta entre as dominialidades das águas da União e da vertente paranaense do rio Paranapanema. Consideram-se, portanto, as interferências emitidas pela União e pelo estado do Paraná, bem como as demandas financeiras do PIRH-Paranapanema e dos três afluentes paranaenses.

A tabela abaixo apresenta os dados de entrada para a abrangência 3, agregados nos 33 subsetores de atividades e usos. Nota-se que quase todos os campos (de captação) são preenchidos, dada a ampliação da base de interferências para 1.140. Embora elevada, essa quantidade representa apenas 26% do total, o que ressalta o papel preponderante da vertente paulista em termos de usos e usuários.

Tabela 161: Insumos detalhados do modelo na abrangência 3.

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m ³ /a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
saneamento	299.222.146	7.236.213	108	74	0,4208	0,9812
consu_outros	19.773.314	65.695	51	19	1,5235	0,9812
out_cul	6.967.151	-	9	0	0,0375	-
graos	298.832.303	-	347	0	0,1795	-
citrus	24.879.189	-	20	0	1,7622	-
cana	38.753.863	-	62	0	0,0374	-
feijao	62.665.247	-	99	0	0,0699	-

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

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

As tabelas abaixo apresentam os mesmos insumos que a Tabela 161 (acima), porém agregados ao nível de grupo de cobrança (Tabela 162) e de setor usuário (Tabela 163). A disposição a pagar agregada, tanto por setor quanto para o resultado geral, é assim compilada com base na média ponderada por volume ou carga.

Tabela 162: Insumos por grupo de cobrança do modelo na abrangência 3.

Grupo de Cobrança	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	299.222.146	7.236.213	108	74	0,4208	0,9812
C. humano	19.773.314	65.695	51	19	1,5235	0,9812
Irrigação G1	399.842.787	-	474	0	0,1529	-
Irrigação G2	38.753.863	-	62	0	0,0374	-
Irrigação G3	77.949.341	-	97	0	0,7974	-
Criação A. G1	43.867.982	432.858	29	2	0,3295	0,9812
Criação A. G2	2.297.081	7.189	21	4	15,6886	0,9811
Indústria G1	145.455.628	4.177.803	25	15	4,1372	0,9812
Indústria G2	15.857.943	2.458.664	15	68	17,9361	0,9812
Indústria G3	823.743	123.391	5	11	1,1260	0,9812
Mineração G1	5.928.932	-	28	0	0,0498	-
Mineração G2	684.060	-	4	0	1,1390	-
Termoelétrica	1.209.600	-	1	1	0,4888	-
TOTAL	1.051.666.420	14.501.813	920	194	1,1601	0,9812

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

Tabela 163: Insumos agregados do modelo na abrangência 3.

Setor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	299.222.146	7.236.213	108	74	0,4208	0,9812
Consumo H. e outros	19.773.314	65.695	51	19	1,5235	0,9812
Agricultura	516.545.991	-	633	0	0,2415	-
Criação Animal	46.165.063	440.047	50	6	1,0938	0,9812
Indústria e Mineração	168.750.306	6.759.858	77	94	5,2634	0,9812
Termoelétrica	1.209.600	-	1	1	0,4888	-
TOTAL	1.051.666.420	14.501.813	920	194	1,1601	0,9812

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

Os resultados para a abrangência 3 são apresentados apenas para o cenário referencial, e a tabela abaixo traz os valores detalhados pelo modelo econômico.

Tabela 164: Resultados detalhados do modelo na abrangência 3, cenário referencial.

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

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

Tal como para os dados de insumo, as tabelas abaixo apresentam os resultados agregados por grupo de cobrança e por setor usuário para a abrangência 3. Nota-se que o objetivo de arrecadação, de R\$ 40,93 milhões, é plenamente satisfeito pela distribuição dos preços públicos unitários resultantes. Essa meta contempla as demandas financeiras do PIRH-Paranapanema e das três bacias afluentes paranaenses. Evidente, no entanto, que o rateio das demandas financeiras da calha entre a base de usuários da União e do Paraná não espelha o ideal em termos de justiça distributiva do financiamento do PIRH-Paranapanema. Como demonstra a abrangência 4 (próximo item, 10.4), caso o rateio das demandas das bacias afluentes seja realizado individualmente por cada estado (como ocorre na vertente paulista), o preço unitário base para as interferências paranaenses é de R\$ 0,016338 por m³ captado e de R\$ 0,261377 por kg de DBO lançada.

Já no caso desta abrangência 3, na qual as interferências paranaenses compartilham do rateio das demandas do PIRH-Paranapanema para além de suas próprias, o preço unitário básico sobe para R\$ 0,034194 por m³ captado (2,09 vezes mais) e para R\$ 0,341860 por kg de DBO lançada (1,31 vezes mais). Nessa abrangência 3, a fração da cobrança pelo lançamento representa 12,1% do total.

Tabela 165: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 3, cen. referencial.

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,024423	0,230457	7.307.837	1.667.637	5,80%	23,49%
C. humano	0,035997	0,256161	711.771	16.828	2,36%	26,11%
Irrigação G1	0,023552	-	9.417.035	-	15,40%	-
Irrigação G2	0,017134	-	664.014	-	45,81%	-
Irrigação G3	0,048316	-	3.766.163	-	6,06%	-
Criação A. G1	0,043252	0,495361	1.897.364	214.421	13,12%	50,49%
Criação A. G2	0,105129	0,539815	241.489	3.881	0,67%	55,02%
Indústria G1	0,068368	0,432016	9.944.536	1.804.880	1,65%	44,03%
Indústria G2	0,105083	0,481861	1.666.393	1.184.735	0,59%	49,11%

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Indústria G3	0,123502	0,528428	101.734	65.203	10,97%	53,86%
Mineração G1	0,017833	-	105.732	-	35,79%	-
Mineração G2	0,126251	-	86.363	-	11,08%	-
Termoelétrica	0,041852	-	50.625	-	8,56%	-
TOTAL	0,034194	0,341860	35.961.057	4.957.585	2,95%	34,84%

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

Tabela 166: Resultados agregados do modelo na abrangência 3, cenário referencial.

Setor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,024423	0,230457	7.307.837	1.667.637	5,80%	23,49%
Consumo H. e outros	0,035997	0,256161	711.771	16.828	2,36%	26,11%
Agricultura	0,026807	-	13.847.213	-	11,10%	-
Criação Animal	0,046331	0,496087	2.138.853	218.302	4,24%	50,56%
Indústria e Mineração	0,070547	0,451906	11.904.758	3.054.818	1,34%	46,06%
Termoelétrica	0,041852	-	50.625	-	8,56%	-
TOTAL	0,034194	0,341860	35.961.057	4.957.585	2,95%	34,84%

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

A tabela abaixo apresenta as diferenciações resultantes, em termos de variação percentual para o preço público agregado, para cada bacia. Também se torna possível observar a contribuição relativa de cada unidade, respeitando-se a abrangência 3. A cobrança obtida nas bacias paulistas é exclusivamente oriunda das interferências de dominialidade da União ali inseridas.

Tabela 167: Resultados por bacia na abrangência 3, cenário referencial.

Bacia hidrográfica	Diferenciação de Preços (%)		Valor Arrecadado (R\$)	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Norte Pioneiro	43,65%	-3,23%	5.272.781	571.820
Piraponema	5,87%	-2,56%	9.671.057	651.931

Bacia hidrográfica	Diferenciação de Preços (%)		Valor Arrecadado (R\$)	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Tibagi	6,70%	-1,74%	13.107.953	2.936.429
Alto Paranapanema	-28,87%	3,09%	4.841.125	296.696
Médio Paranapanema	-17,55%	24,56%	1.738.511	66.385
Pontal do Paranapanema	-32,04%	17,99%	1.329.631	434.325

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

10.4. Abrangência 4: Cobrança exclusiva Paranaense

A quarta e última abrangência modelada quanto aos preços otimizados de cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais da Bacia do Rio Paranapanema corresponde à uma cobrança exclusiva na vertente paranaense do rio Paranapanema, ou seja, nos afluentes Norte Pioneiro, Piraponema e Tibagi. Consideram-se, portanto, apenas as interferências emitidas pelo estado do Paraná, bem como o financiamento exclusivo dos planos estaduais de bacia (cuja demanda financeira foi estimada no item 3.4.2). A tabela abaixo apresenta os dados de entrada para a abrangência 4, agregados nos subsetores. Nessa abrangência de análise, são 599 outorgas no total.

Tabela 168: Insumos detalhados do modelo na abrangência 4.

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m ³ /a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
saneamento	288.720.366	6.163.186	101	60	0,4208	0,9812
consu_outros	18.517.250	3.852	46	1	1,5235	0,9813
out_cul	5.538.735	-	4	0	0,0331	-
graos	66.209.391	-	80	0	0,4126	-
citrus	10.986.251	-	11	0	3,2969	-
cana	32.549.855	-	53	0	0,0242	-
feijao	287.985	-	3	0	0,0404	-
cafe	11.541.234	-	7	0	0,1882	-
horta	7.014.246	-	36	0	0,3888	-
pasto	1.946.180	-	3	0	0,1387	-
fruta	666.673	-	4	0	3,3597	-
tilapia	5.911.982	-	27	0	0,3295	-

Subsetor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m ³ /a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
gado	133.865	4.507	6	1	5,0478	0,9811
aves	2.034.693	2.682	6	3	16,9673	0,9810
suíno	128.523	-	9	0	6,5274	-
alcool	8.705.250	-	4	1	28,4197	-
acucar	31.610.640	-	8	0	0,7944	-
cimento	-	-	0	0	-	-
ind_geral	75.971	95.006	2	5	4,9156	0,9812
papelcelulose	93.943.214	3.881.212	7	8	1,4709	0,9812
farinha	204.400	128.302	1	3	29,6617	0,9812
oleos	1.095.000	6.570	2	1	0,3795	0,9811
carnes	3.468.960	414.197	4	39	0,7992	0,9812
metal	-	2.278	0	2	-	0,9811
leite	905.200	26.753	3	4	134,9429	0,9812
bebidas	8.781.024	733.490	3	10	17,3001	0,9812
couro	730.274	25.546	2	1	0,7580	0,9812
quimicos	5.027.564	296.591	5	6	3,1342	0,9812
alimentos	8.359	62.533	1	5	7,1511	0,9812
texteis	17.498	561	1	3	0,0030	0,9804
areia	60.440	-	2	0	0,0498	-
out_miner	375.180	-	3	0	0,8676	-
termeletrica	1.209.600	-	1	1	0,4888	-

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

A tabela abaixo apresenta os mesmos insumos ao modelo, porém agregados ao nível de grupo de cobrança (Tabela 169) e de setor usuário (Tabela 170), permitindo uma leitura complementar à pormenorizada na Tabela 168. A disposição a pagar agregada, tanto por setor quanto para o resultado geral, é assim compilada com base na média ponderada por volume ou carga.

Tabela 169: Insumos por grupo de cobrança do modelo na abrangência 4.

Grupo de Cobrança	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	288.720.366	6.163.186	101	60	0,4208	0,9812
C. humano	18.517.250	3.852	46	1	1,5235	0,9813
Irrigação G1	73.982.291	0	90	0	0,3756	
Irrigação G2	32.549.855	0	53	0	0,0242	-
Irrigação G3	30.208.404	0	58	0	1,4353	-
Criação A. G1	5.911.982	0	27	0	0,3295	-
Criação A. G2	2.297.081	7.189	21	4	15,6886	0,9811
Indústria G1	139.286.668	4.177.803	24	15	3,0617	0,9812
Indústria G2	14.462.943	1.371.845	14	62	19,5931	0,9812
Indústria G3	823.743	123.391	5	11	1,1260	0,9812
Mineração G1	60.440	0	2	0	0,0498	-
Mineração G2	375.180	0	3	0	0,8676	-
Termoelétrica	1.209.600	0	1	1	0,4888	-
TOTAL	608.405.803	11.847.266	445	154	1,5965	0,9812

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

Tabela 170: Insumos agregados do modelo na abrangência 4.

Setor	Base de Cobrança		Qtd. de Interferências		Disposição a Pagar	
	Captação (m³/a)	Lançamento (t/a)	Captação (#)	Lançamento (#)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Saneamento	288.720.366	6.163.186	101	60	0,4208	0,9812
Consumo H. e outros	18.517.250	3.852	46	1	1,5235	0,9813
Agricultura	136.740.550	-	201	0	0,5260	-
Criação Animal	8.209.063	7.189	48	4	4,6273	0,9811
Indústria e Mineração	155.008.974	5.673.039	48	88	4,5874	0,9812
Termoelétrica	1.209.600	-	1	1	0,4888	-
TOTAL	608.405.803	11.847.266	445	154	1,5965	0,9812

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

Os resultados para a abrangência 4 são apresentados apenas para o cenário referencial, notando-se que a meta de arrecadação contempla apenas as demandas financeiras das três bacias afluentes paranaenses. O objetivo de arrecadação é de R\$

13,04 milhões, e é plenamente satisfeito pela distribuição dos preços públicos unitários resultantes. A tabela abaixo traz os resultados detalhados do modelo econômico, que serve de insumo para as discussões estaduais acerca da implantação da cobrança.

Tabela 171: Resultados detalhados do modelo na abrangência 4, cenário referencial.

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

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
alimentos	0,258154	0,547597	2.158	34.243	3,61%	55,81%
texteis	0,022202	0,572735	388	321	732,99%	58,42%
areia	0,017903	-	1.082	-	35,94%	-
out_miner	0,092267	-	34.617	-	10,63%	-
termeletrica	0,058944	-	71.299	-	12,06%	-

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

Tal como para os dados de insumo, as tabelas abaixo apresentam os resultados agregados do modelo por grupo de cobrança e por setores, permitindo uma leitura complementar aos pormenorizados. Dada a distribuição de preços públicos de captação e de lançamento realizada pelo modelo, considerando toda a complexidade dos dados de entrada pormenorizados no Capítulo 9, tem-se preços unitários básicos de R\$ 0,016338 por m³ captado e de R\$ 0,261377 por kg de DBO lançada. A fração da cobrança pelo lançamento representa 23,8% do total, o que representa a maior participação do lançamento dentre todas as simulações realizadas. Essa participação elevada reflete diretamente os dados de entrada, pelos quais se nota uma maior participação relativa das interferências de lançamento (35% nessa abrangência, comparado com 20% na abrangência 2), bem como uma quantidade relativamente maior de carga orgânica resultante (2,86 vezes maior nessa abrangência, comparado com a abrangência 2).

Tabela 172: Resultados por grupo de cobrança do modelo na abrangência 4, cen. referencial.

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,011415	0,235312	3.295.728	1.450.269	2,71%	23,98%
C. humano	0,025495	0,570157	472.106	2.196	1,67%	58,10%
Irrigação G1	0,012858	-	951.230	-	3,42%	-
Irrigação G2	0,012990	-	422.820	-	53,68%	-
Irrigação G3	0,019873	-	600.342	-	1,38%	-

Grupo de Cobrança	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Criação A. G1	0,047567	-	281.214	-	14,43%	-
Criação A. G2	0,072208	0,570560	165.869	4.102	0,46%	58,16%
Indústria G1	0,021285	0,249776	2.964.744	1.043.516	0,70%	25,46%
Indústria G2	0,041747	0,387217	603.783	531.202	0,21%	39,46%
Indústria G3	0,091385	0,529362	75.278	65.319	8,12%	53,95%
Mineração G1	0,017903	-	1.082	-	35,94%	-
Mineração G2	0,092267	-	34.617	-	10,63%	-
Termoelétrica	0,058944	-	71.299	-	12,06%	-
TOTAL	0,016338	0,261377	9.940.112	3.096.604	1,02%	26,64%

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

Tabela 173: Resultados agregados do modelo na abrangência 4, cenário referencial.

Setor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
Saneamento	0,011415	0,235312	3.295.728	1.450.269	2,71%	23,98%
Consumo H. e outros	0,025495	0,570157	472.106	2.196	1,67%	58,10%
Agricultura	0,014439	-	1.974.392	-	2,74%	-
Criação Animal	0,054462	0,570560	447.082	4.102	1,18%	58,16%
Indústria e Mineração	0,023737	0,289093	3.679.504	1.640.036	0,52%	29,46%
Termoelétrica	0,058944	-	71.299	-	12,06%	-
TOTAL	0,016338	0,261377	9.940.112	3.096.604	1,02%	26,64%

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

A tabela abaixo apresenta as diferenciações resultantes, em termos de variação percentual para o preço público agregado, respeitando-se a abrangência 4 que é exclusivamente oriunda das interferências de dominialidade paranaense.

Tabela 174: Resultados por bacia na abrangência 4, cenário referencial.

Bacia hidrográfica	Diferenciação de Preços (%)		Valor Arrecadado (R\$)	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Norte Pioneiro	33,96%	29,86%	1.643.213	528.606
Piraponema	-4,08%	19,83%	2.902.974	495.514

Bacia hidrográfica	Diferenciação de Preços (%)		Valor Arrecadado (R\$)	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
Tibagi	-5,15%	-8,94%	5.393.925	2.072.483
Alto Paranapanema	-	-	-	-
Médio Paranapanema	-	-	-	-
Pontal do Paranapanema	-	-	-	-

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

10.5. Análise de consistência e de sensibilidade do modelo

Estas análises atendem ao objetivo de obter o maior embasamento técnico possível por meio do desenvolvimento e aplicação do modelo, permitindo testar a consistência e estabilidade de suas respostas frente a variações em alguns de seus parâmetros-chave. Dentre estes, os mais relevantes são a disposição a pagar, o custo de abatimento de carga orgânica (balizador dos preços de lançamento) e o valor da produção econômica. De importância ímpar para que o modelo matemático consiga chegar a resultados de compromisso que equilibram os três objetivos a ele impostos, estes parâmetros são estimados com base em proxies ou dados agregados, que consequentemente estão sujeitos a incertezas.

Ao realizar diferentes rodadas do modelo com base em variações destes parâmetros, verifica-se se o modelo mantém resultados coerentes e alinhados aos objetivos da cobrança. Além de testar a robustez do modelo, portanto, estas análises permitem identificar quais subsetores são mais vulneráveis a alterações nos parâmetros, perfazendo uma análise dos resultados do modelo como um todo.

As análises de consistência e sensibilidade foram realizadas e comparadas com os resultados obtidos para a abrangência 2. Embora a proposta de mecanismos de cobrança tenha como enfoque o domínio federal, a escolha pela abrangência 2 é fundamentada na maior representatividade de interferências por ela oferecida. Uma vez que a modelagem utiliza de uma alta granularidade de setores econômicos e interferências, maximiza-se essa estrutura, fazendo com que as análises capturem plenamente as variações nas condições econômicas e ambientais. Trata-se, afinal, de

testes acerca da robustez do modelo e não da busca por preços ótimos de cobrança com novos parâmetros.

Para a realização das análises de sensibilidade, todos os dados de entrada foram mantidos imutáveis, salvo pelo parâmetro-chave sendo estudado. O objetivo 3, de arrecadação, também foi mantido, possibilitando analisar exclusivamente os efeitos da modificação imposta em cada um dos parâmetros escolhidos. No caso da variação a menor da DAP, por exemplo, apenas esse dado de entrada foi alterado; os resultados obtidos, dessa forma, refletem as diferenças geradas a partir dessa redução.

10.5.1. Variações da disposição a pagar para captação

O primeiro conjunto de análise de sensibilidade avalia o impacto de diferentes configurações da disposição a pagar para captação de água, mantendo constante a de lançamento, assim como todos os demais parâmetros. As variações permitem explorar como as alterações na DAP afetam o equilíbrio entre os objetivos do modelo econômico de otimização de preços (eficiência econômica, uso racional da água e arrecadação financeira) e identificar os impactos setoriais. Retoma-se que as estimativas da disposição a pagar são apresentadas no item 9.1.

São três variações analisadas:

- **DAP menor** para captação de água: a DAP encontrada para cada subsetor é reduzida para 25% do excedente operacional bruto, em detrimento ao parâmetro de 50% utilizado nas simulações default.
- **DAP maior** para captação de água: a DAP encontrada para cada subsetor é aumentada para 75% do excedente operacional bruto, em detrimento ao parâmetro de 50% utilizado nas simulações default.
- **DAP simplificada** para captação de água: a DAP é definida como uma fração fixa dos custos ou do valor de produção econômica, variando por

setor: (i) 5% do custo total unitário para saneamento e termoelectricidade (atividades associadas ao objetivo econômico de minimização de custos); (ii) 5% do valor de produção econômica para os demais setores, cujas atividades são associadas ao objetivo econômico de maximização de lucro; e (iii) 25% da DAP média do saneamento para a atividade de consumo humano e outros usos (mantidos os 25% da DAP média do saneamento, mas sendo esta base de cálculo simplificada para os 5% do custo total unitário).

A Tabela 175 apresenta os dados de entrada de cada uma das simulações, além de, na primeira coluna, retomar os dados default de DAP por m³ captado.

Tabela 175: Variações da DAP para captação de água para análises de sensibilidade.

Subsetor	Disposição a Pagar para Captação (R\$/m ³)			
	Default	DAP Menor	DAP Maior	DAP Simples
saneamento	0,4208	0,2104	0,6312	0,1521
consu_outros	1,5235	0,7618	2,2853	0,0371
out_cul	0,5019	0,2510	0,7529	0,4330
graos	0,1388	0,0694	0,2081	0,0694
citrus	0,5050	0,2525	0,7575	0,3543
cana	0,0785	0,0392	0,1177	0,1099
feijao	0,0753	0,0377	0,1130	0,0996
cafe	0,2432	0,1216	0,3647	0,1216
horta	0,0698	0,0349	0,1047	0,0644
pasto	0,0537	0,0268	0,0805	0,0309
fruta	1,2535	0,6267	1,8802	0,8548
tilapia	0,3295	0,1648	0,4943	0,1648
gado	3,5835	1,7917	5,3752	2,3890
aves	17,1461	8,5731	25,7192	11,4307
suino	6,5274	3,2637	9,7911	4,3516
alcool	28,4197	14,2098	42,6295	37,8202
acucar	1,0639	0,5320	1,5959	1,1351
cimento	13,5341	6,7671	20,3012	7,4337
ind_geral	3,9316	1,9658	5,8974	4,0605

Subsetor	Disposição a Pagar para Captação (R\$/m³)			
	Default	DAP Menor	DAP Maior	DAP Simples
papelcelulose	1,4728	0,7364	2,2093	1,6155
farinha	27,8077	13,9038	41,7115	25,6336
oleos	0,0805	0,0403	0,1208	0,2472
carnes	4,3718	2,1859	6,5577	4,7166
metal	85,4562	42,7281	128,1844	218,2730
leite	81,1775	40,5887	121,7662	64,0266
bebidas	16,6567	8,3283	24,9850	13,0673
couro	0,7580	0,3790	1,1370	0,9858
quimicos	3,0502	1,5251	4,5753	6,0464
alimentos	13,9597	6,9798	20,9395	10,4887
texteis	0,0768	0,0384	0,1152	0,0664
areia	0,0498	0,0249	0,0747	0,0357
out_miner	0,2744	0,1372	0,4116	0,1566
termeletrica	0,0201	0,0100	0,0301	0,0228

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

Os resultados da primeira análise de sensibilidade, que reduz a fração do excedente do produtor que é lida como disposição máxima a pagar pela captação de água (**DAP menor**), são expostos na Tabela 176. São apresentados os preços unitários para captação (R\$/m³) e lançamento (R\$/kgDBO); o valor arrecadado (R\$), fruto da multiplicação do preço unitário pelo volume captado e carga lançada, respectivamente; e a fração de captura da disposição a pagar (%).

Tabela 176: Resultados detalhados da sensibilidade de DAP menor (abrangência 2).

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,010693	0,262319	5.078.799	2.834.694	5,08%	26,73%
consu_outros	0,014813	0,235625	721.970	653.984	1,94%	24,01%
out_cul	0,014186	-	302.804	-	5,65%	-
graos	0,010305	-	13.102.607	-	14,85%	-
citrus	0,010747	-	3.122.507	-	4,26%	-
cana	0,010639	-	2.881.048	-	27,11%	-
feijao	0,010903	-	2.137.375	-	28,94%	-

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
cafe	0,019818	-	478.639	-	16,30%	-
horta	0,010833	-	3.226.539	-	31,05%	-
pasto	0,011451	-	1.370.906	-	42,65%	-
fruta	0,026692	-	364.172	-	4,26%	-
tilapia	0,014330	0,579672	900.878	373.045	8,70%	59,08%
gado	0,037875	0,585331	249.999	67.334	2,11%	59,66%
aves	0,042534	0,583367	96.956	83.399	0,50%	59,46%
suino	0,047442	-	8.234	-	1,45%	-
alcool	0,014853	0,566060	852.581	320.956	0,10%	57,69%
acucar	0,013641	0,557289	846.562	504.064	2,56%	56,80%
cimento	0,017696	0,581915	106.371	101.845	0,26%	59,31%
ind_geral	0,038493	0,586321	169.746	73.132	1,96%	59,76%
papelcelulose	0,011603	0,473166	1.128.277	1.895.213	1,58%	48,22%
farinha	0,019177	0,584817	388.600	180.397	0,14%	59,60%
oleos	0,017027	0,588449	144.260	5.288	42,29%	59,98%
carnes	0,027793	0,578414	414.804	937.174	1,27%	58,95%
metal	0,051282	0,585497	57.723	51.076	0,12%	59,67%
leite	0,057832	0,587869	92.948	26.779	0,14%	59,91%
bebidas	0,019636	0,562420	189.509	468.743	0,24%	57,32%
couro	0,046066	0,585584	42.925	70.745	12,15%	59,68%
quimicos	0,023169	0,582328	120.156	173.476	1,52%	59,35%
alimentos	0,036709	0,576647	6.617	368.159	0,53%	58,77%
texteis	0,015838	0,588041	957	555	41,23%	60,01%
areia	0,011859	0,792668	556.050	16.770	47,60%	56,97%
out_miner	0,023639	-	268.915	-	17,23%	-
termeletrica	0,010494	-	1.235.606	-	104,48%	-

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

Com um preço unitário básico de R\$ 0,011401/m³ para captação e de R\$ 0,379770/kgDBO para lançamento, a sensibilização a menor da DAP não afetou a capacidade das 4,3 mil interferências de se atingir o objetivo de arrecadação em sua plenitude (R\$ 49,87 milhões). Para facilitar a comparação entre os resultados sensibilizados em relação aos resultados default, são apresentadas na Tabela 177 as

diferenças geradas nos preços unitários e nas frações de captura da DAP. Para o setor de saneamento, por exemplo, o resultado do preço unitário sensibilizado de captação é de R\$ 0,010693/m³, que é 89,7% do preço unitário default, de R\$ 0,011923/m³. Já para lançamento, o preço unitário sensibilizado para esse mesmo setor é de R\$ 0,262319/kgBDO, o que representa 111,4% do preço default, que é de R\$ 0,235519/kgBDO.

Apresenta-se também a variação da captura da DAP, ou seja, o quanto a cobrança utiliza do limite superior de capacidade de pagamento. Com o mesmo subsetor como exemplo (saneamento), tem-se um resultado sensibilizado de 5,08% de captura da DAP para a captação, sendo que o resultado default é de 2,83%. A diferença de um para outro, portanto, é de 179,4%. Para o lançamento, uma vez que a DAP é igual para todos os subsetores (pois reflete o custo marginal de abatimento de DBO), a variação na captura é igual à variação nos preços unitários (111,4%).

Tabela 177: Resultados da sensibilidade de DAP menor relativos aos resultados default.

Subsetor	Variação dos resultados de preços unitários em relação ao default		Variação dos resultados de captura da DAP em relação ao default	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
saneamento	89,7%	111,4%	179,4%	111,4%
consu_outros	76,9%	92,3%	153,8%	92,3%
out_cul	77,9%	-	155,8%	-
graos	97,8%	-	195,5%	-
citrus	97,8%	-	195,7%	-
cana	95,0%	-	190,0%	-
feijao	94,1%	-	188,2%	-
cafe	93,1%	-	186,2%	-
horta	96,1%	-	192,3%	-
pasto	87,5%	-	175,0%	-
fruta	92,4%	-	184,7%	-
tilapia	86,1%	150,7%	172,1%	150,7%
gado	96,9%	123,6%	193,7%	123,6%
aves	75,4%	136,6%	150,8%	136,6%
suino	53,0%	-	106,0%	-

Subsetor	Variação dos resultados de preços unitários em relação ao default		Variação dos resultados de captura da DAP em relação ao default	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
alcool	92,7%	201,9%	185,3%	201,9%
acucar	93,5%	205,2%	187,0%	205,2%
cimento	90,3%	145,7%	180,6%	145,7%
ind_geral	99,0%	117,1%	198,0%	117,1%
papelcelulose	97,3%	211,1%	194,7%	211,1%
farinha	90,2%	126,7%	180,5%	126,7%
oleos	72,5%	103,9%	145,0%	103,9%
carnes	88,6%	159,3%	177,2%	159,3%
metal	83,7%	122,9%	167,5%	122,9%
leite	70,9%	107,6%	141,7%	107,6%
bebidas	91,0%	196,4%	182,0%	196,4%
couro	60,4%	122,0%	120,7%	122,0%
quimicos	99,7%	141,6%	199,3%	141,6%
alimentos	42,4%	162,1%	84,8%	162,1%
texteis	71,4%	102,7%	142,8%	102,7%
areia	92,8%	142,8%	185,7%	142,8%
out_miner	96,4%	-	192,8%	-
termelétrica	96,4%	-	192,8%	-

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

A sensibilidade de redução da DAP resultou em quedas nos preços unitários de captação em todos os subsetores, o que demonstra a consistência na programação do modelo ao promover o ajuste dos preços unitários em função de uma DAP menor. Para compensar a redução na arrecadação via a menor cobrança da captação, o modelo aponta para um acréscimo na utilização da capacidade de pagamento pelo lançamento de efluentes. Na situação default, o lançamento é responsável por 13,1% do total arrecadado, enquanto com a sensibilidade de DAP menor, esse papel sobe para 18,5%. Na média ponderada por carga lançada, o aumento dos preços de lançamento é de 41,0%. Mesmo assim, nenhum dos subsetores outorgados para lançamento apresentam capturas excessivas da DAP (60% é a fração mais elevada dentre os subsetores, sendo 38,68% o resultado médio ponderado).

Já para a captação, na média ponderada por volume entre os 33 subsetores, a redução de preços unitários foi de 5,4%. Ao se observar a variação nos preços da Tabela 177, portanto, resultados de 94,6% estão na média; resultados maiores indicam subsetores que sofreram reduções menores de preços (como a indústria geral, grãos e químico, por exemplo); já resultados abaixo dessa média representam subsetores cuja redução foi mais ampla (saneamento, outras culturas e tilápia, por exemplo). Uma vez que a redução relativa imposta à DAP é maior do que a redução verificada nos preços públicos encontrados pelo modelo, a fração de captura da DAP ainda assim acaba por se elevar (89,3% na média ponderada).

Os resultados da segunda análise de sensibilidade, que ao contrário da primeira, testa o aumento da fração do excedente do produtor que é tido como disposição máxima a pagar pela captação de água (**DAP maior**), são expostos na Tabela 178. Tal como para a primeira análise, são apresentados os preços unitários para captação (R\$/m³) e lançamento (R\$/kgDBO); o valor arrecadado (R\$) resultante; e a fração de captura da disposição a pagar (%).

Tabela 178: Resultados detalhados da sensibilidade de DAP maior (abrangência 2).

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,011794	0,160090	5.601.682	1.729.977	1,87%	16,32%
consu_outros	0,018939	0,158273	923.070	439.289	0,83%	16,13%
out_cul	0,019695	-	420.383	-	2,62%	-
graos	0,011390	-	14.482.525	-	5,47%	-
citrus	0,011808	-	3.430.827	-	1,56%	-
cana	0,012015	-	3.253.858	-	10,21%	-
feijao	0,012226	-	2.396.813	-	10,82%	-
cafe	0,022759	-	549.683	-	6,24%	-
horta	0,011955	-	3.560.792	-	11,42%	-
pasto	0,012822	-	1.535.041	-	15,92%	-
fruta	0,030390	-	414.622	-	1,62%	-
tilapia	0,018745	0,198749	1.178.419	127.904	3,79%	20,26%

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
gado	0,040505	0,199672	267.357	22.969	0,75%	20,35%
aves	0,065287	0,199386	148.822	28.504	0,25%	20,32%
suíno	0,101103	-	17.547	-	1,03%	-
alcool	0,016634	0,196397	954.819	111.357	0,04%	20,02%
acucar	0,014544	0,194543	902.552	175.963	0,91%	19,83%
cimento	0,019613	0,199157	117.890	34.856	0,10%	20,30%
ind_geral	0,041293	0,199818	182.095	24.923	0,70%	20,36%
papelcelulose	0,012786	0,159850	1.243.372	640.259	0,58%	16,29%
farinha	0,020879	0,199595	423.088	61.569	0,05%	20,34%
oleos	0,024922	0,200129	211.157	1.798	20,63%	20,40%
carnes	0,031753	0,198553	473.905	321.705	0,48%	20,24%
metal	0,060633	0,199707	68.249	17.422	0,05%	20,35%
leite	0,083228	0,200036	133.765	9.112	0,07%	20,39%
bebidas	0,024069	0,195623	232.290	163.040	0,10%	19,94%
couro	0,077845	0,199717	72.539	24.128	6,85%	20,35%
quimicos	0,029624	0,199191	153.631	59.339	0,65%	20,30%
alimentos	0,093167	0,198243	16.794	126.567	0,44%	20,20%
texteis	0,022521	0,199935	1.360	189	19,55%	20,40%
areia	0,014363	0,239800	673.486	5.073	19,22%	17,24%
out_miner	0,027801	-	316.271	-	6,75%	-
termeletrica	0,011594	-	1.365.061	-	38,48%	-

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

Com um preço unitário básico de R\$ 0,012819/m³ para captação e de R\$ 0,170190/kgDBO para lançamento, a sensibilização a maior da DAP evidentemente não afetou a capacidade das 4,3 mil interferências de se atingir o objetivo de arrecadação em sua plenitude (R\$ 49,85 milhões). Os resultados da sensibilidade de aumento na DAP corroboram a consistência na programação do modelo ao promover o ajuste dos preços unitários em função de variações da disposição a pagar. Tal como para a primeira análise de sensibilidade (DAP menor), são apresentados na Tabela 179 as diferenças geradas nos preços unitários e nas frações de captura da DAP. Essas diferenças são relativas aos valores resultantes da aplicação default da abrangência 2.

Tabela 179: Resultados da sensibilidade de DAP maior, relativos aos resultados default.

Subsetor	Variação dos resultados de preços unitários em relação ao default		Variação dos resultados de captura da DAP em relação ao default	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
saneamento	98,9%	68,0%	65,9%	68,0%
consu_outros	98,3%	62,0%	65,5%	62,0%
out_cul	108,2%	-	72,1%	-
graos	108,1%	-	72,0%	-
citrus	107,5%	-	71,7%	-
cana	107,3%	-	71,5%	-
feijao	105,5%	-	70,3%	-
cafe	106,9%	-	71,3%	-
horta	106,1%	-	70,7%	-
pasto	98,0%	-	65,3%	-
fruta	105,2%	-	70,1%	-
tilapia	112,6%	51,7%	75,1%	51,7%
gado	103,6%	42,2%	69,1%	42,2%
aves	115,7%	46,7%	77,1%	46,7%
suino	113,0%	-	75,3%	-
alcool	103,8%	70,1%	69,2%	70,1%
acucar	99,7%	71,6%	66,4%	71,6%
cimento	100,1%	49,9%	66,7%	49,9%
ind_geral	106,2%	39,9%	70,8%	39,9%
papelcelulose	107,3%	71,3%	71,5%	71,3%
farinha	98,2%	43,2%	65,5%	43,2%
oleos	106,1%	35,3%	70,7%	35,3%
carnes	101,2%	54,7%	67,5%	54,7%
metal	99,0%	41,9%	66,0%	41,9%
leite	102,0%	36,6%	68,0%	36,6%
bebidas	111,5%	68,3%	74,4%	68,3%
couro	102,0%	41,6%	68,0%	41,6%
quimicos	127,4%	48,4%	85,0%	48,4%
alimentos	107,6%	55,7%	71,7%	55,7%
texteis	101,6%	34,9%	67,7%	34,9%
areia	112,4%	43,2%	75,0%	43,2%
out_miner	113,4%	-	75,6%	-
termeletrica	106,5%	-	71,0%	-

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

A sensibilidade de aumento da DAP resultou em aumento nos preços unitários de captação em vários dos subsetores, mas não para todos. Na média ponderada por volume entre os 33 subsetores, o aumento de preços unitários foi de 5,7%. Ao se observar a variação nos preços da Tabela 179, portanto, resultados de 105,7% estão na média; resultados maiores indicam subsetores que sofreram aumentos de preços relativamente maiores (como o café, aves e bebidas, por exemplo); já resultados abaixo dessa média representam subsetores cuja variação de preço foi relativamente menor (gado, álcool e ouro, por exemplo). Nota-se que para nove dos trinta e três subsetores (saneamento, consumo humano, pasto, açúcar, cimento, farinha, carnes, metal e têxteis), as variações apresentadas são praticamente neutras em relação aos resultados default (ligeiramente negativas ou positivas em seus preços unitários). Essa estabilidade de preços, mesmo com uma DAP de entrada maior, indica que os preços estão próximos ao valor ótimo para a cobrança.

Uma vez que o aumento imposto à DAP resultou em preços unitários médios de cobrança superiores aos da situação default, houve uma redução compensadora nos preços unitários cobrados das outorgas de lançamento. Na média ponderada por carga lançada, houve uma redução de 35% nos preços. Isso indica que a participação relativa do lançamento foi reduzida, passando de 13,1% do total arrecadado na situação default para 8,3% na sensibilidade de maior DAP.

A comparação da análise de sensibilidade de DAP menor com DAP maior indica que o modelo está bem calibrado e apresenta resultados robustos. Também se conclui que as interferências de lançamento são utilizadas para compensar eventuais variações na DAP, mantendo-se a coerência dos valores cobrados por setores de atividade econômica.

A terceira rodada de sensibilidade em relação à DAP apresenta os resultados a partir de uma métrica simplificada para sua estimação (**DAP simples**). Ao invés de realizar as complexas contas econômicas apresentadas no item 9.1 no intuito de se

estimar a DAP, assume-se aqui que essa capacidade máxima de pagamento é uma fração padronizada (em 5%) dos valores brutos de produção para os setores usuários cujas atividades são associadas ao objetivo econômico de maximização de lucro. Já para os setores de saneamento e termoelectricidade, duas atividades associadas ao objetivo econômico de minimização de custos, assume-se que a DAP é equivalente a 5% dos custos de produção.

Ou seja, diferentemente das duas análises de sensibilidade anteriores (DAP menor e DAP maior) que ainda fizeram uso dos levantamentos pormenorizados das atividades econômicas, aqui testa-se uma simplificação metodológica. A adoção da DAP simples não produz uma mudança homogênea entre os subsetores em relação aos dados default: a simplificação reduz as DAPs para subsetores como saneamento, consumo humano, grãos, frutas, pecuária (gado, aves e suínos), cimento, farinha, leite e bebidas, areia e outras minerações. Por outro lado, a DAP simples supera a default em subsetores como cana-de-açúcar, feijão, álcool, açúcar, papel e celulose, óleos vegetais, carnes, metalurgia, couro e químicos. Já no caso das hortaliças e termelétricas, os valores são muito próximos entre os dois métodos. A Tabela 175 apresenta a disposição a pagar específica de cada subsetor, sendo que os resultados dessa terceira análise de sensibilidade (DAP simples) são expostos na Tabela 180 (abaixo).

Tabela 180: Resultados detalhados da sensibilidade de DAP simples (abrangência 2).

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,010842	0,204216	5.149.323	2.206.808	7,13%	20,81%
consu_outros	0,010531	0,181370	513.270	503.396	28,38%	18,48%
out_cul	0,016235	-	346.536	-	3,75%	-
graos	0,010390	-	13.210.808	-	14,97%	-
citrus	0,010959	-	3.184.150	-	3,09%	-
cana	0,011108	-	3.007.976	-	10,11%	-
feijao	0,011324	-	2.219.997	-	11,37%	-
cafe	0,021893	-	528.756	-	18,01%	-

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
horta	0,011031	-	3.285.515	-	17,13%	-
pasto	0,011850	-	1.418.637	-	38,41%	-
fruta	0,031583	-	430.894	-	3,69%	-
tilapia	0,015367	0,568245	966.075	365.692	9,33%	57,91%
gado	0,045653	0,580960	301.334	66.831	1,91%	59,21%
aves	0,041042	0,576450	93.555	82.410	0,36%	58,75%
suino	0,034678	-	6.019	-	0,80%	-
alcool	0,016227	0,538980	931.468	305.602	0,04%	54,93%
acucar	0,014674	0,521213	910.665	471.434	1,29%	53,12%
cimento	0,019877	0,573135	119.482	100.308	0,27%	58,41%
ind_geral	0,047782	0,583228	210.706	72.746	1,18%	59,44%
papelcelulose	0,012154	0,391424	1.181.882	1.567.802	0,75%	39,89%
farinha	0,021740	0,579783	440.538	178.844	0,08%	59,09%
oleos	0,031632	0,588173	268.005	5.285	12,80%	59,95%
carnes	0,033234	0,565402	496.009	916.092	0,70%	57,62%
metal	0,025186	0,581335	28.349	50.713	0,01%	59,25%
leite	0,036282	0,586783	58.312	26.729	0,06%	59,80%
bebidas	0,022322	0,531738	215.429	443.172	0,17%	54,19%
couro	0,045050	0,581536	41.979	70.256	4,57%	59,27%
quimicos	0,032241	0,574106	167.201	171.027	0,53%	58,51%
alimentos	0,017037	0,561648	3.071	358.583	0,16%	57,24%
texteis	0,017306	0,588024	1.045	555	26,08%	60,01%
areia	0,012718	0,540080	596.342	11.426	35,62%	38,82%
out_miner	0,027466	-	312.457	-	17,54%	-
termeletrica	0,010475	-	1.233.361	-	46,01%	-

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

Com um preço unitário básico de R\$ 0,011777/m³ para captação e de R\$ 0,323931/kgDBO para lançamento, a sensibilização da DAP simples evidentemente não afetou a capacidade das 4,3 mil interferências de se atingir o objetivo de arrecadação em sua plenitude (R\$ 49,86 milhões). Tal como para as duas análises de sensibilidade anteriores, são apresentados na Tabela 181 as diferenças geradas nos preços unitários

e nas frações de captura da DAP, permitindo facilitar a interpretação das modificações provocadas.

Tabela 181: Resultados da sensibilidade de DAP simples relativos aos resultados default.

Subsetor	Variação dos resultados de preços unitários em relação ao default		Variação dos resultados de captura da DAP em relação ao default	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
saneamento	90,9%	86,7%	251,6%	86,7%
consu_outros	54,7%	71,1%	2244,5%	71,1%
out_cul	89,2%	-	103,3%	-
graos	98,6%	-	197,1%	-
citrus	99,8%	-	142,2%	-
cana	99,2%	-	70,8%	-
feijao	97,7%	-	73,9%	-
cafe	102,9%	-	205,7%	-
horta	97,9%	-	106,1%	-
pasto	90,6%	-	157,6%	-
fruta	109,3%	-	160,3%	-
tilapia	92,3%	147,7%	184,6%	147,7%
gado	116,8%	122,6%	175,1%	122,6%
aves	72,7%	135,0%	109,1%	135,0%
suíno	38,8%	-	58,1%	-
alcool	101,2%	192,2%	76,1%	192,2%
acucar	100,6%	191,9%	94,3%	191,9%
cimento	101,4%	143,5%	184,7%	143,5%
ind_geral	122,9%	116,5%	119,0%	116,5%
papelcelulose	102,0%	174,6%	93,0%	174,6%
farinha	102,3%	125,6%	111,0%	125,6%
oleos	134,7%	103,9%	43,9%	103,9%
carnes	105,9%	155,7%	98,2%	155,7%
metal	41,1%	122,0%	16,1%	122,0%
leite	44,5%	107,4%	56,4%	107,4%
bebidas	103,5%	185,6%	131,9%	185,6%
couro	59,0%	121,1%	45,4%	121,1%
quimicos	138,7%	139,6%	70,0%	139,6%
alimentos	19,7%	157,9%	26,2%	157,9%
texteis	78,1%	102,7%	90,3%	102,7%

Subsetor	Variação dos resultados de preços unitários em relação ao default		Variação dos resultados de captura da DAP em relação ao default	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
areia	99,6%	97,3%	138,9%	97,3%
out_miner	112,0%	-	196,2%	-
termelétrica	96,2%	-	84,9%	-

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

A sensibilidade da DAP simples resultou em apenas uma pequena variação nos preços unitários de captação, que foram reduzidos na média em 3%. Para compensar essa redução, os preços de cobrança pelo lançamento foram aumentados em 20%, mantendo o equilíbrio do modelo e fazendo com que o lançamento seja responsável por uma fração de 16,0% da arrecadação (na situação default essa participação é de 13,1%).

Assim como nos resultados da sensibilidade de DAP maior, alguns subsetores não tiveram seus preços unitários modificados de forma significativa (quase todos os subsetores da agricultura irrigada; indústrias de álcool, açúcar e cimento; mineração de areia). Alguns outros subsetores tiveram aumento nos preços, como é o caso de fruta, gado, indústrias gerais, carnes, químicos e mineração de outras substâncias. Mesmo assim, os aumentos de preço não foram muito significativos, tendo sido mantida a coerência dos valores. Isso indica, novamente, que o modelo está bem calibrado e responde de forma consistente às variações de entrada na DAP, que é uma das variáveis-chave na busca pelo preço de equilíbrio.

Interessante notar que a DAP simples produziu um reequilíbrio nos valores cobrados pelas interferências de lançamento, mesmo que a DAP de lançamento tenha sido mantida constante. Enquanto os subsetores de saneamento e consumo humano tiveram quedas nos preços únicos de lançamento, os demais tiveram aumento. Esse reequilíbrio é promovido no intuito de manter a coerência entre os valores cobrados de captação e lançamento para os subsetores. Ou seja, apesar da simplificação metodológica, a abordagem da DAP manteve coerência nos resultados e pode ser

considerada uma alternativa prática para se obter estimativas preliminares em outras situações.

Uma forma de compreender os resultados das três análises de sensibilidade relativas à DAP de captação é por meio da comparação do quanto cada subsetor é cobrado em relação ao preço unitário básico. Ou seja, quanto o preço unitário de cada subsetor representa em relação ao preço básico de rateio do valor a ser obtido pela cobrança das outorgas de captação. Nota-se que embora a meta de arrecadação é cumprida em cada uma das simulações, o valor arrecadado pela cobrança da captação de água varia de acordo com a redistribuição entre captação e lançamento promovida pelo modelo como estratégia de manter o equilíbrio financeiro sem comprometer a capacidade de pagamento dos usuários. A Tabela 182 apresenta estes resultados relativos, default e sob as três análises de sensibilidade.

Tabela 182: Fração do preço unitário de captação em relação ao preço unitário básico.

Subsetor	Fração do preço unitário de captação em relação ao PUB			
	Default	DAP menor	DAP maior	DAP simples
saneamento	98,2%	93,8%	92,0%	92,3%
consu_outros	158,6%	129,9%	147,7%	89,7%
out_cul	149,9%	124,4%	153,6%	138,3%
graos	86,8%	90,4%	88,8%	88,5%
citrus	90,5%	94,3%	92,1%	93,3%
cana	92,2%	93,3%	93,7%	94,6%
feijao	95,4%	95,6%	95,4%	96,4%
cafe	175,2%	173,8%	177,5%	186,5%
horta	92,8%	95,0%	93,3%	94,0%
pasto	107,8%	100,4%	100,0%	100,9%
fruta	237,9%	234,1%	237,1%	269,0%
tilapia	137,1%	125,7%	146,2%	130,9%
gado	322,0%	332,2%	316,0%	388,8%
aves	464,6%	373,1%	509,3%	349,5%
suino	736,8%	416,1%	788,7%	295,3%
alcool	132,0%	130,3%	129,8%	138,2%
acucar	120,2%	119,6%	113,4%	125,0%

Subsetor	Fração do preço unitário de captação em relação ao PUB			
	Default	DAP menor	DAP maior	DAP simples
cimento	161,4%	155,2%	153,0%	169,3%
ind_geral	320,2%	337,6%	322,1%	406,9%
papelcelulose	98,2%	101,8%	99,7%	103,5%
farinha	175,0%	168,2%	162,9%	185,2%
oleos	193,4%	149,3%	194,4%	269,4%
carnes	258,3%	243,8%	247,7%	283,0%
metal	504,3%	449,8%	473,0%	214,5%
leite	672,0%	507,2%	649,2%	309,0%
bebidas	177,7%	172,2%	187,8%	190,1%
couro	628,4%	404,0%	607,2%	383,7%
quimicos	191,4%	203,2%	231,1%	274,6%
alimentos	712,9%	322,0%	726,8%	145,1%
texteis	182,5%	138,9%	175,7%	147,4%
areia	105,2%	104,0%	112,0%	108,3%
out_miner	201,9%	207,3%	216,9%	233,9%
termeletrica	89,6%	92,0%	90,4%	89,2%

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

A primeira conclusão que se depreende é que há uma notável estabilidade na distribuição da cobrança entre os subsetores, mesmo sob variações da DAP. Não obstante a consistência, alguns destaques podem ser identificados, a exemplo dos setores de saneamento e agricultura, que apresentam as maiores estabilidades através das simulações. A fração cobrada do saneamento em relação ao preço unitário básico (PUB) se mantém bastante estável, variando entre 92% e 98%. A irrigação de culturas como grãos, citrus e cana-de-açúcar apresentam variações ainda menores, mantendo-se próximas a 90% do PUB em todas as simulações.

Nota-se que quanto menor é a participação de um subsetor no volume total de captação, mais ampla tende a ser as variações de seus preços unitários em relação ao PUB. O subsetor industrial de alimentos, por exemplo, representa apenas 0,0051% do volume total captado, e dentre as quatro simulações, seu preço unitário varia de 712,9% do PUB no cenário default até 145,1% na simulação de DAP simples. O subsetor

de leite, cuja participação no volume total é de 0,0451%, também apresenta oscilações amplas (de 672% no default para 309% na DAP simples). Outro subsetor com baixa representatividade no volume total é a criação animal de suínos (0,0049%), cuja amplitude vai de 736,8% no default para 295,3% na DAP simples.

De forma geral, nota-se que a sensibilidade de DAP simples tende a reduzir as disparidades entre os setores, o que é de se esperar dada a adoção de uma métrica padronizada. Já a sensibilidade de DAP maior tende a amplificar as diferenças, refletindo as diferentes relações econômicas da água - especialmente na indústria.

A Tabela 183 apresenta os mesmos resultados relativos que a Tabela 182, desta vez com as frações do preço unitário básico de lançamento.

Tabela 183: Fração do preço unitário de lançamento em relação ao preço unitário básico.

Subsetor	Fração do preço unitário de lançamento em relação ao PUB			
	Default	DAP menor	DAP maior	DAP simples
saneamento	87,7%	69,1%	94,1%	62,1%
consu_outros	95,0%	62,0%	93,0%	55,1%
tilapia	143,2%	152,6%	116,8%	172,7%
gado	176,3%	154,1%	117,3%	176,6%
aves	159,0%	153,6%	117,2%	175,2%
alcool	104,4%	149,1%	115,4%	163,8%
acucar	101,1%	146,7%	114,3%	158,4%
cimento	148,7%	153,2%	117,0%	174,2%
ind_geral	186,4%	154,4%	117,4%	177,3%
papelcelulose	83,4%	124,6%	93,9%	119,0%
farinha	171,9%	154,0%	117,3%	176,2%
oleos	210,8%	154,9%	117,6%	178,8%
carnes	135,2%	152,3%	116,7%	171,9%
metal	177,4%	154,2%	117,3%	176,7%
leite	203,3%	154,8%	117,5%	178,4%
bebidas	106,6%	148,1%	114,9%	161,6%
couro	178,7%	154,2%	117,3%	176,8%
quimicos	153,1%	153,3%	117,0%	174,5%
alimentos	132,4%	151,8%	116,5%	170,7%

Subsetor	Fração do preço unitário de lançamento em relação ao PUB			
	Default	DAP menor	DAP maior	DAP simples
texteis	213,1%	154,8%	117,5%	178,7%
areia	206,7%	208,7%	140,9%	164,2%

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

Observa-se que os setores de saneamento e consumo humano são os que consistentemente apresentam frações de preços unitários abaixo do preço unitário básico. Já setores industriais apresentam resultados opostos. Assim como nos resultados de captação, nota-se resultados robustos e consistentes do modelo.

10.5.2. Variação do custo marginal de abatimento de DBO

O segundo conjunto de análise de sensibilidade trata da variação no parâmetro-chave de custo pelo lançamento de carga orgânica. Trata-se do custo marginal de abatimento de poluição, haja vista que o princípio que rege o lançamento de carga (poluidor-pagador) é distinto do que rege o aproveitamento do recurso natural (usuário-pagador). No item 4.2.2 esse custo foi estimado em R\$ 0,9812/kgDBO, mesmo sabendo-se que se trata de um parâmetro inferior ao custo referencial de tratamento desvendado pelo SNIS. Por meio dos dados de contratação de serviços de tratamento de esgotos dos municípios paulistas de São Caetano do Sul, Jaú, Mogi das Cruzes e Sumaré, sabe-se que na média o quilograma de DBO é tratado ao custo de R\$ 1,6748 (ou seja, um aumento de 71%).

Nesta análise de sensibilidade (**custo marginal maior de abatimento de DBO**), portanto, assume-se o valor de referência do SNIS como limite monetário da cobrança pelo lançamento de carga orgânica, ou seja, ao invés de R\$ 0,9812/kgDBO, o custo passa a ser de R\$ 1,6748/kgDBO. Uma vez que o custo de abatimento marginal de DBO é invariável para todos os subsetores, pode-se apresentar de forma direta os resultados dessa simulação. Como se observa na Tabela 184, a alteração do custo de lançamento

gera alterações em todos os resultados, pois o modelo promove um reequilíbrio em busca da otimização dos preços de cobrança.

Tabela 184: Resultados detalhados da sensibilidade do custo marginal maior de abatimento de DBO.

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,010370	0,377801	4.925.299	4.082.614	2,46%	22,55%
consu_outros	0,012775	0,363310	622.644	1.008.375	0,84%	21,69%
out_cul	0,012988	-	277.219	-	2,59%	-
graos	0,010162	-	12.920.859	-	7,32%	-
citrus	0,010382	-	3.016.570	-	2,06%	-
cana	0,010483	-	2.838.794	-	13,36%	-
feijao	0,010596	-	2.077.268	-	14,06%	-
cafe	0,016068	-	388.074	-	6,61%	-
horta	0,010455	-	3.113.893	-	14,98%	-
pasto	0,010941	-	1.309.775	-	20,37%	-
fruta	0,020138	-	274.756	-	1,61%	-
tilapia	0,012445	0,742925	782.340	478.107	3,78%	44,34%
gado	0,025693	0,882212	169.589	101.485	0,72%	52,66%
aves	0,028853	0,818251	65.771	116.978	0,17%	48,84%
suino	0,032182	-	5.586	-	0,49%	-
alcool	0,012455	0,551510	714.932	312.706	0,04%	32,92%
acucar	0,011845	0,522266	735.090	472.386	1,11%	31,17%
cimento	0,013894	0,776714	83.517	135.938	0,10%	46,36%
ind_geral	0,025915	0,916869	114.281	114.361	0,66%	54,73%
papelcelulose	0,010900	0,413068	1.059.930	1.654.498	0,74%	24,66%
farinha	0,014634	0,865645	296.555	267.024	0,05%	51,67%
oleos	0,017041	0,997154	144.381	8.960	21,16%	59,52%
carnes	0,019227	0,710130	286.958	1.150.587	0,44%	42,39%
metal	0,030880	0,886900	34.759	77.370	0,04%	52,94%
leite	0,034948	0,973340	56.168	44.338	0,04%	58,10%
bebidas	0,014859	0,554012	143.403	461.736	0,09%	33,07%
couro	0,035388	0,890782	32.975	107.616	4,67%	53,17%
quimicos	0,019976	0,792164	103.592	235.987	0,65%	47,28%
alimentos	0,024682	0,691326	4.449	441.375	0,18%	41,26%

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
texteis	0,013906	1,004701	840	948	20,19%	59,99%
areia	0,011744	0,984192	550.650	20.823	23,57%	41,43%
out_miner	0,018607	-	211.669	-	6,78%	-
termeletrica	0,010283	-	1.210.711	-	51,19%	-

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

Assim como nas demais simulações, o modelo encontrou preços de equilíbrio suficientes para fazer frente à demanda arrecadatória (R\$ 49,87 milhões). O preço unitário básico de captação passa a ser de R\$ 0,010815/m³, frente ao resultado de R\$ 0,012145/m³ na situação default. A diferença a menor indica que a maior capacidade de pagamento pelo lançamento é devidamente compreendida pelo modelo, que realoca maior peso arrecadatório para estas interferências, reduzindo assim os preços cobrados pela captação de água. Na média ponderada entre os 33 subsetores, há uma redução da ordem de 9% nos preços de captação.

A contrapartida é um incremento na participação relativa do lançamento, cujo PUB passa a ser de R\$ 0,465872/kgDBO ao invés de R\$ 0,268624/kgDBO na situação default. Há um incremento da ordem de 71,3% nos preços unitários médios de lançamento, o que faz com que a contribuição na arrecadação passe a ser de 22,6% em detrimento a 13,1% na situação default.

Ou seja, o incremento de cerca de 71% na disposição a pagar pelo lançamento é suficiente para aumentar a participação relativa em cerca de 73%, demonstrando novamente a coerência do modelo na promoção da cobrança equilibrada entre os três objetivos concomitantemente perseguidos, fazendo uso dos requerimentos de arrecadação (objetivo 3) para reequilibrar os preços unitários finais.

Tabela 185: Resultados da sensibilidade do maior custo de ab. DBO relativos ao default.

Subsetor	Variação dos resultados de preços unitários em relação ao default		Variação dos resultados de captura da DAP em relação ao default	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
saneamento	87,0%	160,4%	87,0%	93,9%
consu_outros	66,3%	142,4%	66,3%	83,4%
out_cul	71,3%	-	71,3%	-
graos	96,4%	-	96,4%	-
citrus	94,5%	-	94,5%	-
cana	93,6%	-	93,6%	-
feijao	91,4%	-	91,4%	-
cafe	75,5%	-	75,5%	-
horta	92,8%	-	92,8%	-
pasto	83,6%	-	83,6%	-
fruta	69,7%	-	69,7%	-
tilapia	74,7%	193,1%	74,7%	113,1%
gado	65,7%	186,2%	65,7%	109,1%
aves	51,1%	191,6%	51,1%	112,2%
suino	36,0%	-	36,0%	-
alcool	77,7%	196,7%	77,7%	115,2%
acucar	81,2%	192,3%	81,2%	112,6%
cimento	70,9%	194,4%	70,9%	113,9%
ind_geral	66,6%	183,2%	66,6%	107,3%
papelcelulose	91,4%	184,3%	91,4%	107,9%
farinha	68,9%	187,5%	68,9%	109,8%
oleos	72,5%	176,1%	72,5%	103,1%
carnes	61,3%	195,5%	61,3%	114,5%
metal	50,4%	186,1%	50,4%	109,0%
leite	42,8%	178,2%	42,8%	104,4%
bebidas	68,9%	193,4%	68,9%	113,3%
couro	46,4%	185,5%	46,4%	108,7%
quimicos	85,9%	192,7%	85,9%	112,8%
alimentos	28,5%	194,3%	28,5%	113,8%
texteis	62,7%	175,5%	69,9%	102,7%
areia	91,9%	177,3%	91,9%	103,8%
out_miner	75,9%	-	75,9%	-
termeletrica	94,4%	-	94,4%	-

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

A Tabela 185 apresenta os resultados da sensibilidade da maior DAP de lançamento relativos aos resultados default, facilitando a compreensão dos movimentos de preços promovidos. Interessante notar que a promoção da redução dos preços de cobrança pela captação não é homogênea entre os subsetores, mas corrobora de forma fiel as conclusões das análises de sensibilidade de modificações na DAP de captação. Observa-se que as mesmas conclusões são traçadas para as modificações promovidas nos preços de lançamento: os setores com as menores variações relativas permanecem os mesmos.

10.5.3. Variação do valor da produção econômica

O terceiro conjunto de análise de sensibilidade testa a influência relativa das estimativas do valor da produção econômica. Estas estimativas são extensamente utilizadas na produção dos dados econômicos de entrada do modelo, pois representam um dos fundamentos das contas econômicas de eficiência no uso do recurso hídrico. O modelo econômico de otimização de preços, portanto, faz extenso uso desses dados para equilibrar os três objetivos.

Esta análise de sensibilidade apresenta uma variação a menor nos valores de produção econômica, modificando para menos o parâmetro de conversão de água para produção física dos setores de irrigação, criação animal, indústria e mineração. Conforme descrito no item 9.1, para estes setores de atividades econômicas, foi adotado o parâmetro de 50% nas relações de captação de água para sua conversão em produção econômica, sendo que aqui é adotado o valor de 25%. Esse teste de sensibilidade reduz, portanto, o valor de produção econômica da água, conforme se detalha na Tabela 186.

Tabela 186: Variação do valor da produção econômica para análise de sensibilidade.

Subsetor	Valor da produção econômica (R\$)	
	Default	Valor reduzido
saneamento	1.532.774	1.532.774
consu_outros	0	0
out_cul	184.856	138.642
graos	1.764.403	1.323.302
citrus	2.058.838	1.544.128
cana	595.275	446.456
feijao	390.522	292.892
cafe	58.728	44.046
horta	383.693	287.770
pasto	73.875	55.406
fruta	233.234	174.925
tilapia	207.174	138.116
gado	315.374	270.324
aves	521.126	446.680
suino	15.105	12.945
alcool	43.418.545	37.215.896
acucar	1.408.903	1.207.631
cimento	893.666	765.999
ind_geral	358.120	306.960
papelcelulose	3.141.865	2.693.027
farinha	10.388.862	8.904.739
oleos	41.886	35.903
carnes	1.407.873	1.206.749
metal	4.913.801	4.211.829
leite	2.058.071	1.764.061
bebidas	2.522.253	2.161.559
couro	18.372	15.747
quimicos	627.132	537.542
alimentos	37.814	32.412
texteis	80	69
areia	33.486	16.743
out_miner	35.638	17.819
termeletrica	0	0

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

Assim como demonstrado nas demais análises de sensibilidade, o modelo se mostra capaz de reequilibrar os valores de cobrança com coerência. A partir da variação a menor nos valores de produção econômica, observa-se na Tabela 187 uma redução nos preços cobrados dos setores econômicos, mantendo-se praticamente estável os preços de saneamento e consumo humano. Na média ponderada dos preços de captação, tem-se uma redução singela de 3,8%, redução essa que é compensada pelo acréscimo de 38,8% dos preços de lançamento. Atinge-se, como nas demais rodadas de sensibilidade, a plenitude do objetivo de arrecadação (R\$ 49,86 milhões).

Tabela 187: Resultados detalhados da sensibilidade de menor valor da produção econômica.

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
saneamento	0,012306	0,239164	5.844.755	2.584.468	2,92%	24,38%
consu_outros	0,019000	0,221204	926.022	613.957	1,25%	22,54%
out_cul	0,013321	-	284.340	-	3,54%	-
graos	0,010358	-	13.169.862	-	9,95%	-
citrus	0,010827	-	3.145.774	-	2,86%	-
cana	0,010857	-	2.940.260	-	18,44%	-
feijao	0,010932	-	2.143.023	-	19,35%	-
cafe	0,016450	-	397.293	-	9,02%	-
horta	0,010850	-	3.231.636	-	20,73%	-
pasto	0,011259	-	1.347.862	-	27,96%	-
fruta	0,021343	-	291.194	-	2,27%	-
tilapia	0,012858	0,451750	808.323	290.722	5,85%	46,04%
gado	0,028230	0,425811	186.331	48.983	0,92%	43,40%
aves	0,041702	0,435379	95.059	62.242	0,28%	44,37%
suino	0,059359	0,000000	10.302	-	1,06%	-
alcool	0,013279	0,504799	762.257	286.221	0,05%	51,45%
acucar	0,012523	0,527577	777.185	477.190	1,37%	53,77%
cimento	0,014956	0,442318	89.899	77.413	0,13%	45,08%
ind_geral	0,028609	0,420961	126.158	52.506	0,85%	42,90%
papelcelulose	0,011803	0,613653	1.147.739	2.457.916	0,93%	62,54%
farinha	0,017911	0,428300	362.953	132.117	0,08%	43,65%
oleos	0,017560	0,410167	148.779	3.686	25,44%	41,81%

Subsetor	Preços Unitários		Valor Arrecadado		Captura da DAP	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/a)	Lançamento (R\$/a)	Captação (%)	Lançamento (%)
carnes	0,021063	0,457586	314.365	741.404	0,56%	46,64%
metal	0,034903	0,425024	39.287	37.077	0,05%	43,32%
leite	0,067782	0,413314	108.939	18.827	0,10%	42,12%
bebidas	0,016089	0,513073	155.280	427.616	0,11%	52,29%
couro	0,053887	0,424577	50.214	51.294	8,29%	43,27%
quimicos	0,021191	0,440221	109.898	131.142	0,81%	44,87%
alimentos	0,045453	0,464364	8.193	296.472	0,38%	47,33%
texteis	0,014005	0,408764	846	386	23,72%	41,72%
areia	0,011559	0,582240	542.008	12.318	46,40%	41,85%
out_miner	0,017672	-	201.037	-	12,88%	-
termeletrica	0,010928	-	1.286.680	-	54,40%	-

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

O preço unitário básico de captação passa a ser de R\$ 0,011510/m³, frente ao resultado de R\$ 0,012145/m³ na situação default. Já o PUB de lançamento passa a ser de R\$ 0,363152/kgDBO ao invés de R\$ 0,268624/kgDBO na situação default, denotando a compensação promovida pelo modelo a partir de uma relação econômica menos favorável dos setores de produção econômica. A contribuição na arrecadação do lançamento passa ser de 17,7%, superior ao encontrado na situação default (13,1%).

A Tabela 188 permite observar as variações relativas aos resultados default, pela qual se nota a redução não homogênea dos preços de captação entre os subsetores de produção econômica. Aqueles que se mantém mais elevados, mesmo com o decréscimo dos valores de produção econômica, são aqueles que detêm as relações de produção mais favoráveis em relação à água, permitindo suportar valores relativamente superiores de cobrança. Esses resultados são fruto da cuidadosa programação do modelo econômico, que considera a eficiência do uso da água como um dos elementos de definição dos preços, premiando setores mais eficientes com valores menores (conforme descreve-se no Capítulo 8).

Tabela 188: Resultados da sensibilidade de menor valor da p. e. relativos aos resultados default.

Subsetor	Variação dos resultados de preços unitários em relação ao default		Variação dos resultados de captura da DAP em relação ao default	
	Captação	Lançamento	Captação	Lançamento
saneamento	103,2%	101,5%	103,2%	101,5%
consu_outros	98,6%	86,7%	98,6%	86,7%
out_cul	73,2%	-	97,5%	-
graos	98,3%	-	131,0%	-
citrus	98,6%	-	131,4%	-
cana	96,9%	-	129,2%	-
feijao	94,3%	-	125,8%	-
cafe	77,3%	-	103,1%	-
horta	96,3%	-	128,4%	-
pasto	86,0%	-	114,7%	-
fruta	73,9%	-	98,5%	-
tilapia	77,2%	117,4%	115,8%	117,4%
gado	72,2%	89,9%	84,2%	89,9%
aves	73,9%	101,9%	86,2%	101,9%
suino	66,3%	-	77,4%	-
alcool	82,8%	180,1%	96,7%	180,1%
acucar	85,8%	194,2%	100,1%	194,2%
cimento	76,3%	110,7%	89,0%	110,7%
ind_geral	73,6%	84,1%	85,8%	84,1%
papelcelulose	99,0%	273,8%	115,5%	273,8%
farinha	84,3%	92,8%	98,3%	92,8%
oleos	74,8%	72,4%	87,2%	72,4%
carnes	67,1%	126,0%	78,3%	126,0%
metal	57,0%	89,2%	66,5%	89,2%
leite	83,1%	75,7%	96,9%	75,7%
bebidas	74,6%	179,1%	87,0%	179,1%
couro	70,6%	88,4%	82,4%	88,4%
quimicos	91,2%	107,1%	106,3%	107,1%
alimentos	52,5%	130,5%	61,3%	130,5%
texteis	63,2%	71,4%	82,2%	71,4%
areia	90,5%	104,9%	181,0%	104,9%
out_miner	72,1%	-	144,1%	-
termeletrica	100,4%	-	100,4%	-

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

No geral, as cinco análises de sensibilidade confirmam a robustez e a coerência do modelo econômico de otimização de preços de cobrança, mesmo sob variações significativas de parâmetros-chave. A estabilidade nos resultados reforça a eficiência da modelagem em promover o equilíbrio entre os objetivos impostos, ajustando os preços de captação e de lançamento de forma consistente. As variações testadas – sejam elas nas métricas de disposição a pagar, nos custos marginais de abatimento de carga orgânica ou nos valores de produção econômica – indicam que o modelo é capaz de reequilibrar os valores de cobrança sem comprometer a capacidade de arrecadação e respeitando as condições econômicas e ambientais.

10.6. Resultados do modelo como subsídio para a instituição da cobrança pelo uso da água na bacia

Os resultados e as análises de sensibilidade apresentados nos itens anteriores permitem concluir a adequabilidade do modelo de otimização de preços para que seja utilizado como base técnica para embasar os mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paranapanema. Primeiramente, sua concepção é alinhada de forma plena aos objetivos previstos pelo instrumento de cobrança. A pormenorização dos dados de entrada (usos, usuários e insumos para o modelo, Capítulos 4 e 9) permitiu incluir de forma coerente e responsiva as balizas necessárias para que o modelo otimizasse os preços públicos de acordo com o equilíbrio entre o reconhecimento da água como bem econômico, o incentivo ao uso racional e a garantia de recursos financeiros suficientes para implementar o plano de recursos hídricos.

Os resultados do modelo, observados tanto pelas quatro abrangências simuladas como pelas análises de sensibilidade, destacam-se pela consistência e robustez. Ou seja, o modelo é coerente e responsável ao ajuste de preços de captação e de lançamento dadas as condições de entrada, garantindo o cumprimento da meta de arrecadação sem comprometer a capacidade de pagamento dos usuários. A

diferenciação resultante de preços entre a cobrança de captação e de lançamento, bem como entre os setores econômicos, considera as capacidades econômicas e os impactos dos usos específicos, refletindo a eficiência no uso da água, a carga poluidora gerada e a capacidade de pagamento de cada subsetor econômico.

Evidentemente que os valores cobrados na abrangência 1, especialmente do cenário de cobrança de maior intensidade, são mais elevados em relação ao do cenário de menor intensidade: essa diferença é de 1,67 vezes para captação, compensada parcialmente por uma redução nos preços de lançamento. A diferença reflete de forma direta a ambição do objetivo 3 da cobrança, que é a de arrecadar recursos suficientes para que o Plano de Bacias possa ser executado, respeitando-se o papel da cobrança nesse financiamento (conforme Capítulo 6, especialmente no item 6.1).

Uma vez que o modelo retorna - de forma consistente - valores de cobrança que atendem às configurações de entrada (usos e usuários da abrangência, em conjunto com a necessidade de arrecadação correspondente), tem-se nos resultados de cada abrangência o reflexo destas exatas condicionantes. Eis que estes quesitos da cobrança (ambição e valores requeridos para fazer frente aos problemas da bacia) são reflexo de acordos institucionais, além de técnicos.

Cabe aqui, portanto, apenas explicitar os resultados das abrangências e suas consequências de caráter técnico, embasando as discussões institucionais. Afinal, a comparação das quatro abrangências revela questões significativas na distribuição dos custos da cobrança. A Tabela 189 (abaixo) sintetiza os principais insumos (volumes captados e cargas lançadas, que são a base da cobrança) e resultados obtidos (preços públicos unitários ponderados por setor usuário, para captação e carga lançada). Nota-se que todos os resultados apresentados são os computados para o cenário referencial de cobrança (sem variações de maior ou menor intensidade).

Tabela 189: Insumos e resultados agregados do modelo por abrangência, cenário referencial.

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

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

A abrangência 1 espelha o objetivo finalístico do presente estudo, que é o de subsidiar a implementação da cobrança de âmbito federal na bacia. Dada a consistência do modelo econômico, os preços públicos resultantes para cada subsetor são utilizados de forma direta na proposição dos mecanismos de cobrança, conforme Capítulos 11, 12 e 13.

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

A situação revelada pela abrangência 1 permite antever discussões acerca dos subsídios cruzados que acabam sendo realizados pelos outorgados na calha para os demais usuários (outorgados nas vertentes estaduais) - afinal, as demandas financeiras do PIRH-Paranapanema anseiam a resolução de problemas comuns à toda a bacia, não estando limitadas aos rios de domínio da União. A equidade inter-dominialidade se torna mais aguçada pela questão de escala da cobrança de domínio federal: o cenário de menor intensidade, cuja necessidade de arrecadação é de R\$ 19,97 milhões, representa o limite mínimo necessário para viabilizar a **implantação de uma Entidade Delegatária (ED)**. Isso decorre da exigência legal de que até 7,5% da arrecadação seja utilizada para fins de custeio de gestão, o que representa exatos R\$ 1,50 milhões/ano, valor que representa o orçamento da ED.

A instituição de uma cobrança unificada entre a União e o estado do Paraná (simulada na abrangência 3) pode contornar a limitação encontrada na abrangência 1

acerca da viabilidade de financiamento da ED. Não obstante, também implica em questões de equidade inter-dominialidade, pois as demandas comuns do PIRH-Paranapanema estariam sendo rateadas pelos usuários da União e da vertente paranaense, subsidiando assim aqueles da vertente paulista. Em termos de quantidade de interferências, no entanto, São Paulo responde por 72% das de captação e por 74% das de lançamento.

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

Embora a implantação prática da abrangência 2 requeira a revisão da cobrança já instituída na vertente paulista, observa-se que os resultados obtidos por essa simulação são bastante interessantes: ao diluir as demandas financeiras totais da bacia (do PIRH-Paranapanema somadas às dos seis afluentes) entre a totalidade dos usuários de suas águas (4,3 mil), o preço básico unitário é reduzido para a média de R\$ 0,0121/m³, além de se ampliar a participação relativa do lançamento em relação à abrangência 1 (para 13,1%). Nessa configuração, os usuários participam do mecanismo de cobrança com valores mais distantes do limite imposto pela disposição a pagar: a captura média ponderada é de 1,15% para captação, com 27,37% na média para

lançamento. Mesmo com a cobrança de valores modestos, a arrecadação total gerada atinge praticamente R\$ 50 milhões por ano, permitindo a condução das ações listadas pelo PIRH-Paranapanema e pelos planos das bacias afluentes.

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

Uma dessas ampliações pode contemplar a eventual instituição de **cobrança pelo uso das águas subterrâneas**. Afinal, o princípio do usuário-pagador aplicado às captações superficiais pode ser replicado para as subterrâneas, incentivando o uso racional e sustentável.

Como referência técnica para a eventual inclusão de cobrança pelo uso de água subterrânea, retomam-se os resultados apresentados na Tabela 182: Fração do preço unitário de captação em relação ao preço unitário básico. Para um exemplo de aplicação dos preços relativos para os novos PPUs, faz-se uso do multiplicador correspondente, tal como apostado na Tabela 190 (abaixo), para cada um dos 33 subsetores.

Tabela 190: Aplicação da fração do preço unitário de captação em relação ao preço unitário básico (abrangência 2) para embasar eventuais ampliações do mecanismo de cobrança.

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

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

Tabela 191: Aplicação da fração do preço unitário de captação em relação ao preço unitário básico (abrangência 2), nos grupos de cobrança, para embasar eventuais ampliações do mecanismo de cobrança.

Grupos de Cobrança	Preços Públicos de Captação na abrangência 2 do modelo (R\$/m ³)	Relação do PPU com o PPU de base (R\$ 0,012145/m ³)	Multiplicador para os novos PPUs
Preço Unitário Base	0,012145	100%	1,0000
Saneamento	0,011923	98,17%	0,9817
C. humano	0,019266	158,63%	1,5863
Irrigação G1	0,010959	90,23%	0,9023
Irrigação G2	0,011202	92,24%	0,9224
Irrigação G3	0,011908	98,05%	0,9805
Criação A. G1	0,016648	137,08%	1,3708
Criação A. G2	0,044430	365,83%	3,6583
Indústria G1	0,013996	115,24%	1,1524
Indústria G2	0,026370	217,13%	2,1713
Indústria G3	0,034348	282,82%	2,8282
Mineração G1	0,012773	105,17%	1,0517
Mineração G2	0,024526	201,95%	2,0195
Termoelétrica	0,010887	89,64%	0,8964

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

A eventual cobrança pelo uso de água subterrânea por uma interferência de criação animal de bovinos, por exemplo, teria como seu PPU o valor do preço unitário de rateio (PUB) do mecanismo em voga, multiplicado por 3,2196. Caso esse preço de rateio seja de R\$ 0,0150, a título de exemplo, a interferência específica teria como PPU o valor de R\$ 0,0483/m³. Já para uma interferência de saneamento, por exemplo, o PPU seria de R\$ 0,0147/m³, refletindo as diferenças relativas trazidas pelo modelo (aplicar-se-ia o multiplicador de 0,9817 ao preço unitário base).

Em conclusão, tem-se que a estrutura do modelo econômico de otimização de preços se mostra adequada para aplicação futura à cobrança pelo uso das águas subterrâneas, sendo adaptada a incluir as especificidades dos aquíferos subterrâneos com base nos volumes extraídos.

11. PROPOSIÇÃO DE MECANISMOS DE COBRANÇA

Os mecanismos aqui propostos têm como base o estabelecimento da cobrança pelo uso dos recursos hídricos nos rios de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, abordando-se exclusivamente a abrangência 1 tratada no item 7.2.5 do Capítulo 7, bem como os resultados apostos no item 10.1 do Capítulo 10. Ou seja, apenas para as interferências com captação e lançamento em rios de domínio da União, perfazendo 515 outorgas no total entre captação (475) e lançamento (40).

11.1. Quanto aos usos e usuários sujeitos à cobrança

Conforme a Lei Federal nº 9.433/1997, a cobrança perpassa os usos sujeitos à outorga, desde que se observem parâmetros como: (i) os volumes retirados e seu sistema de variação (captações, derivações e extrações); (ii) os volumes lançados em suas respectivas classes de enquadramento; (iii) os estudos, programas, projetos e obras incluídos nos planos de recursos hídricos; e (iv) o pagamento das despesas de implementação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), este limitado a 7,5% do total arrecadado. Além disso, os valores arrecadados com a cobrança devem ser aplicados na bacia em que foram gerados.

Dessa forma, quanto aos usuários sujeitos à cobrança:

- São aqueles sujeitos à outorga, conforme previsto na Lei Federal nº 9.433/1997 e suas diretrizes para o instrumento de cobrança, localizados nos rios de domínio da União pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema.

Usuários que não dependem de outorga para o uso de recursos hídricos, por consequência, passam a estar isentos da cobrança.

Quanto aos usos a serem cobrados, tem-se:

- Derivação, extração e captação (retirada) de água bruta (doravante apenas 'captação'); e
- Lançamento de efluentes, este pelo conteúdo de sua carga poluidora em Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO_{5,20} (medida que representa a quantidade de oxigênio consumido por microrganismos aeróbios para decompor matéria orgânica biodegradável, ao longo de 5 dias, sob temperatura controlada de 20°C), (doravante apenas 'lançamento').

11.2. Quanto a formulação da cobrança

O cálculo do valor a ser cobrado anualmente de cada um dos usuários outorgados pela União na Bacia do Rio Paranapanema se dá pela aplicação da seguinte fórmula:

$$\text{Valor Cob.} = (\text{Volume}_{cap} * PU_{cap\,(grupo.usuário)}) + (\text{Carga}_{lanç} * PU_{lanç\,(grupo.usuário)})$$

sendo:

- Valor cobrado = valor anual cobrado do usuário expresso em reais.
- Volume captado (Volume_{cap}) = volume derivado, captado e extraído medido ou outorgado, em m³/ano.
- Carga lançada ($\text{Carga}_{lanç}$) = $\text{Volume}_{lanç} * DBO_{5,20}$, 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 m³/ano, e a concentração de $DBO_{5,20}$.
- Preço Unitário (PU) = preço unitário expresso em R\$/m³ para captação, distinto por grupo de usuário ($PU_{cap\,(grupo.usuário)}$); ou expresso em R\$/Kg para lançamento de carga poluidora ($PU_{lanç\,(grupo.usuário)}$), distinto por grupo de usuário.

11.3. Quanto as medidas dos volumes de captação

Cabe a distinção da base da cobrança em função da medição ou estimativa coerente dos volumes captados. De acordo com as respostas ao questionário online (descrito no Capítulo 5), não houve convergência de opiniões dos usuários respondentes acerca da cobrança apenas sobre o volume de captação outorgado, em

detrimento ao volume medido ou estimado. O mecanismo de cobrança deve, portanto, prever a coexistência de grandezas outorgadas e medidas/estimadas. Mesmo que haja uma tendência de maior mensuração em detrimento à estimação, ambos os resultados poderão, em um dado ano, diferir da outorga concedida.

A diferenciação entre o volume outorgado para captação versus o volume efetivamente captado (ou seja, cuja captação é medida ou estimada de forma coerente) pode ocorrer tanto pelo efeito de reserva de mercado que a outorga pode ensejar, como por uma decisão empresarial de produção. 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 também sofra alterações para mais ou para menos, flutuações estas que não resultam em revisões dos valores outorgados.

De forma a utilizar do mecanismo de cobrança como um auxílio no alinhamento de interesses para que os usuários evitem outorgas superdimensionadas (que se configuram em reservas de mercado que podem restringir novos usos) ou subdimensionadas (que se configuram em risco hídrico para os usuários existentes), a proposta para tratar as eventuais diferenças entre volumes utilizados versus outorgados é a de cobrar pela média simples entre as duas grandezas. Ou seja:

- Caso haja medição ou estimativa coerente do volume captação, o volume captado para fins de cobrança é dado pela média aritmética (média simples) entre o medido e o volume outorgado para captação;
- Caso não haja medição ou estimação coerente, a cobrança se dá integralmente pelo volume outorgado de captação.

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 indicar a reserva de mercado que permaneceu intacta via outorga. No sentido oposto, em um ano em que haja um uso mais intensivo da água, 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.

Com a regra proposta, os usuários que não realizam a medição ou estimativa razoável de seu consumo, ou que a realizam, mas não a reportam a Declaração de Uso de Recursos Hídricos - DURH anualmente, terão claro incentivo de fazê-lo.

11.4. Quanto aos preços públicos unitários e diferenciação de usuários

A diferenciação do preço público unitário (PPU) por setor usuário, tanto para captação quanto para lançamento, é o pilar do mecanismo de cobrança aqui proposto. Com base nisso, a estruturação dos mecanismos para a cobrança federal na Bacia do Rio Paranapanema se fundamenta nos resultados do modelo econômico de otimização de preços apresentado nos Capítulos 7, 8, 9 e 10. Construído como um Modelo de Programação por Metas (MPM), seus resultados otimizam o atendimento concomitante dos três objetivos do instrumento de cobrança:

- Prover o reconhecimento da água como bem econômico, respeitando a disposição a pagar dos usuários e a eficiência de uso do recurso hídrico de acordo com o perfil de suas atividades (maximização do lucro do produtor e minimização dos custos das utilidades públicas);
- Minimizar o uso do recurso hídrico, considerando os usos racionais da água;
- Promover a arrecadação de recursos suficientes para cumprir com os objetivos de ação do CBH (tendo como partida os valores-objetivos de cada um dos três cenários de cobrança - referencial, mais ou menos intenso - vinculados ao PIRH-Paranapanema, permitindo ao CBH a implementação do instrumento de cobrança que atenda aos anseios e ambições de sua atuação).

O modelo permitiu inferir o custo de oportunidade do uso do recurso hídrico para uma ampla gama de usuários da bacia, de forma que a cobrança possa ser realizada de forma a gerar a maior eficiência possível no cumprimento concomitante dos três objetivos. Buscando diferenciar ao máximo possível as atividades subjacentes às outorgas de captação e lançamento, o modelo indica preços públicos unitários (PPUs) resultantes (respectivamente R\$/m³ e R\$/kgDBO) que expressam a escassez relativa e da capacidade de pagamento de cada um destes subsetores usuários.

Os resultados tornam evidente que a cobrança deve ser diferenciada o máximo possível por setor específico de atividade econômica usuária, haja vista que a combinação entre disposições a pagar, eficiências econômicas, volumes captados e cargas lançadas resulta em preços unitários diferenciados que respeitam - ao máximo possível - a capacidade de pagamento dos usuários. Além do preço público encontrado pelo modelo, portanto, tem-se a noção da capacidade de pagamento de cada usuário e a fração de sua disposição a pagar, inferindo o quanto se configura como uma cobrança relevante no sentido da eficiência econômica.

Importante ressaltar que os resultados dos estudos econômicos apontam para uma capacidade de pagamento suficiente para se chegar nas arrecadações anuais dos três cenários (que variam de R\$ 19,97 milhões no cenário de menor intensidade até R\$ 31,95 milhões no mais ambicioso, já contemplando o custeio da Entidade Delegatária).

Evidentemente que o rateio de toda a necessidade financeira do PIRH-Paranapanema apenas pelas 515 outorgas de domínio da União eleva o preço público unitário para patamares mais elevados do que os praticados em outras bacias hidrográficas. Trata-se, porém, de uma questão relativa, e não de capacidade de pagamento. Afinal, no cenário de maior intensidade, dentre os subsetores de atividades usuárias, a captura máxima da DAP é de 52,98% para captação e 58,21% para lançamento; já nas médias ponderadas respectivamente por volume e carga lançada, são de 12,32% e 49,06%.

Existe, ainda, a variação dos PPUs em função dos valores objetivos de cobrança (Tabela 192). No PIRH-Paranapanema, por exemplo, há prescrição de muitas ações a serem realizadas para o ciclo vigente de implementação, sendo que muita da necessidade financeira recai sobre estudos e aquisição de conhecimento que podem, com o tempo, sofrer reduções. A própria implantação das ações de restauração florestal em áreas críticas de prestação de serviços ecossistêmicos hidrológicos e hidrossedimentológicos tende a ser mais intensa no início, com perspectivas de desembolsos menores na manutenção e conservação da vegetação restaurada.

Tabela 192: Preço unitário base de cada cenário de cobrança (abrangência 1).

Subsetor	Cenário de Menor Intensidade		Cenário Referencial		Cenário de Maior Intensidade	
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
PUB	0,0415	0,5870	0,0593	0,5897	0,0692	0,4813

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

Idealmente, a cobrança deve respeitar a especificidade de cada um dos subsetores, aplicando-se os preços públicos unitários tal como apontam os resultados do modelo - de forma que a eficiência do mecanismo seja maximizada e haja respeito às capacidades de pagamento de cada setor de atividade econômica. Sob o restrito aspecto técnico, portanto, ideal seria que o mecanismo de cobrança realize a distinção de usuários de acordo com os subsetores tratados no presente estudo (no total de 33 deles, nem todos presentes nos rios de domínio da União). Uma vez que se antecipa a dificuldade institucional de se realizar a cobrança com base em tamanha diferenciação de subsetores, propõe-se a adoção dos 13 agrupamentos de cobrança apresentados no Capítulo 10, quais sejam:

- Grupo de Saneamento - Abastecimento de água; Esgotamento sanitário.
- Grupo de Consumo humano e Outros usos.

- Grupo de Irrigação 1 - Grãos (feijão, milho, soja, sorgo, aveia, trigo, 'rotação de grãos', 'cereais'); Pastagem (pasto, cobertura, alfafa, feno); Outras culturas temporárias não especificadas.
- Grupo de Irrigação 2 - Cana-de-açúcar.
- Grupo de Irrigação 3 - Citrus (laranja, limão); Café; Fruticultura (uva, banana, abacate, ameixa, amora, lichia, 'frutas', permanentes não especificadas); Hortícolas (batata, tomate, mandioca, hortaliças, 'lavouras'); Outras culturas temporárias não especificadas.
- Grupo de Criação Animal 1 - Aquicultura.
- Grupo de Criação Animal 2 - Criação de bovinos, de aves e de suínos.
- Grupo de Indústria 1 - Atividades das Divisões 17, 19 e 20 (CNAE/IBGE 2.0), inclusive: Fabricação de papel e celulose; Fabricação de álcool; Fabricação de açúcar; Adubos, fertilizantes e químicos.
- Grupo de Indústria 2 - Atividades das Divisões 10 e 11 (CNAE/IBGE 2.0), inclusive: Fabricação de produtos alimentícios; Fabricação de bebidas; Fabricação de produtos da carne; Moagem e fécula; Fabricação de laticínios; Fabricação de óleos vegetais.
- Grupo de Indústria 3 - Demais indústrias, inclusive: Fabricação de cimento; Curtimento e preparação de couro; Confecção de peças do vestuário; Metalurgia.
- Grupo de Extração Mineral 1 - Extração de pedra, areia e argila.
- Grupo de Extração Mineral 2 - Extração de outros minerais.
- Grupo Termoelétrica - Geração de energia termoelétrica.

Uma vez que nenhum dos subsetores individualmente apresentou captura da DAP acima do que poderia ser considerado como uma cobrança excessiva (lembrando que a própria consideração da disposição a pagar representa metade do excedente operacional bruto do produtor), a agregação dos preços nos agrupamentos de cobrança também sugere que essa relação se mantenha. Reforça-se que a máxima eficiência na cobrança requer a utilização de preços públicos desagregados.

Na dominialidade da União, são atualmente outorgados 18 dos 33 subsetores encontrados na bacia como um todo (dominialidades da União e dos estados), cada qual apresentando um PPU específico de acordo com os três cenários de implementação. Mesmo que nem todos os subsetores apresentem outorgas vigentes,

o desenho do mecanismo deve prever eventuais novas interferências de quaisquer ramos econômicos.

Reconhecendo-se que novos setores podem passar a figurar dentre os outorgados federais, a concessão destas interferências requereria a realização desta classificação para cada novo usuário. Nota-se que nos subsetores industriais e de irrigação, estão devidamente previstas outras atividades não existentes na atualidade, contemplando-se assim todas as atividades que possam vir a surgir (respectivamente, subsetores "indústria geral" e "outras culturas").

Enfim, para a proposição de preços públicos unitários para cada grupo de cobrança, utiliza-se dos resultados obtidos pelo modelo econômico de otimização de preços e realiza-se a média de preço de cada grupo, resultado da ponderação pelo volume de captação e de carga lançada. Com base nessa mecânica, apresenta-se na Tabela 193 os preços públicos unitários por grupo categorizado de cobrança em cada um dos três cenários de arrecadação.

Tabela 193: Preços públicos unitários por agrupamento de cobrança.

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

Grupo de Cobrança	Cenário de Menor Intensidade		Cenário Referencial		Cenário de Maior Intensidade	
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)
Termoelétrica	0,0373	-	0,0534	-	0,0623	-

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

Os preços públicos unitários foram arredondados à quarta casa decimal, como justifica-se no último tópico desta proposição de mecanismos de cobrança. Já os PPUs em vermelho são aqueles que podem ser aplicados para eventuais novas interferências de grupos de cobrança atualmente inexistentes no âmbito federal (cuja lógica de cálculo é detalhada no item abaixo).

11.5. Quanto aos preços de grupos de cobrança atualmente inexistentes

Haja vista vez que nem todos os agrupamentos detém outorgas vigentes nos rios de domínio federal, mas podem vir a tê-lo, faz-se necessário prever os preços públicos unitários para todos os grupos possíveis. De forma a manter a coerência econômica aportada pelo modelo de otimização de preços, utiliza-se dos resultados relativos obtidos por sua aplicação na abrangência mais ampla da bacia (abrangência 2, ou seja, todas as interferências participando da cobrança e rateando a totalidade das demandas financeiras da bacia, incluindo das bacias afluentes).

Na simulação da abrangência 2, todos os 33 subsetores de captação têm a alocação de um preço público unitário, pois foram consideradas as 4.335 outorgas. Pode-se, primeiramente, realizar o mesmo agrupamento de subsetores para calcular seus preços ponderados por volume e carga; então, calcula-se o valor relativo de cada preço público unitário (PPU) com base na sua relação com o preço unitário base (PUB) de cada cenário, compondo assim os PPUs em vermelho da Tabela 193. Mecânica similar é apresentada no item 10.6 para contemplar a eventual inclusão de cobrança pelo uso de água subterrânea.

A Tabela 194 apresenta os PPUs obtidos pela abrangência 2 para cada agrupamento de subsetores e o cálculo dos valores relativos da cobrança ao se considerar o PUB dessa abrangência, que é de R\$ 0,0121/m³ (o item 10.6 apresenta de o racional para essa aplicação de forma mais detalhada).

Tabela 194: Estabelecimento de PPUs relativos com base nos resultados da abrangência 2 do modelo (resultados para todas as interferências outorgadas na bacia, independente do âmbito).

Grupo de Cobrança	Preços Públicos de Captação na abrangência 2 do modelo (R\$/m ³)	Relação do PPU com o PPU de base (R\$ 0,0121/m ³)	Multiplicador para os novos PPUs
Saneamento	0,0119	98%	0,98
C. humano	0,0193	160%	1,60
Irrigação G1	0,0110	91%	0,91
Irrigação G2	0,0112	93%	0,93
Irrigação G3	0,0119	98%	0,98
Criação A. G1	0,0166	137%	1,37
Criação A. G2	0,0444	367%	3,67
Indústria G1	0,0140	116%	1,16
Indústria G2	0,0264	218%	2,18
Indústria G3	0,0343	283%	2,83
Mineração G1	0,0128	106%	1,06
Mineração G2	0,0245	203%	2,03
Termoelétrica	0,0109	90%	0,90
PUB de Captação	0,0121	-	-

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

Para um exemplo de aplicação do preço relativo, tem-se o Grupo 2 de criação animal (criação de bovinos, aves e suínos), que não é atualmente outorgado nos rios federais da bacia. Uma vez que, no cenário referencial, o PUB é R\$ 0,0593/m³, a cobrança de uma nova interferência deste grupo teria como seu PPU o valor do PUB multiplicado por 3,67, o que resulta em R\$ 0,2176/m³. O multiplicador é destacado em vermelho na Tabela 194 para os três agrupamentos que necessitam de PPUs.

Já para os preços públicos unitários de lançamento (R\$/kgDBO) a serem aplicados para as eventuais novas interferências de grupos de cobrança atualmente inexistentes, opta-se pela adoção do próprio PUB de lançamento (que é de R\$ 0,5870/kgDBO no cenário menor ambicioso; de R\$ 0,5897/kgDBO no cenário referencial; e de R\$ 0,4813/kgDBO no cenário de maior intensidade). Essa mecânica diverge da de captação uma vez que a aplicação da mesma lógica de preços relativos da abrangência 2 elevam alguns valores para além da DAP máxima pelo lançamento.

11.6. Quanto a diferenciação por locais críticos

As simulações do modelo econômico de otimização de preços de cobrança não consideraram de forma explícita uma eventual diferenciação por local crítico, ou seja, a identificação de tais locais, a priori, não fez parte dos insumos de entrada do modelo.

Não obstante, faz sentido econômico cobrar preços unitários majorados de usuários localizados em área de conflito, onde cada metro cúbico consumido por um usuário deixa de sê-lo por outro. O preço unitário, afinal, deve sinalizar a importância do recurso natural subjacente, que é dotado de valor econômico, e o é ainda mais intensamente nas regiões de conflito. É essa a motivação trazida pelo PIRH-Paranapanema ao prescrever o estabelecimento e a gestão de Unidades Especiais de Gestão (UEGs).

Propõe-se que, tal como a Deliberação Normativa CERH-MG nº 68/2021 do Estado de Minas Gerais e a Deliberação Conjunta nº 02/2019 do Distrito Federal, a adoção da cobrança na Bacia do Rio Paranapanema preveja a possibilidade de diferenciação de preços em função do balanço quali-quantitativo por área pré-delimitada. Caso o CBH identifique áreas críticas e queira diferenciar a cobrança para tais locais, não há necessidade de fazê-lo com adições ou alterações à fórmula de cobrança - mas pode ser expressa na identificação, para cada grupo de cobrança, de um preço majorado caso a interferência se localize em um local crítico.

Para balizar essa majoração de preços em locais críticos, pode-se novamente recorrer aos resultados do modelo econômico da abrangência 2 (considerando as três dominialidades). Os resultados discretos por sub-bacia revelam que existem algumas nas quais há majoração de PPUs, com destaque para a bacia afluente paranaense Norte Pioneiro. Eis que o PIRH-Paranapanema aponta uma das sub-bacias (a do Rio das Cinzas, inserida no Norte Pioneiro) como crítica, prescrevendo o levantamento de outras em estudo específico a ser desenvolvido. Esse estudo proposto trata de reconhecer, criar e manejar Unidades Especiais de Gestão (UEGs), ação de código GRH.F1.1, conforme lista apresentada no Capítulo 3.

Nas simulações de abrangência 2, os preços públicos ponderados na bacia Norte Pioneiro se mostram 44% superiores aos valores de base para a captação; e 15% mais altos para lançamento (Tabela 160: Resultados por bacia na abrangência 2, cenário referencial.). Estes percentuais representam, portanto, os dados de saída do modelo para a bacia mais crítica dentre as seis simuladas (conforme item 10.2).

Dessa forma, para a inclusão a posteriori de preços públicos unitários diferenciados por locais de alta criticidade, sugere-se utilizar o multiplicador 1,45 (arredondando-se do 44%) sobre o preço de captação, e o multiplicador 1,15 para lançamento, conforme exemplificado pela tabela abaixo.

Tabela 195: Aplicação da diferenciação dos preços públicos unitários em locais críticos.

Usos	PPU local não crítico	Multiplicador	PPU local crítico
Captação	0,1000*	1,45	0,1450 (resultado)
Lançamento	0,2000*	1,15	0,2300 (resultado)

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

11.7. Quanto aos usuários de pequeno porte

A cobrança pelo uso de recursos hídricos, como uma transação econômica qualquer, exige processos administrativos tangentes à emissão de boletos, verificação de pagamento e conciliação bancária, para além das funções já desempenhadas pelos

órgãos gestores de cadastro de usuários, averiguação e monitoramento de volumes captados e cargas lançadas. O custo adicional de transação pela cobrança é incorrido de forma independente do valor nominal do boleto emitido, seja este de dez reais ou dez mil reais¹⁵. Dessa forma, é comum que sistemas de cobrança tratem usuários de pequeno porte de forma diferenciada no intuito de reduzir o custo de transação.

Primeiramente, torna-se necessário definir os usuários de pequeno porte. Sugere-se aplicar uma linha de corte para os valores de cobrança anual, abaixo do qual o usuário passa a ser assim classificado - para o determinado período de vigência. Ao se adotar uma linha de corte, a definição de usuários de pequeno porte se torna dinâmica: em um determinado ano, um dado usuário pode ser assim classificado por ter captado um volume pequeno, sendo que no outro ano, devido ao aumento de sua captação, passa a ser um usuário de não pequeno porte.

A partir dessa definição, abrem-se duas possibilidades:

- a) Realizar a cobrança do usuário de pequeno porte com base em um valor único e fixo (em torno de R\$ 500, por exemplo), 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 (reduzindo, então, os custos de transação); ou
- b) Cobrar o usuário pelo valor correspondente à multiplicação do volume ou carga pelo preço unitário, independente de o resultado ser um valor pequeno (como, por exemplo, R\$ 5,00, R\$ 10,00 ou R\$ 20,00) que possa eventualmente não cobrir o custo de transação.

Nota-se que a escolha entre estas opções é pequena em termos de efeitos na arrecadação total - de forma geral, poucos pagadores de grande porte já concedem arrecadação suficiente. Sob a base de interferências em corpos d'água de domínio da

¹⁵ O custo de transação inclui despesas financeiras, de tempo e de recursos necessários para realizar uma transação econômica qualquer, como redigir e fazer cumprir contratos, organizar informações, monitorar e garantir o cumprimento de pagamentos etc.

União da Bacia do Rio Paranapanema, observa-se que a opção B (cobrança pelo valor correspondente à multiplicação do volume ou carga pelo preço unitário) teria R\$ 486,00 como sendo o menor valor nominal de captação. Já para a cobrança das interferências de lançamento, o menor valor nominal seria de R\$ 3,00, registrando-se outros valores nominais de R\$ 5,00, R\$ 11,00 e R\$ 34,00, por exemplo.

Já na opção A, simulando-se diferentes valores de linha de corte, observa-se que:

- Caso haja adoção de R\$ 1.000,00 de linha de corte, um total de 22 interferências passam a ser classificadas como 'pequeno porte'. Caso sejam cobradas pela taxa fixa de R\$ 500,00, agregam R\$ 11 mil de arrecadação (opção A); caso sejam cobradas pelo valor correspondente à multiplicação do volume ou carga pelo preço unitário (opção B), o valor arrecadado seria de R\$ 7.086,00 (diferença de R\$ 3,91 mil, que representa 0,01% do total potencial);
- Caso adote-se o valor de R\$ 2.500,00 como linha de corte, são 32 as interferências de passam a ser classificadas como 'pequeno porte'. Caso sejam cobradas pela taxa fixa de R\$ 500,00, agregam R\$ 16 mil de arrecadação; na opção B, agregariam R\$ 26.645,00 mil (diferença de -R\$ 10,65 mil, que representa 0,04% do total potencial);
- Caso o corte seja de R\$ 5.000,00, um total de 61 interferências passam a ser de 'pequeno porte'. A aplicação da taxa fixa resultaria em R\$ 30,5 mil de arrecadação; na opção B, agregariam R\$ 140.390,00 mil (diferença de -R\$ 109,89 mil, que representa 0,39% do total potencial);
- Por fim, com a adoção de uma linha de corte de R\$ 10.000,00, são 158 interferências que passam a ser 'pequeno porte'. Cobradas pela taxa fixa exemplificada de R\$ 500,00, gerariam uma arrecadação de R\$ 79 mil; na opção B, agregariam R\$ 880.334,00 mil (diferença de -R\$ 801,33 mil, que representa significativos 2,88% do total potencial).

Como se observa pelas simulações, a adoção de uma linha de corte de até R\$ 2,5 mil para a classificação de usuários de pequeno porte tem reflexo negligenciável na arrecadação total, ao passo que facilitaria a cobrança ao evitar a emissão e controle de pagamento de boletos de valores nominais baixos.

Uma vez que se trata de uma decisão que deve considerar tanto os custos de transação como a facilidade institucional frente aos usuários, pode-se optar tanto pela

instituição de uma taxa fixa (de R\$ 500,00, por exemplo), como ainda pela cobrança do valor nominal vigente. No mecanismo de cobrança, portanto, caso se opte pela opção A, deve-se adicionar a seguinte condição:

- "Caso o resultado da aplicação da formulação, em um dado ano, seja igual ou inferior a R\$ 2.500,00 (dois mil e quinhentos reais), o usuário passa a ser considerado como de pequeno porte, e assim passa a ser cobrado pela taxa fixa de [R\$ YY,YY] para o exercício vigente."

Qualquer que seja a opção, deve-se considerar que a cobrança desempenha o papel de sinalizar o valor econômico do recurso hídrico e sua escassez, sendo desejável, portanto, que a maior quantidade possível de usuários outorgados participe do mecanismo. Por menor que seja o valor absoluto da cobrança para um dado usuário em um dado ano, o fato de ser cobrado se configura na contribuição ativa com a gestão das águas e no reconhecimento, por consequência, do papel exercido pelo Comitê de Bacias e dos demais instrumentos de gestão. Sob esse racional, prepondera o caráter educativo sobre o arrecadatório.

Conforme as respostas ao questionário online (item 5.1), a maior parte dos respondentes (61%) aponta que os pequenos usuários devem participar da cobrança (ou seja, não serem isentos). As entrevistas com atores focais (item 5.2) corroboram o anseio pela participação dos pequenos usuários.

11.8. Vinculação com o Plano de Bacia e sua revisão

Conforme ressaltado no Capítulo 6, a cobrança se dá de forma vinculada ao plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica (PIRH-Paranapanema), que baliza as necessidades financeiras e os planos de aplicação dos recursos; ou seja, os recursos financeiros provenientes devem permitir a realização de ações previstas no plano de forma a proporcionar os benefícios da gestão sustentável das águas. A cobrança deve espelhar um ciclo de planejamento da bacia hidrográfica e, dessa feita, embora o mecanismo da cobrança possa permanecer imutável, os valores a serem utilizados como seus insumos devem variar, espelhando as necessidades dos próximos ciclos.

O mecanismo de cobrança deve prever a revisão das necessidades financeiras e consequentemente dos preços de cobrança a cada novo ciclo de planejamento. Recomenda-se, portanto, que a revisão do Plano de Bacia atualize os objetivos a serem atingidos com os recursos arrecadados pelo instrumento de cobrança, desdobrando-os em metas de execução de ações do programa de intervenções do plano. Supõe-se que essa revisão se dê em ciclo de 15 anos, coerente tanto com a amplitude de recursos estimada como em relação à expectativa de se rever o PIRH-Paranapanema.

11.9. Arredondamento e atualização monetária

Conforme observado nos itens precedentes, os preços de cobrança resultam em números significativamente menores do que a unidade. É importante, portanto, 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, adotando como padrão para tal o arredondamento à quarta decimal, ou seja, arredondar os valores para que não sejam menores do que quatro casas decimais. 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).

Para fins de aplicação do mecanismo de cobrança, portanto, todos os valores devem estar arredondados à quarta decimal.

Quanto à atualização monetária, deve-se seguir com as definições da resolução nº 192/2017 do CNRH, que estabelece a obrigatoriedade de correção anual dos valores de cobrança com base na variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). A resolução visa manter o poder de compra dos recursos arrecadados e desde então é utilizada como referência para atualizações dos valores cobrados nas bacias federais.

12. SIMULAÇÕES DOS CENÁRIOS DE COBRANÇA

O presente capítulo traz as simulações da cobrança com base nos mecanismos descritos no capítulo antecedente, fazendo uso dos 13 agrupamentos propostos para os subsetores de atividades econômicas e abordando cada um dos três cenários de cobrança. Recapitulando-se o exposto no Capítulo 6, cada um dos cenários vincula os valores a serem arrecadados com os objetivos explícitos de gestão (nexo entre o Plano e a Cobrança). As simulações são realizadas com a aplicação do mecanismo para cada uma das 475 outorgas de captação e 40 de lançamento expedidas pela União para a Bacia do Rio Paranapanema.

Para fins de simplificação, considerou-se os volumes e cargas outorgados como representativos dos volumes e cargas efetivamente captados e lançados, mesmo sabendo-se que na ponderação com os volumes medidos resultará em algum decréscimo. Inicialmente, retoma-se as demandas financeiras anuais (em valor anual equivalente - VAE) de cada um dos três cenários concebidos, já adicionados da previsão de custeio da Entidade Delegatária: no Cenário de Menor Intensidade/Ambição, tem-se necessidade de arrecadação de R\$ 19,97 milhões; no Cenário Referencial, são R\$ 27,89 milhões; já no Cenário de Maior Intensidade/Ambição, R\$ 31,95 milhões.

12.1. Cenário referencial

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

Tabela 196: Resultados de aplicação do mecanismo proposto para o cenário referencial.

Grupo de Cobrança	Preço Público Unitário		Resultado de Arrecadação (R\$)		
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação	Lançamento	TOTAL
Saneamento	0,1777	0,4708	1.866.571	505.168	2.371.739
C. humano	0,2520	0,5651	316.479	34.949	351.428
Irrigação G1	0,0298	-	9.719.602	-	9.719.602
Irrigação G2	0,0536	-	332.284	-	332.284
Irrigação G3	0,1180	-	5.632.147	-	5.632.147
Criação A. G1	0,0667	0,6583	2.529.964	284.947	2.814.911
Criação A. G2	0,2176	0,5897	-	-	-
Indústria G1	0,8918	0,5897	5.501.737	-	5.501.737
Indústria G2	0,1419	0,6813	197.928	740.440	938.367
Indústria G3	0,1681	0,5897	-	-	-
Mineração G1	0,0177	0,5897	104.124	-	104.124
Mineração G2	0,3151	0,5897	97.336	-	97.336
Termoelétrica	0,0534	-	-	-	-
PUB e TOTAL	0,0593	0,5897	26.298.172	1.565.504	27.863.676

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

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

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

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

Por exemplo, o Grupo 2 de mineração (extração de outras substâncias que não seja pedra, areia e argila) contribui com 0,37% do total arrecadado, embora seja cobrado por um PPU que supera o base em 531%. Isso decorre do fato de que só há um único usuário outorgado para essa atividade nos rios de domínio da União, responsável por captar 0,07% do volume total. Em contrapartida, o Grupo 1 de irrigação é o que apresenta a maior contribuição relativa para a captação (37%), mesmo tendo um PPU que representa 50% do base. A atividade, no entanto, é responsável por 73,5% do volume total outorgado e congrega 384 usuários (80,8% do total).

Tabela 197: Resultados relativos do mecanismo proposto para o cenário referencial.

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

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

12.2. Cenário de maior intensidade

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

Tabela 198: Resultados de aplicação do mecanismo para o cenário de maior intensidade.

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

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

A aplicação dos PPUs propostos para cada um dos grupos de cobrança, considerando o volume captado e a carga lançada, permite atingir plenamente o objetivo anual de arrecadação (R\$ 31,95 milhões), mantendo o atingimento dos demais objetivos de aplicação do instrumento de cobrança. Os PPUs apresentados em vermelho são aqueles que se preveem aplicar para novas interferências federais nos agrupamentos que atualmente não são representados. A Tabela 199 permite observar os resultados relativos do mecanismo proposto para o cenário de maior intensidade.

Tabela 199: Resultados relativos do mecanismo para o cenário de maior intensidade.

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

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

12.3. Cenário de menor intensidade

O valor-objetivo do cenário de menor intensidade é de R\$ 19,97 milhões anuais, resultando em um preço unitário básico (PUB) ponderado por volume de captação de R\$ 0,0415/m³ e de um PUB ponderado pela carga de lançamento de R\$ 0,5870/kgDBO.

Tabela 200: Resultados de aplicação do mecanismo para o cenário de menor intensidade.

Grupo de Cobrança	Preço Público Unitário		Resultado de Arrecadação (R\$)		
	Captação (R\$/m ³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação	Lançamento	TOTAL
Saneamento	0,1266	0,4489	1.329.372	481.714	1.811.086
C. humano	0,2051	0,5630	257.573	34.815	292.388
Irrigação G1	0,0229	-	7.453.806	-	7.453.806
Irrigação G2	0,0497	-	308.378	-	308.378
Irrigação G3	0,0830	-	3.960.582	-	3.960.582
Criação A. G1	0,0456	0,6676	1.730.604	288.995	2.019.598
Criação A. G2	0,1523	0,5870	-	-	-
Indústria G1	0,4829	0,5870	2.979.062	-	2.979.062
Indústria G2	0,1371	0,6926	191.249	752.750	943.999

Grupo de Cobrança	Preço Público Unitário		Resultado de Arrecadação (R\$)		
	Captação (R\$/m³)	Lançamento (R\$/kgDBO)	Captação	Lançamento	TOTAL
Indústria G3	0,1176	0,5870	-	-	-
Mineração G1	0,0176	0,5870	103.538	-	103.538
Mineração G2	0,3091	0,5870	95.471	-	95.471
Termoelétrica	0,0373	-	-	-	-
PUB e TOTAL	0,0415	0,5870	18.409.635	1.558.274	19.967.908

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

A aplicação dos PPUs propostos para cada um dos grupos de cobrança, considerando o volume captado e a carga lançada, permite atingir plenamente o objetivo anual de arrecadação (R\$ 19,97 milhões), mantendo o atingimento dos demais objetivos de aplicação do instrumento de cobrança. Os PPUs apresentados em vermelho são aqueles que se preveem aplicar para novas interferências federais nos agrupamentos que atualmente não são representados. A Tabela 201 permite observar os resultados relativos do mecanismo proposto para o cenário de menor intensidade.

Tabela 201: Resultados relativos do mecanismo para o cenário de menor intensidade.

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

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

13. PROPOSTA FINAL DE COBRANÇA

13.1. Sobre a proposta de cobrança

O objetivo do presente estudo é propor mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos nos rios de domínio da União da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema. Os mecanismos propostos partem do nexo entre as demandas financeiras do PIRH-Paranapanema e os três 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 demais instrumentos - planos de recursos hídricos, enquadramento dos corpos de água, outorga dos direitos de uso e sistema de informações.

A cobrança não é um imposto, e sim uma remuneração pelo uso de um bem público, cujo preço é fixado a partir da participação dos usuários da água, da sociedade civil e do poder público no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH).

Importante destacar que a atribuição de apresentar ao respectivo Conselho de Recursos Hídricos os mecanismos e preços de cobrança pelo uso de recursos hídricos a serem adotados em sua área de atuação é de responsabilidade do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), conforme inciso VI do artigo 38 da Lei nº 9.433, de 1997.

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

Desta agenda, destacam-se as inversões na conservação e restauração florestal, com destaque aos 16,85 mil hectares de áreas estratégicas para a promoção de serviços ecossistêmicos hidrológicos e hidrossedimentológicos. Conforme se descreve no Capítulo 14, os serviços ecossistêmicos fomentados geram externalidades positivas que superam os custos necessários.

Salienta-se ainda, como pressuposto, que as ações do Componente 1 do PIRH se mantém imutáveis, pois são essenciais para a gestão dos recursos hídricos na bacia. As demandas financeiras anuais de cada um dos três cenários concebidos, já adicionados da previsão de custeio da Entidade Delegatária, são de R\$ 19,97 milhões no cenário de menor intensidade, R\$ 27,89 milhões no cenário referencial, e R\$ 31,95 milhões no

cenário de maior intensidade. Todos consideram um ciclo de 15 anos de implementação das ações do PIRH.

Evidencia-se, assim, que o mecanismo proposto atende aos fatores críticos de sucesso elencados por ANA (2023) e OECD (2017), trazendo eficiência na função arrecadatória (em função do cenário de cobrança) e respeitando a capacidade de pagamento dos usuários, que são incitados a reconhecer o valor econômico do recurso natural sem, no entanto, comprometerem as atividades econômicas subjacentes.

Os cenários de cobrança estabelecem um nexo claro entre os objetivos do PIRH-Paranapanema e os objetivos da cobrança, explicitando o propósito deste importante instrumento de gestão dos recursos hídricos e permitindo o acompanhamento tanto dos montantes arrecadados 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 de Entidade Delegatária ou Agência da Bacia.

O processo de criação de tal instituição deve ser iniciado por solicitação do CBH com posterior aprovação pelos conselhos de recursos hídricos, estando condicionado à comprovação da viabilidade financeira assegurada pela cobrança pelo uso de recursos hídricos, até o limite de 7,5% do valor arrecadado. Esse é o limite de recursos da cobrança que pode ser utilizado no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do SINGREH. 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.

Devido à quantidade relativamente diminuta de interferências outorgadas nos rios de domínio da União (515, ou 12% do total), o cenário de menor ambição se apresenta como limite mínimo necessário de arrecadação para viabilizar a instalação e operação de uma Entidade Delegatária. Uma vez que a arrecadação prevista nesse

cenário é de R\$ 19,97 milhões anuais, a disponibilização do limite legal de 7,5% resulta em exatos R\$ 1,50 milhões para o financiamento da ED, que é o valor orçado para tal. Já nos cenários referencial e de maior intensidade, os montantes máximos de financiamento da ED sobem para, respectivamente, R\$ 2,09 milhões e R\$ 2,40 milhões.

Os mecanismos de cobrança propostos neste estudo foram fundamentados pela inovadora aplicação de um modelo econômico de otimização de preços, desenvolvido com base na Programação por Metas (MPM). Ao integrar os três objetivos legais da cobrança (eficiência econômica, uso racional da água e arrecadação financeira), o modelo apresentou preços de cobrança de forma a equilibrar objetivos frequentemente conflitantes, garantindo que refletissem a escassez do recurso hídrico, a capacidade de pagamento dos usuários e as metas financeiras trazidas por cada um dos cenários.

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

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

Por fim, os mecanismos propostos com base no modelo demonstram ser tecnicamente adequados para apoiar as decisões sobre a implementação da cobrança

pelo CBH-Paranapanema, promovendo uma gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos na bacia alinhada aos princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos.

13.2. Minuta simplificada de deliberação sobre a cobrança

Deliberação Normativa CBH-Paranapanema nº XX/XXXX

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

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

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

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

b) Volume lançado ($Volume_{lanç}$) = volume lançado de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, medido ou outorgado, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final, em m^3/ano .

c) Carga orgânica lançada ($Carga_{lanç}$) = concentração média de DBO_{5,20} anual lançada, em kg/m^3 .

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

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

Na qual:

Q_{out} = Volume de captação outorgado, em m³/ano, ou, na inexistência da outorga, nas informações declaradas no cadastro mantido pela ANA;

Q_{med} = Volume de captação medido, em m³/ano, declarado pelo usuário junto à ANA.

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

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

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

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

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

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

Na qual:

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

Volume captado ($Volume_{cap}$) = Volume derivado, captado e extraído medido ou outorgado, expresso em m³/ano.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[Cenário referencial]

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

[Cenário de maior intensidade]

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

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

[Cenário de menor intensidade]

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

§1. [caso se opte pela opção de cobrança de taxa fixa para os pequenos usuários] Caso o resultado da aplicação da formulação, em um dado ano, seja igual ou inferior a R\$ 2.500,00 (dois mil e quinhentos reais), o usuário passa a ser considerado como de

pequeno porte, e assim passa a ser cobrado pela taxa fixa de [R\$ YY,YY] para o exercício vigente (ver item 11.7).

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

Artigo 6. Os preços unitários (PU) de captação e lançamento definidos para a cobrança pelo uso de recursos hídricos nos rios de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema serão atualizados anualmente com base na variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE ou de índice que vier a sucedê-lo, conforme a Resolução nº 192, de 2017, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

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

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

14. BENEFÍCIOS DA COBRANÇA PELA PROMOÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Conforme abordado extensamente no presente estudo, a cobrança pelo uso da água cumpre três objetivos: (i) o de reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; (ii) o de incentivar a racionalização do uso da água; e (iii) o de se obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. Especialmente pelo terceiro objetivo, tem-se na cobrança um instrumento fundamental para promover a implementação das ações previstas no PIRH-Paranapanema.

A integração de ações de gestão hídrica com a arrecadação proveniente da cobrança reforça o papel do Comitê de Bacia Hidrográfica como ator central na coordenação de esforços voltados ao uso sustentável da água. Essa governança colaborativa contribui para alinhar os interesses de diferentes usuários e setores, consolidando um modelo de gestão participativa que gera valor não apenas econômico, mas também social e ambiental. Assim, a cobrança e a execução do Plano de Bacia desempenham um papel ímpar para assegurar a sustentabilidade dos recursos hídricos na bacia.

O mecanismo de cobrança permite arrecadar recursos financeiros que podem ser investidos em melhorias no uso e na proteção das águas, promovendo benefícios econômicos, ambientais e sociais para os usuários e para a sociedade em geral. Entre os principais benefícios, destaca-se a promoção do saneamento rural e dos instrumentos de planejamento municipal em saneamento (PMSB), cujos recursos aplicados para esse fim resultam em reduções nas cargas poluidoras lançadas nos corpos d'água. Tal medida eleva a qualidade da água, favorecendo múltiplos usos, além de gerar benefícios diretos para a saúde pública, ao mitigar doenças relacionadas

à exposição a águas contaminadas. Esses impactos positivos têm reflexos na economia local, com a redução de gastos com saúde e o aumento da qualidade de vida.

A execução do amplo conjunto de ações da agenda setorial, reforçadas pela atuação da "Equipe de Projetos e Apoio Volante", da mesma forma, tem o potencial de promover melhorias no uso da água e acelerar a adoção de práticas mais sustentáveis, tal como o reúso, por exemplo. A somatória de pequenas ações junto aos usuários certamente conduz à redução da pressão sobre os mananciais, como também contribui para a produtividade agrícola. A valorização desses resultados pode ser expressa pelo aumento do valor adicionado das atividades econômicas beneficiadas, embora com uma relação causa-efeito bastante difusa.

Além disso, os recursos da cobrança podem ser direcionados para a recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs). Essas ações promovem serviços ecossistêmicos valiosos, como a redução do assoreamento de rios e reservatórios, a melhoria da qualidade da água e a retenção de nutrientes no solo. Esses serviços oferecem benefícios amplos, desde a redução de custos de tratamento de água para abastecimento até a proteção da biodiversidade e a mitigação dos impactos das mudanças climáticas, aumentando a resiliência das bacias hidrográficas.

A atuação do Comitê de Bacias é essencial para que se promova o incremento de infraestrutura natural, pois é uma ação de benefícios materiais, porém difusa. A recuperação florestal é prevista no PIRH-Paranapanema principalmente pelas ações STR.A1.2 - Fomentar projetos de proteção e recuperação das áreas identificadas; e STR.A2.2 - Estimular a implantação de PSA, e tem como base uma quantidade referencial de hectares de Áreas de Preservação Permanente (APP) a serem restauradas – atualmente utilizadas para pastagem.

A restauração da vegetação nativa em áreas favoráveis à promoção de serviços ecossistêmicos pode ser vista como uma Solução baseada na Natureza (SbN), importante medida para estimular o aumento da entrada de água da chuva nos solos

de uma bacia hidrográfica, com consequências positivas para a recarga hídrica, melhoria da qualidade da água e maiores níveis de retenção de sedimentos.

Afinal, a presença de vegetação arbórea na superfície contribui para minimização das alterações do ciclo hidrológico local, potencializando processos hidrológicos responsáveis pela redução da velocidade e da quantidade dos escoamentos superficiais, com a infiltração e percolação da água no solo, e a interceptação da água pelas plantas. Tais processos, conforme ilustrado na Figura 40, são capazes de amenizar a força dos processos erosivos, diminuindo a perda de solo e seus nutrientes, a turbidez da água, o assoreamento dos corpos hídricos e a instabilidade dos taludes.

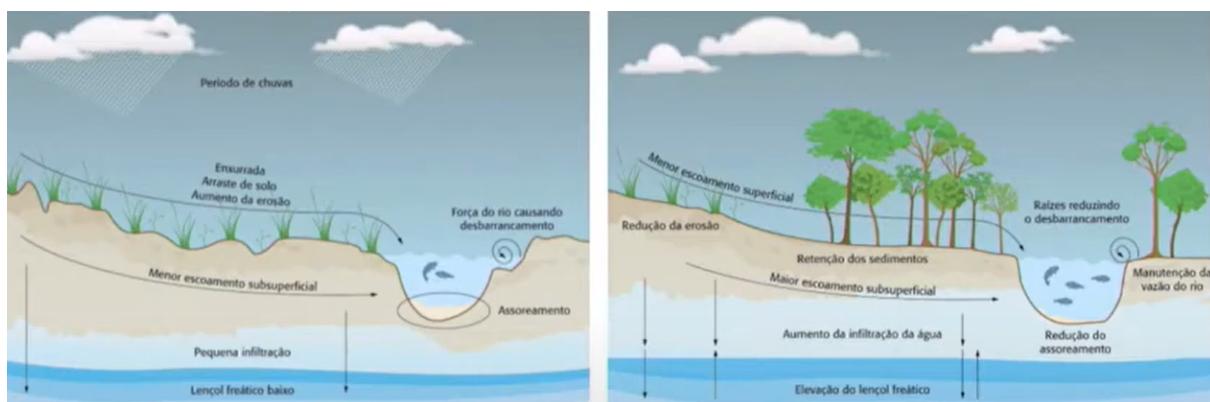


Figura 40: Processos hidrológicos em áreas com e sem vegetação arbórea.

Fonte: Adaptado de ANA (2021).

A quantificação da alteração promovida pelas intervenções nos serviços ecossistêmicos demanda modelagem dos efeitos físicos que tais ações teriam na escala de bacia hidrográfica. No intuito de trazer ordens de grandeza para os benefícios desse importante componente dos orçamentos associados ao PIRH-Paranapanema, potencialmente fomentado pela instituição do instrumento de cobrança, realizou-se modelagem do comportamento hidrossedimentológico da bacia. Os itens abaixo apresentam a aplicação metodológica dos serviços ecossistêmicos (14.1); os resultados físicos que podem ser obtidos por meio da restauração florestal em áreas estratégicas (14.2); e os benefícios para a sociedade que se derivam (14.3).

14.1. Modelagem de Serviços Ecossistêmicos

Para estimar a produção de sedimentos em diferentes cenários de uso e ocupação na Bacia Hidrográfica do Paranapanema (BHP), utilizou-se a plataforma *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* (InVEST), desenvolvida pelo Projeto Capital Natural (*Natural Capital Project*), da Universidade de Stanford, em colaboração com a Plataforma de Fundos de Água da América Latina. O InVEST é um conjunto de modelos de uso livre que operam em diferentes escalas, utilizando dados espaciais de uso e ocupação da terra, de variáveis climatológicas, de tipologias de solos, de topografia, de demandas de serviços ambientais, entre outros.

Um dos modelos do InVEST é o *Sediment Delivery Ratio* (SDR), utilizado para calcular a geração, retenção e entrega de sedimentos na paisagem e em corpos hídricos. Para estas funções, o SDR baseia-se na abordagem proposta por Borselli *et al.* (2008), na qual, analisa-se cada pixel do conjunto de dados inserido, primeiramente pelo cálculo da quantidade de perda anual de solo em cada pixel, para então calcular a taxa de entrega de sedimentos (SDR), a qual representa a proporção da perda de solo que realmente atinge o ponto de interesse.

Especificamente, a metodologia (Figura 41) adota os seguintes passos gerais: cálculo da taxa anual de erosão por pixel utilizando a Equação Universal de Perdas de Solo Revisada (RUSLE); cálculo do índice de conectividade¹⁶ para cada pixel; cálculo da taxa de entrega de sedimentos por pixel; cálculo da carga de sedimentos por pixel, e por fim, a carga de sedimento total da bacia. Destaca-se que a taxa de entrega de sedimento para cada pixel é dada em função da área de inclinação ascendente, caminho de fluxo descendente e fatores de gerenciamento dados pelas diferentes coberturas do solo.

¹⁶ O IC descreve a ligação hidrológica entre fontes de sedimentos (da paisagem) e sumidouros (como corpos hídricos), onde valores mais altos indicam que a origem da erosão tem mais probabilidade de chegar a um sumidouro (ou seja, é mais conectada), o que acontece, por exemplo, quando há vegetação esparsa ou declive mais alto. Valores mais baixos de (ou seja, menor conectividade) estão associados a mais áreas com vegetação e declives mais baixos.

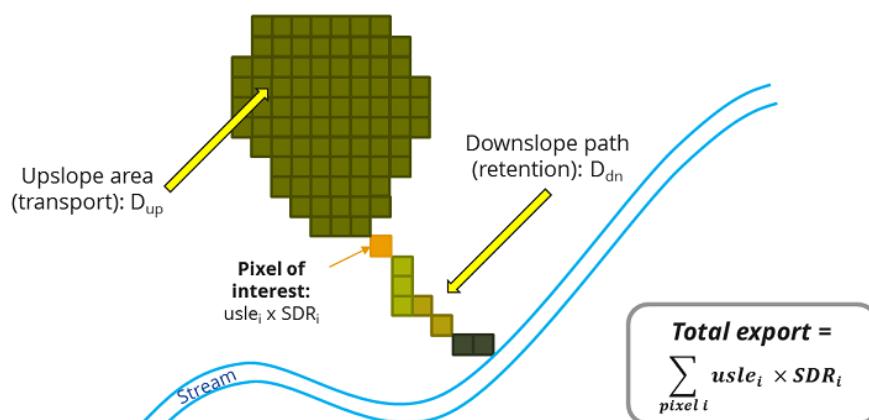


Figura 41: Representação conceitual do SDR.

Fonte: InVEST (2019)

Como resultado da metodologia, o modelo gera planos de informações espaciais contendo resultados finais e intermediários, tais como: perda potencial total de solo por pixel na cobertura original da terra; quantidade total de sedimento exportado de cada pixel que atinge o fluxo.

Além dos planos espaciais, o modelo gera uma tabela contendo os valores biofísicos para cada bacia hidrográfica, com campos como: quantidade total de sedimentos exportados para corpos hídricos; quantidade total de perda potencial de solo em cada bacia hidrográfica; diferença na quantidade de sedimento entregue pela bacia hidrográfica atual e uma bacia hidrográfica hipotética onde todos os tipos de uso da terra foram convertidos em solo descoberto; e quantidade total de sedimento depositado na paisagem em cada bacia hidrográfica.

Diante do exposto e considerando a ampla utilização do modelo em trabalhos técnicos e científicos voltados a análise da produção de sedimentos em bacias hidrográficas de várias regiões do país (Thá e Guimarães, 2022; Feltran-Barbieri et al., 2021; Feltran-Barbieri et al., 2018; Guimarães e Thá, 2018; Ozmet et al., 2018; Silva, Poliesi e Vieira, 2016), optou-se pela utilização do SDR para estimar a produção de sedimentos na BHP, cujos dados e procedimentos adotados serão apresentados na sequência.

14.1.1. Dados de entrada

A primeira etapa para implementação do SDR consiste na organização e preparação dos dados de entrada do modelo, quais sejam:

- **Modelo Digital de Elevação (MDE):** obtido pela plataforma *OpenTopography*, o MDE utilizado, foi o da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), de 30 metros de resolução espacial. O MDE fornece os atributos topográficos primários e secundários utilizados pelo SDR, como: declividade, direção de fluxo e fluxo acumulado;
- **Índice de Erosividade da Chuva (Fator R):** a partir de dados de precipitação de estações meteorológicas, disponíveis na plataforma do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os índices de pluviometria foram multiplicados pela equação proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), obtendo os Fatores R. A erosividade expressa a capacidade da chuva em causar erosão no solo sem cobertura vegetal, ou seja, é o potencial que a água tem de desagregar e transportar o solo;
- **Erodibilidade do Solo (Fator K):** foram utilizadas três bases distintas mapeamento de solos, o mapeamento de solos do estado do Paraná (EMBRAPA; EMATER, 1999); o mapa pedológico do estado de São Paulo (Rossi, 2017); e o mapa de solos do Brasil (IBGE, 2001). As classes de solo receberam fatores K, encontrados na literatura e apresentados na Tabela 202. A erodibilidade do solo é uma medida da suscetibilidade das partículas do solo ao desprendimento e transporte por agentes intempéricos, tais como vento, temperatura e água.
- **Cobertura da Terra:** obtido pela plataforma MapBiomass, o *raster* com 30 metros de resolução espacial, apresenta a espacialização da cobertura da terra em toda bacia do Rio Paranapanema. Para cada uma das 21 classes encontradas, foram atribuídos índices de proteção, perda e capacidade de retenção do solo, obtidos na literatura. A Tabela 203 apresenta os índices adotados para as classes de cobertura da terra;
- **Limite de Acumulação de Fluxo:** o valor adotado foi o índice padrão de 1000, sugerido pelo manual do modelo, já que este apresentou resultados satisfatórios na representação da drenagem. O limite de acumulação de fluxo relaciona-se diretamente com o cálculo do índice de conectividade hidrológica. Como forma de calibrar o valor resultante, o SDR traz, dentre os seus resultados intermediários, o fluxo acumulado gerado, o qual foi comparado com a hidrografia principal, revelando-se satisfatoriamente condizente;

- **Bacias Hidrográficas:** a partir do mapeamento das Unidades de Gestão Hídrica (UGH), fornecida pela ANA, cada bacia recebeu uma codificação correspondente para ser utilizada como recorte de análise da modelagem. É com base neste plano de informação que o SDR monta os quantitativos resultantes da modelagem;
- **Outros parâmetros:** os demais parâmetros (índice de conectividade hidrológica; taxa de entrega de sedimentos; e fração das partículas da camada superficial do solo mais finas do que a areia grossa) são, reconhecidamente, de difícil obtenção. Por isso, a documentação do SDR, sugere como *default*, os respectivos valores: 2; 0,5; e 0,8.

A figura abaixo, apresenta a espacialização ilustrativa dos dados espaciais de entrada do modelo. Todos esses planos espaciais foram obtidos ou convertidos em formato matricial, de resolução espacial de 30 metros, com exceção do *shapefile* "Bacias Hidrográficas", de formato obrigatoriamente vetorial. Destaca-se que, como será abordado na sequência, a cobertura da terra será o plano de informação responsável pela caracterização e alteração de cenários de comparação da produção de sedimentos na BHP.

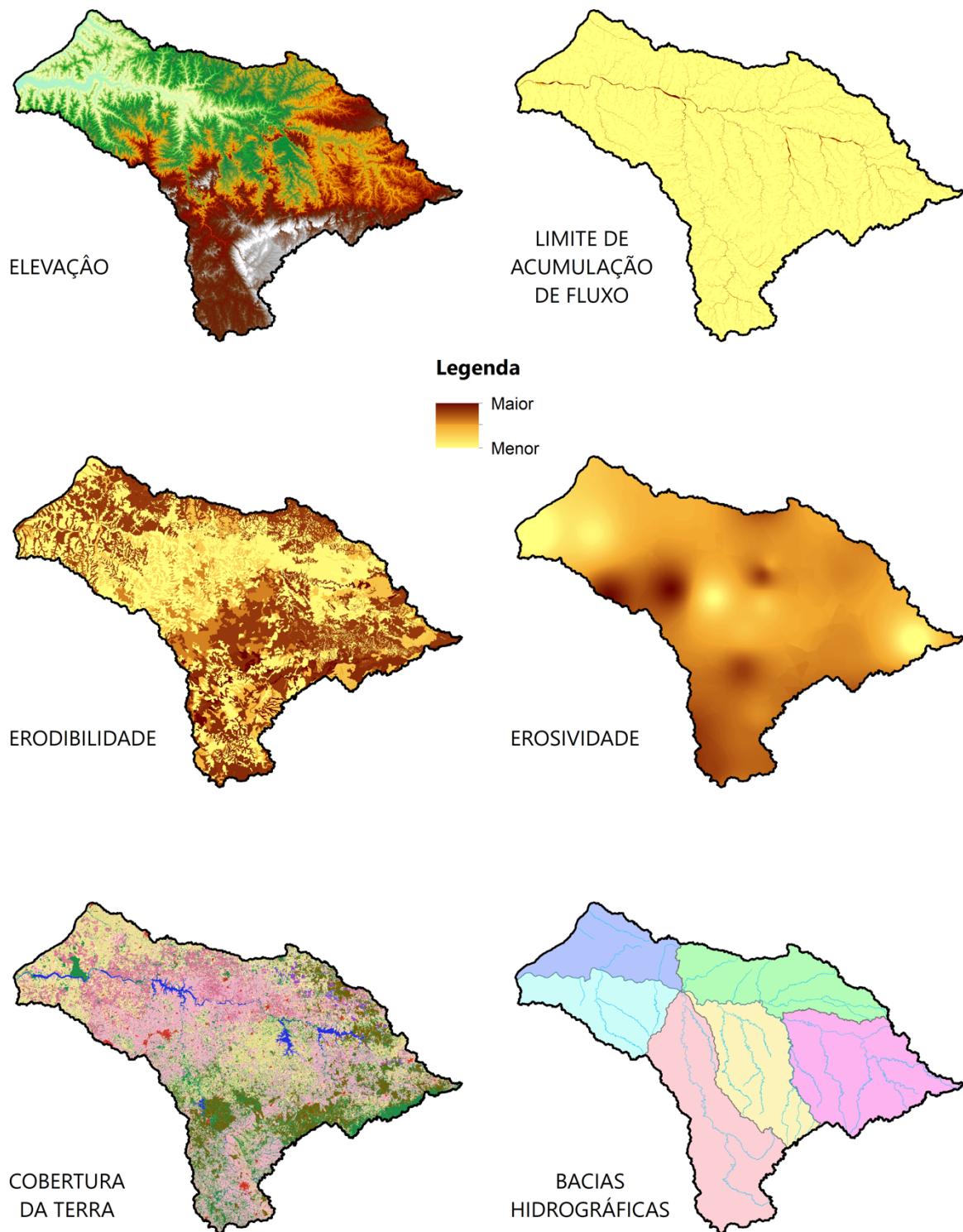


Figura 42: Espacialização dos dados de entrada espaciais do modelo.

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

Em complementação aos mapas e a explicação anterior sobre os dados de entrada, a Tabela 202 apresenta o Fator K adotado para cada classe de solo.

Tabela 202: Fator K adotado para cada classe de solo.

Classe	Fator K	Fonte
Argissolos Amarelos	0,04825	Gomez (2012)
Argissolos Vermelho-Amarelos	0,04250	Silva e Alvares (2005)
Argissolos Vermelhos	0,04825	Gomez (2012)
Cambissolos Háplicos	0,07000	Lima et al. (1990)
Cambissolos Húmicos	0,06000	Lima et al. (1990)
Gleissolos Háplicos	0,36120	Gomez (2012)
Gleissolos Melânicos	0,36120	Gomez (2012)
Latossolos Amarelos	0,02000	Lima et al. (1990)
Latossolos Brunos	0,02000	Lima et al. (1990)
Latossolos Vermelho-Amarelos	0,02000	Lima et al. (1990)
Latossolos Vermelhos	0,02000	Lima et al. (1990)
Neossolos Flúvicos	0,04700	Borges et al. (2003)
Neossolos Litólicos	0,03500	Borges et al. (2003)
Neossolos Quartzarênicos	0,00780	Borges et al. (2003)
Nitossolos Vermelhos	0,02375	Gomez (2012)
Organossolos Háplicos	0,06097	Gomez (2012)

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

Do mesmo modo, a Tabela 203 apresenta os índices de proteção, perda e retenção do solo para cada classe de cobertura da terra. O termo “usle_c” refere-se à proteção do solo. Já o termo “usle_p”, refere-se a perda de solo. Por fim, o termo “sedret_eff” refere-se à capacidade da cobertura vegetal de reter os sedimentos.

Tabela 203: Índices obtidos na literatura para cada classe de cobertura da terra.

LC	LULC	usle_c	usle_p	sedret_eff	Referência
3	Formação Florestal	0.001	1	0.88	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
4	Formação Savânica	0.01	1	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
9	Floresta Plantada	0.01	1	0.77	Azevedo (2012) e Panichi (1994)
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	0.001	1	0.88	Conceição (2014)

LC	LULC	usle_c	usle_p	sedret_eff	Referência
12	Formação Campestre	0.01	1	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
13	Outras Formações não Florestais	0.01	1	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
15	Pastagem	0.4	1	0.5	Conceição (2014)
20	Cana	0.2	0.5	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
21	Mosaico de Agricultura e Pastagem	0.4	1	0.5	Conceição (2014)
24	Área Urbanizada	0.9	0	0.5	Conceição (2014)
25	Outras Áreas não vegetadas	0.25	1	0.11	Azevedo (2017)
29	Afloramento Rochoso	0.25	1	0.11	Conceição (2014)
30	Mineração	1,00	0	0.05	Conceição (2014)
33	Rio, Lago e Oceano	0,00	1	1,00	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
39	Soja	0.2	0.5	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
41	Outras Lavouras Temporárias	0.2	0.5	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
46	Café	0.2	0.5	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
47	Citrus (beta)	0.2	0.5	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
48	Outras Lavouras Perenes	0.2	0.5	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)
62	Algodão	0.2	0.5	0.77	Silva, Poliseli, Vieira (2016)

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

Uma vez inseridos os dados espaciais já ajustados e/ou acompanhados com as especificações supracitadas, o SDR realiza os cálculos e sobreposições necessárias, gerando resultados espaciais e numéricos sobre a produção de sedimentos.

14.1.2. Resultados da cena atual

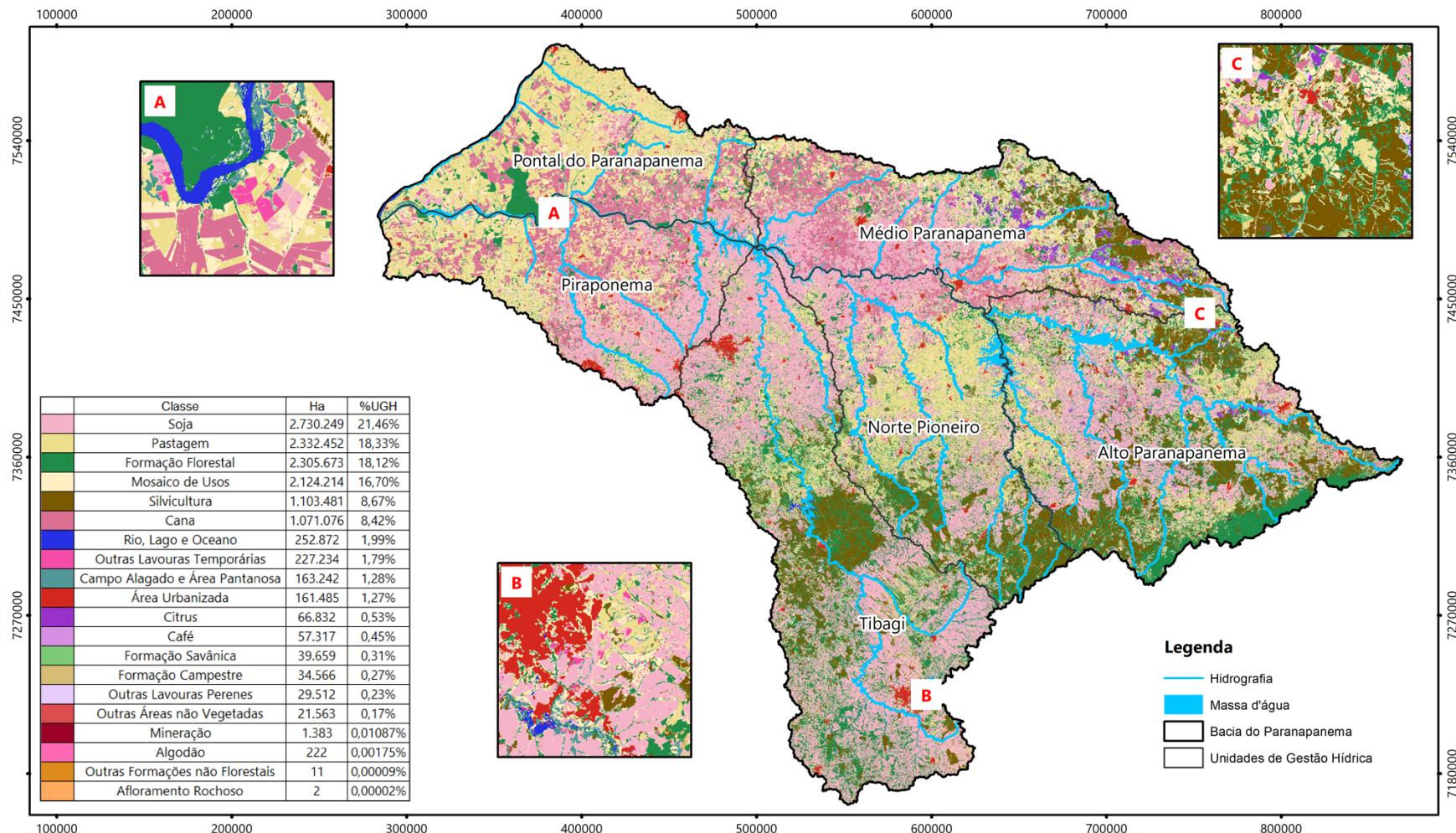
A cena atual consiste nos resultados da modelagem tendo como base os dados de cobertura da terra atual da BHP, mapeados pelo MapBiomass, referente ao ano de 2023. A Tabela 204 apresenta a área de cada classe e o percentual de cada classe em relação a área total da bacia. Na tabela também são apresentados os quantitativos de cada classe em área de preservação permanente (APP) de corpos hídricos e o percentual de cada classe em relação a área total de APPs dessa natureza na bacia.

Tabela 204: Área de cada cobertura na bacia e nas APPs da bacia.

Classes de Cobertura da Terra	Área Total da BH		Área das APPs	
	Hectares	%	Hectares	%
Soja	2.730.249	21,46%	40.481	3,27%
Pastagem	2.332.452	18,33%	144.938	11,71%
Formação Florestal	2.305.673	18,12%	611.918	49,44%
Mosaico de Usos	2.124.214	16,70%	289.930	23,42%
Silvicultura	1.103.481	8,67%	55.677	4,50%
Cana	1.071.076	8,42%	4.845	0,39%
Rio, Lago e Oceano	252.872	1,99%	12.468	1,01%
Outras Lavouras Temporárias	227.234	1,79%	10.311	0,83%
Campo Alagado e Área Pantanosa	163.242	1,28%	49.974	4,04%
Área Urbanizada	161.485	1,27%	2.228	0,18%
Citrus	66.832	0,53%	468	0,04%
Café	57.317	0,45%	1.236	0,10%
Formação Savânica	39.659	0,31%	5.354	0,43%
Formação Campestre	34.566	0,27%	4.873	0,39%
Outras Lavouras Perenes	29.512	0,23%	2.048	0,17%
Outras Áreas Não Vegetadas	21.563	0,17%	949	0,08%
Mineração	1.383	0,010%	99	0,0080%
Algodão	222	0,0017%	0	0,000013%
Outras Formações não Florestais	11	0,00009%	3	0,00026%
Afloramento Rochoso	2	0,00002	0	0,0000004%
Total Geral	12.723.045	100,00%	1.237.800	100,00%

Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025), a partir dos dados de MapBiomass e Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável (FBDS).

A delimitação das APPs de corpos hídricos provém da junção dos dados da Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável (FBDS), mapeados por meio da classificação supervisionada de imagens *RapidEye*, ano base 2013, na escala de visualização de 1:10.000, para os 247 municípios situados na Bacia do Paranapanema. Destaca-se que da base da FBDS, foram utilizados apenas os polígonos que delimitam as APPs, sendo que a cobertura da terra dessas áreas teve como base os dados do MapBiomass, referente ao ano de 2023. O mapa da Figura 43 espacializa a cobertura da terra em toda a BHP.

**Figura 43: Cobertura da terra atual na BHP.**

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

Após a implementação do modelo, obteve-se os resultados da produção de sedimentos para a cena atual. A leitura dos números relativos, isto é, a produção estimada de sedimento por hectare, apresentados na Tabela 205, demonstra que na situação atual a produção média de sedimentos em toda BHP é de 3,97 t/ano/ha de sedimentos exportados para os rios e 42,02 t/ano/ha depositados na paisagem.

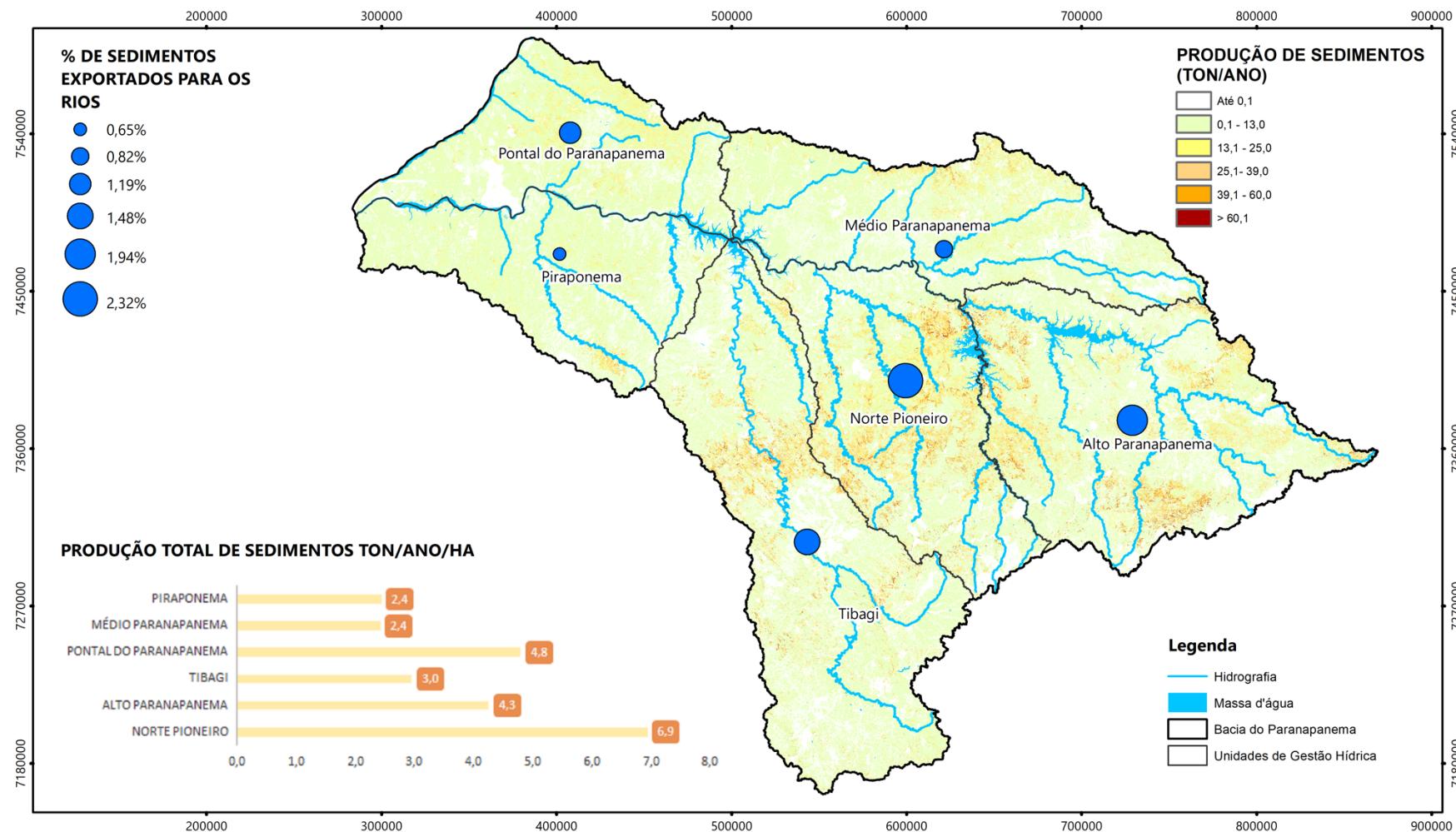
Na perspectiva por UGH, os dados demonstram que a Unidade do Norte Pioneiro e Alto Paranapanema são as que apresentam as maiores taxas de produção de sedimentos. O modelo aponta que a bacia do Norte Pioneiro é responsável por mais de 27% da produção de sedimentos exportados para os rios de toda BHP. Ainda, é possível observar que a quantidade de sedimentos exportados por hectare, dentro da bacia do Pontal do Paranapanema, supera o índice da bacia do Alto Paranapanema, mesmo possuindo uma quantidade total inferior.

Tabela 205: Quantidade de sedimentos exportados para rios e depositados na paisagem na cena atual.

UGH	Exportado para os rios			Depositado na paisagem		
	t/ano	t/ano/ha	%BHP	t/ano	t/ano/ha	%BHP
Norte Pioneiro	11.575.807	6,945	27,67%	115.409.370	69,242	25,29%
Alto Paranapanema	9.679.686	4,260	23,14%	114.466.107	50,372	25,09%
Tibagi	7.379.211	2,957	17,64%	95.542.359	38,289	20,94%
Pontal do Paranapanema	5.925.842	4,802	14,16%	52.914.458	42,879	11,60%
Médio Paranapanema	4.062.553	2,425	9,71%	48.434.029	28,906	10,61%
Piraponema	3.215.312	2,446	7,69%	29.515.878	22,452	6,47%
Total	41.838.411	3,972	100,00%	456.282.202	42,023	100,00%

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

A Figura 44, apresenta a espacialização da produção de sedimentos na BHP no cenário atual.

**Figura 44: Produção de sedimentos na cena atual.**

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

Tais resultados convergem com o constatado por outras publicações, tais como:

- O Atlas Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, elaborado pela UNESP apontou maiores perdas de solo na UGH Norte Pioneiro e menor na UGH Piraponema;
- Gouveia, Barros e Silva (2018) apontaram que a produção de sedimentos na BHP varia de 27,8 t/ano/ha até 168,8 t/ano/ha, sendo que a média total de perdas de solo é 70,5 t/ano/ha. Para os autores, a UGH Norte Pioneiro e a que possui maior tendência de perda de solos, alcançando 168,8 ton/ha/ano;
- Fronza, Rocha e Pletsch (2023), analisando o oeste do estado do Paraná, concluíram que mais da metade da área estudada apresenta baixa perda de solo (0 a 2,5 t/ha/ano), enquanto áreas com nitossolos e maior dissecação do relevo apresentaram perdas superiores a 50 t/ha/ano;
- Souza e Galvani (2017) investigaram o potencial natural à erosão laminar na sub-bacia do rio Jacaré Guaçú, pertencente à bacia do Rio Tietê, em São Paulo, e indicam que mais de 90% da área estudada apresenta potencial alto (200 a 600 t/ha/ano), muito alto (600 a 1.000 t/ha/ano) ou extremamente alto (> 1.000 t/ha/ano);
- Vansan e Tomazoni (2020), estudando o rio São José, localizado no município de Francisco Beltrão, no sudoeste do Paraná, pertence à bacia hidrográfica do rio Iguaçu, identificaram que mais da metade da área total (54%) estava em classes superiores a 100 t/ano/ha.

No entanto, na perspectiva das UGHs, os resultados diferem do apontado pelo PIRH-Paranapanema (2016), que indicou elevada produção de sedimentos, nas UGHs Pontal do Paranapanema e Piraponema, as quais apresentaram menores índices no presente estudo.

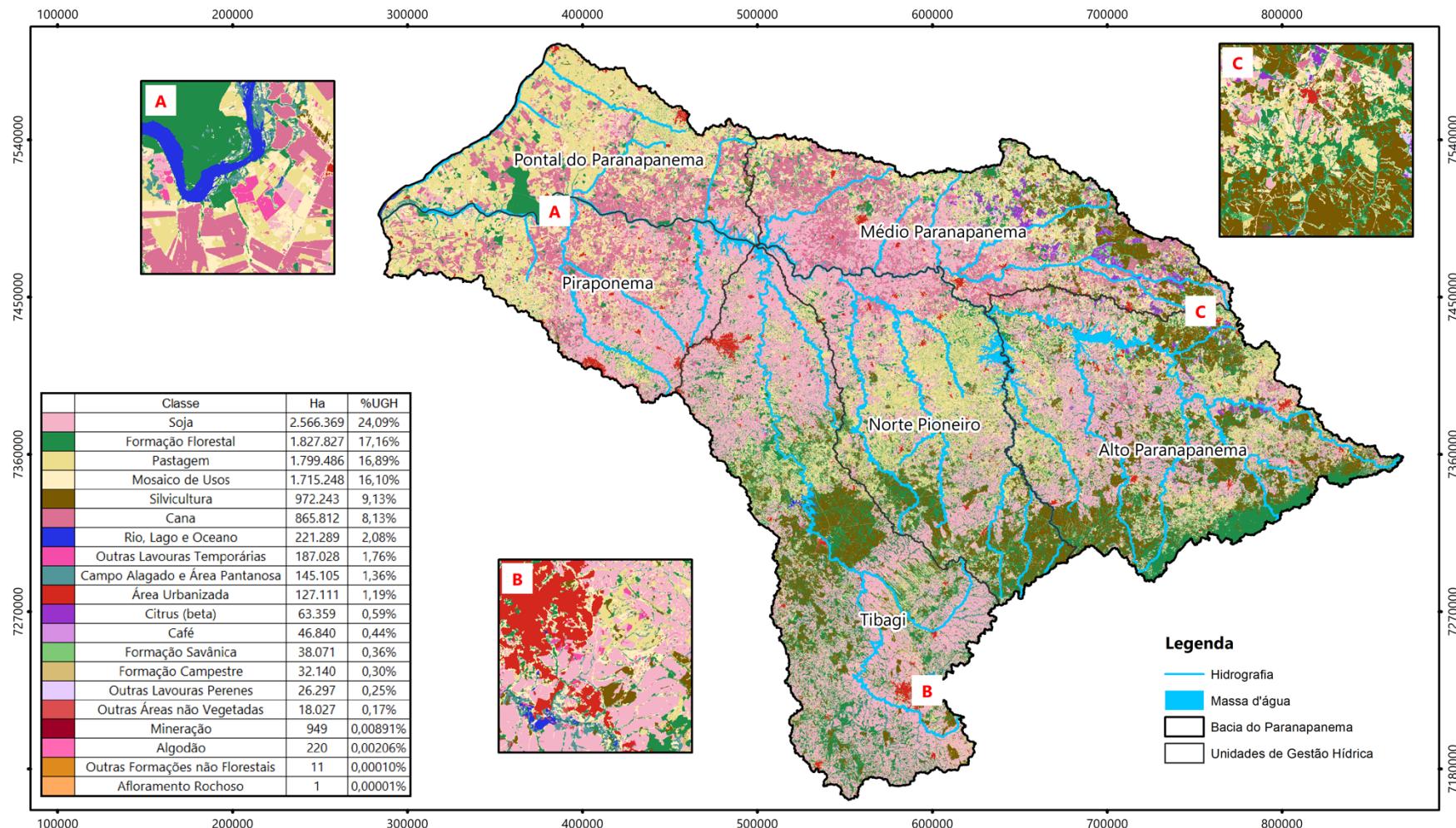
14.1.3. Cenário de fomento dos serviços ecossistêmicos

Partindo dos resultados obtidos pela cena atual de uso e cobertura da terra na bacia do Paranapanema, foi elaborado para fins de comparação da produção de sedimentos na bacia, um cenário especulativo, considerado plausível em relação a evolução do uso do solo. Esse cenário considera que cerca de 12% das APPs, distribuídas por toda a bacia e presentes nas áreas de maior produção de sedimento

atual, ocupadas atualmente por pastagens, serão recuperadas a partir do reestabelecimento da cobertura florestal.

Estas áreas de maior produção de sedimentos foram mapeadas pelo InVEST quando da implementação do modelo para o cenário atual. Utilizou-se o valor de referência de 5 t/a adotado a partir da classificação dos resultados por desvio padrão, seguido da análise visual do histograma de frequência, objetivando abranger um percentual de área próximo, porém inferior a 15% do estabelecido pelo cenário.

O mapa da figura abaixo apresenta a cobertura da terra esperada para este cenário.

**Figura 45: Cobertura da terra esperada para o cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos.**

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

14.2. Resultados físicos dos Serviços Ecossistêmicos

Os dados da Tabela 206 demonstram que com a restauração de 16,85 mil hectares (0,16% da BHP), correspondente a ~12% das áreas de APPs de cursos hídricos ocupadas por pastagem, haveria uma redução de 1.668.165,94 t/ano de sedimentos exportados para os rios e 1.258.382,39 t/ano de sedimentos depositados na paisagem.

Tabela 206: Demanda por restauração florestal e comparativo da produção de sedimentos no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos em relação à cena atual.

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

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

Como observado na Tabela 206, houve uma redução de 1,021 t/ano/ha de sedimentos exportados para os rios e 0,669 t/ano/ha de sedimentos depositados na paisagem. A bacia do Norte Pioneiro apresentou a maior redução de sedimentos exportados para os rios, ao passo que a Alto Paranapanema apontou maior redução dos sedimentos depositados na paisagem. Tais resultados sugerem que investimentos de restauração florestal nessas bacias tendem a ser mais efetivos no controle da produção de sedimentos e consequentemente prolongamento da capacidade dos reservatórios.

De forma a enfatizar a comparação dos cenários e sintetizar os resultados, apresenta-se o comparativo em percentual da produção de sedimentos na cena atual e no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos. A Tabela 207 demonstra que com a concretização das ações de restauração florestal, haveria a redução de 3,99% de sedimentos exportados nos rios e redução de 0,28% de sedimentos depositados na paisagem.

A UGH do Norte Pioneiro e do Pontal do Paranapanema são as unidades com maior impacto de redução de sedimentos exportados para os rios, já no caso dos sedimentos depositados na paisagem, a bacia do Alto Paranapanema apresentou o melhor índice de redução com relação à cena atual.

Tabela 207: Comparação percentual da produção de sedimentos no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos em relação à cena atual.

UGH	Exportado para os rios		Depositado na paisagem	
	t/ano/ha	t/ano/ha	t/ano/ha	t/ano/ha
Alto Paranapanema	-0,12	-2,84%	-0,24	-0,48%
Médio Paranapanema	-0,06	-2,35%	-0,07	-0,24%
Norte Pioneiro	-0,53	-7,61%	-0,18	-0,26%
Piraponema	-0,000001	-0,000003%	-0,000004	-0,000002%
Pontal do Paranapanema	-0,29	-6,09%	-0,12	-0,28%
Tibagi	-0,02	-0,75%	-0,06	-0,15%
Total	-1,02	-4,29%	-0,67	-0,27%

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

Outra métrica comparativa é a eficiência da restauração florestal, utilizada para representar o quanto cada hectare reflorestado é capaz de contribuir para a redução na produção de sedimentos. A Tabela 208 mostra que a restauração de um hectare na BHP é capaz de reduzir em média 99,06 t/ano/ha a descarga de sedimentos para os

rios. Do mesmo modo, cada hectare restaurado reduz em 74,73 t/ano/ha a deposição de sedimentos na paisagem. Na UGH do Tibagi este índice é ainda mais elevado, com uma redução de 224,31 t/ano/ha, o que demonstra uma diminuição na ocorrência de processos hídricos de erosão nessa bacia.

Tabela 208: Comparativo da eficiência florestal no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos.

UGH	Exportado para os rios	Depositado na paisagem
	t/ano/ha	t/ano/ha
Alto Paranapanema	-53,44	-107,40
Médio Paranapanema	-106,88	-130,19
Norte Pioneiro	-119,00	-40,09
Piraponema	-0,09	-0,55
Pontal do Paranapanema	-131,34	-53,86
Tibagi	-86,03	-224,31
Total	-99,06	-74,73

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

Por fim, o mapa da figura abaixo espacializa a síntese da produção de sedimentos exportados para os cursos hídricos no cenário plausível, onde nota-se que as bacias com maior eficiência na redução de sedimentos são Tibagi e Médio Paranapanema.

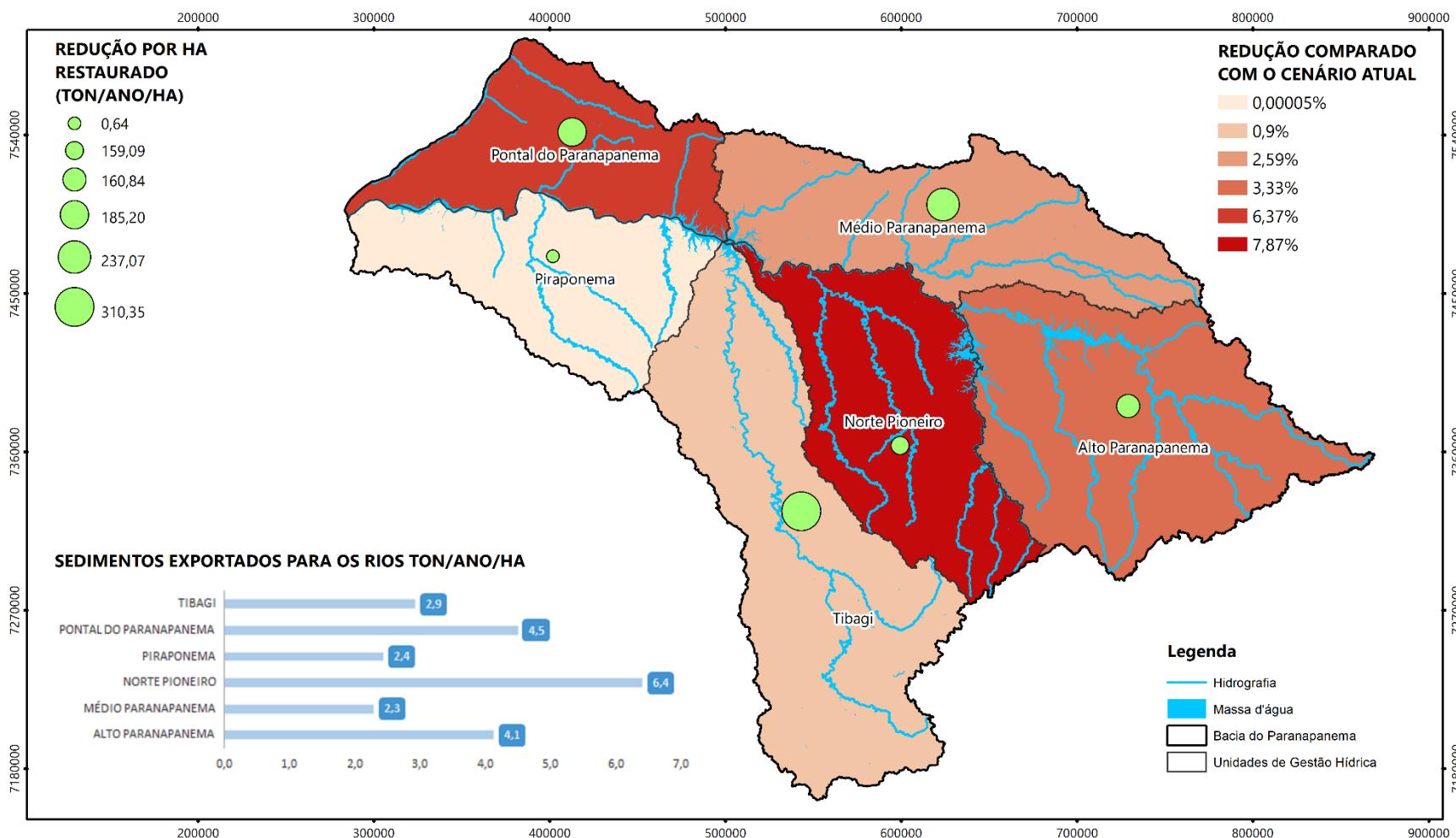


Figura 46: Produção de sedimento e eficiência florestal na produção de sedimentos exportados para os rios no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos.

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

Embora o SDR apresente limitações técnicas como a não contemplação de processos erosivos específicos – tal como a erosão de margem e erosões causadas por movimentos gravitacionais de massa, normalmente associados a eventos de precipitação intensa – seu principal ganho não é a estimativa precisa e quantitativa da produção de sedimentos, mas sim, a comparação dessa produção em diferentes perspectivas de uso e ocupação. No caso aplicado, o ganho é a comparação entre a cena atual de uso do solo e o cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos por meio da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Nesse sentido, os quantitativos aqui apresentados, embora condizentes em termos de ordem de grandeza com outros trabalhos semelhantes, são indicativos da distância encontrada entre a cena atual e o cenário de restauração de vegetação nativa.

No caso do BHP, verificou-se uma grande variação da produção de sedimentos, tanto no cenário de fomento aos serviços ecossistêmicos, como nas próprias UGHs. Tal constatação, justificada pela ampla abrangência territorial e pela alta diversidade de características físicas e antrópicas existentes na bacia, evidencia a importância de se conhecer onde a aplicação dos recursos financeiros para implementação de ações de combate e minimização dos processos erosivos surtiriam os melhores efeitos.

Como resposta a esta demanda, o SDR apontou que as unidades do Norte Pioneiro e Pontal do Paranapanema, são as mais sensíveis as mudanças de uso e cobertura da terra, fazendo com que a gestão territorial deva priorizar a promoção e manutenção da vegetação florestal, principalmente em APPs e locais que reúnem aspectos favoráveis aos processos erosivos, tais como a maior incidência de chuva, presença de média e alta declividade e tipologias de solo de maior erodibilidade.

Além disso, a aplicação do SDR mostrou que as unidades do Médio Paranapanema e Tibagi são potencialmente mais capazes de responder, de forma assertiva e eficiente, aos investimentos a serem realizados no plantio florestal ou técnicas de regeneração florestal. Na unidade do Pontal do Paranapanema, por

exemplo, um hectare plantado em APPs, pode ser responsável por uma redução de 131,34 t/a de sedimentos que chegam aos cursos hídricos, bem como a mesma alteração, feita na unidade do Tibagi, pode diminuir em 224,31 t/a de sedimentos que são depositados na paisagem.

14.3. Resultados econômicos dos Serviços Ecossistêmicos

Conforme se apresentou no item 14.1, foram realizadas duas diferentes rodadas do modelo SDR: a primeira delas tendo como dados de entrada o uso do solo atual; a segunda abordando um cenário no qual ocorre o fomento aos serviços ecossistêmicos via recuperação das APPs em áreas prioritárias. Dada a redução na exportação de sedimentos promovida pelo aporte de infraestrutura natural e consequente geração de serviços ecossistêmicos, são identificados três benefícios, cada qual é detalhado e valorado na sequência.

Cabe reforçar que foram modelados, ao todo, 16,85 mil hectares de APP restaurados em locais prioritários para o fomento dos serviços ecossistêmicos hidrossedimentológicos. A área recuperada é equivalente a 3,1% do total de 552,26 mil ha de APP de cursos d'água que não estão sob alguma cobertura de solo natural. A recuperação destas áreas corresponde ao que se previu nas relações entre o Plano de Bacia e o estabelecimento da cobrança e sua necessidade de arrecadação (relação Plano-Cobrança). Dessa forma, tem-se um vínculo (ao menos conceitual) entre as áreas prioritárias que podem ser recuperadas com o apoio do instrumento de cobrança e os benefícios ecossistêmicos que podem ser assim promovidos.

Os três cenários de cobrança (cenários de menor intensidade, referencial e de maior intensidade) dedicam parte significativa dos valores arrecadados para a promoção da infraestrutura natural, mas não de forma equivalente.

O cenário de prerrogativas menos ambiciosas de cobrança apresenta uma variação para menos na intensidade de determinadas ações de fomento à proteção e

recuperação das áreas (STR.A1.2) e de implantação de PSA (STR.A2.2). Nesse cenário, foi prevista redução de 50% nesses orçamentos, o que de forma simplista pode ser demonstrado pela promoção de metade dos benefícios integrais estimados pela modelagem.

Já no cenário de prerrogativas mais ambiciosas de cobrança, ocorrem variações a maior na intensidade de determinadas ações suportadas pela cobrança. Algumas destas ações majoradas guardam estreita relação com os proprietários rurais e a elaboração de programas de intervenção ao nível de propriedade - que são também necessárias para a promoção da recuperação de áreas de APP. Estas ações são a de elaborar projetos de recuperação das áreas críticas na zona rural (STR.B1.1), implantar ações específicas de recuperação e conservação dos solos nas áreas críticas na zona rural (STR.B1.2), e elaborar projetos na zona rural, de controle de carga poluidora de origem agrícola e animal (STR.B2.2). Dessa forma, é esperado que no cenário de maior intensidade de cobrança, os resultados do fomento aos serviços ecossistêmicos modelados sejam também maiores. Como uma forma simplista de demonstrar essa sinergia, estima-se que os benefícios sejam 15% maiores.

14.3.1. Benefício pela melhor qualidade da água

O menor aporte de sedimentos que chega aos corpos d'água da BHP promove uma melhora na qualidade da água. Isso ocorre porque há retenção de cargas poluentes, bem como se tem menores níveis de sólidos em suspensão. Uma das formas mais estudadas de se valorar o benefício para a sociedade dessa melhora na qualidade da água é por meio da redução que se espera ter nos custos com o tratamento dessa água, custo que é incorrido pelos prestadores de serviços de saneamento. Afinal, o tratamento da água implica na redução da turbidez para os níveis exigidos para a garantia da potabilidade da água, o que por sua vez exige o uso de químicos (agentes coagulantes) e consumo de energia elétrica.

Uma estimativa precisa sobre os efeitos da redução dos sólidos em suspensão e consequentes níveis de turbidez é altamente dependente das condições locais (físicas e econômicas), e exige modelagem específica para tal com base em dados de monitoramento que permitem relacionar os níveis de turbidez com o aporte de insumos químicos, por exemplo, além de demandar informações de vazão (que varia intraanualmente) específicas do local analisado¹⁷. A realização de tal esforço para os rios da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, com suas 115 outorgas de captação superficial para fins de abastecimento humano, foge ao escopo do presente estudo.

É possível, no entanto, utilizar de referências de outros estudos para se aplicar um parâmetro representativo. Nesse contexto, é de grande valia a publicação de Price e Heberling (2018), que conduziram extensa e sistemática revisão de literatura sobre os efeitos da qualidade da água bruta nos custos de tratamento de água (a maior parte da literatura sendo norte-americana). Os autores compilaram 46 graus de elasticidades entre diversos parâmetros de qualidade da água e 29 elasticidades de mudanças de uso do solo, relativos aos custos de tratamento. Dentre as medidas de qualidade de água, os autores reportam a variação de 0,23% no custo de tratamento de água a cada 1,00% de variação na carga de sedimentos. Esse parâmetro é resultado da média dos estudos sistematizados, e é estatisticamente significativo (Price e Heberling, 2018).

A comparação entre os resultados do modelo InVEST SDR com o uso do solo atual e com o cenário de restauração de áreas prioritárias para retenção de sedimentos, permite identificar a redução percentual no aporte de sedimentos aos corpos d'água. Dessa forma, aplica-se sobre essas reduções a elasticidade obtida para se ter as variações nos custos de tratamento de água. Por fim, aplicou-se a redução nas despesas com a prestação dos serviços, já calculadas para fins de aplicação do modelo econômico.

¹⁷ Para estudos com essa especificidade, ver: Thá e Guimarães, 2022; Feltran-Barbieri et al., 2021; Feltran-Barbieri et al., 2018; Guimarães e Thá, 2018; Ozmet et al., 2018; Guimarães e Thá, 2017.

Pela metodologia apostada, desvendou-se que os custos totais de tratamento de água nos municípios componentes da bacia montam em R\$ 1,44 bilhão por ano (2022). Caso os investimentos em infraestrutura natural sejam efetivados, pode-se esperar que tais custos sejam reduzidos em 0,92%, o que se traduz em um benefício anual da ordem de R\$ 5,92 milhões no cenário referencial, conforme se observa na Tabela 209. A Tabela 210 apresenta os benefícios por UGH, notando-se que na Piraponema os resultados são ínfimos devido à consideração da restauração de apenas 10 hectares.

Tabela 209: Benefício anual para a bacia pela melhor qualidade da água.

	Cenário de Menor Intensidade	Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade
Variação na exportação de sedimentos aos corpos d'água (%)	-1,99%	-3,99%	-4,59%
Variação nos custos de tratamento de água com base na elasticidade* (%)	-0,46%	-0,92%	-1,05%
Benefício da redução dos custos de tratamento de água (R\$, mil)	2.958,59	5.917,18	6.804,75

Nota: *Price e Heberling, 2018. Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

Tabela 210: Benefícios anuais por UGH pela melhor qualidade da água (R\$).

UGH	Cenário de Menor Intensidade	Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade
Norte Pioneiro	661.331	1.322.661	1.521.060
Alto Paranapanema	883.088	1.766.176	2.031.103
Tibagi	563.730	1.127.460	1.296.579
Pontal do Paranapanema	213.174	426.347	490.299
Médio Paranapanema	637.260	1.274.519	1.465.697
Piraponema*	-	-	-

* Dada a restauração de apenas 10 hectares, os resultados correspondentes de benefícios são ínfimos.
Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

Sabe-se que a redução do aporte de sedimentos aos corpos d'água na bacia não é linear - afetará alguns trechos de rio de forma mais intensa que outros; também não há, necessariamente, a captação para fins de abastecimento nos locais mais beneficiados. Da mesma forma, a estrutura dos custos de tratamento de cada estação

de tratamento de água é distinta, pois depende da tecnologia empregada e de outros parâmetros de qualidade da água que não necessariamente variam em função do aporte de sedimentos.

Não obstante estas conhecidas imprecisões na valoração do benefício obtido, o modelo InVEST SDR produziu resultados consistentes na escala da bacia, sendo que os valores apostos são representativos das ordens de grandeza associadas. O intuito da valoração aqui realizada, afinal, é a de demonstrar os benefícios à sociedade que se espera obter pela melhoria na qualidade da água, sendo que a forma de valoração via redução de custos de tratamento de água é uma proxy para tal.

14.3.2. *Benefício por menor assoreamento*

Além da melhoria da qualidade da água, um benefício social adicional oriundo do menor aporte de sedimentos aos corpos d'água é a menor decantação desses sedimentos no leito dos rios, lagoas e reservatórios da bacia. A partir do aporte de sedimentos, parte dele é mantido na coluna d'água como sólidos em suspensão (que geram turbidez e deterioram a qualidade da água, como visto no item precedente), e outra parte acaba por decantar. A erosão laminar do solo, aos poucos, aporta sedimentos ao leito de reservatórios de água e nos leitos dos rios, contribuindo para a redução da vida útil dos primeiros e impactando na velocidade de escoamento dos segundos.

Uma forma de se realizar a valoração econômica desse importante serviço ecossistêmico é pela perda evitada na geração de energia elétrica (método de custo evitado): afinal, o assoreamento reduz o volume útil dos reservatórios, o que diminui a capacidade de armazenar água que, por consequência, reduz o potencial de geração de energia. Uma vez que a Bacia do Rio Paranapanema apresenta significativos aproveitamentos hidroenergéticos, essa seria uma forma bastante adequada de

tradução do valor da menor sedimentação; não obstante, a modelagem de operação das usinas ocorre em cascata, é complexa e foge do escopo deste estudo.

Uma vez que o assoreamento segue sendo indesejado, utiliza-se outra baliza de valor para o método de custo evitado: o custo de retirada desse material, por meio de dragagem do sedimento. O assoreamento que deixa de ocorrer devido ao aporte de infraestrutura natural pode ter seu valor à sociedade estimado pela proxy postulada pela hipótese de que esse excesso teria de ser dragado para se evitem suas repercussões negativas (independentemente de ser efetivamente dragado ou não).

O Sistema de Custos Referenciais de Obras do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, na categoria de equipamentos, apresenta o custo horário de operação para uma draga tipo backhoe¹⁸ com capacidade de 7 m³ (código SICRO E9126) no estado de São Paulo e do Paraná. Dada a capacidade produtiva do equipamento e o custo de mão de obra de operação (que requer um marinheiro de convés e um dragista), tem-se um custo médio para os estados de R\$ 6,33 por metro cúbico dragado (ref. de custo em outubro de 2024, considerando-se eficiência operacional de 80%). Esse custo pode ser tido como balizador mínimo de retirada dos sedimentos, uma vez que não contempla projetos de engenharia e demais custos de acesso e de disposição adequada do material dragado.

O próximo passo é estimar a taxa de decantação de sedimentos em suspensão, ou seja, a porcentagem de sedimentos aportados aos rios que se acumulariam nos leitos dos corpos d'água, lagoas e reservatórios. Ao realizar estudo sobre valoração dos serviços ambientais das APPs para a qualidade das águas de um conjunto de bacias hidrográficas no estado de São Paulo, Sousa Junior (2011) indicou uma taxa de assoreamento média de 50%. Sabe-se que essa taxa deve ser muito superior em

¹⁸ Considerou-se esse tipo de draga como referencial dada sua maleabilidade de operação e utilização em casos de dragagem de leitos de rios e reservatórios. Essa draga funciona como uma escavadeira, puxando o solo para uma caçamba que, depois, é içada até o nível da água. Em seguida, o solo retirado é depositado em um batelão ou em caçambas estacionárias, a depender do porte do equipamento e do local de operação.

reservatórios, bastante presentes no rio Paranapanema, onde o ambiente aquático passa de lótico para lêntico, mas sua estimativa demandaria observar a relação entre o volume máximo operacional de cada reservatório e o volume médio anual das vazões afluentes ao mesmo. De forma simplificada, portanto, assume-se a taxa de 50% de assoreamento médio.

Faz-se também necessário converter os valores de descarga sólida anual estimada pelo modelo InVEST SDR (em toneladas) para valores de volumetria (m^3), visto que atividades de dragagem e desassoreamento são normalmente calculadas por volume. Novamente de acordo com Sousa Junior (2011), assume-se que cada 1,5 toneladas de sedimentos retidos correspondem a um metro cúbico.

No Cenário Referencial, o benefício anual da dragagem evitada chega a R\$ 3,52 milhões, valor significativo que denota a importância da restauração das APPs. Nota-se que não necessariamente essa dragagem ocorreria de fato, mas o que ela representa é o serviço ambiental que traz valor para a sociedade.

A Tabela 211 apresenta os resultados da variação promovida na exportação de sedimentos aos corpos d'água, a correspondente variação promovida no assoreamento destes e o benefício do custo evitado de dragagem para a Bacia do Rio Paranapanema. Na sequência, a Tabela 212 apresenta os benefícios por UGH.

Tabela 211: Benefício anual para a bacia pelo menor assoreamento.

	Cenário de Menor Intensidade	Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade
Variação promovida na exportação de sedimentos aos corpos d'água (t/a)	-834.083	-1.668.165	-1.918.390
Variação promovida no assoreamento dos cursos d'água (m^3/a)	-278.028	-556.055	-639.463
Benefício do custo evitado de dragagem por menor assoreamento (R\$, mil)	1.758,90	3.517,81	4.045,48

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

Tabela 212: Benefícios anuais por UGH pelo menor assoreamento (R\$).

UGH	Cenário de Menor Intensidade	Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade
Norte Pioneiro	929.285	1.858.571	2.137.356
Alto Paranapanema	290.209	580.419	667.482
Tibagi	58.255	116.511	133.987
Pontal do Paranapanema	380.617	761.235	875.420
Médio Paranapanema	100.535	201.071	231.232
Pirapónema*	-	-	-

* Dada a restauração de apenas 10 hectares, os resultados correspondentes de benefícios são ínfimos.

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

14.3.3. Benefício pela menor perda de solo agrícola

Os dois benefícios tratados anteriormente abordam as consequências da redução do aporte de sedimentos aos cursos d'água na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema. A retenção de sedimentos decorrente do aporte de infraestrutura natural, no entanto, também beneficia a paisagem como um todo e não somente seus cursos d'água. Conforme os resultados do modelo InVEST SDR, uma porção bastante significativa de sedimentos passa a ser retida na paisagem e deixa de ser perdida. Como forma de estimar a ordem de grandeza econômica à sociedade desse serviço ambiental, adota-se a valoração pela proxy do custo evitado de reposição de nutrientes em solo agrícola.

Os autores Pereira, Tôsto e Romeiro (2019) realizaram, no município paulista de Araras (localizado na bacia hidrográfica Mogi-Guaçu, UGRHI 09), a estimativa de perda dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, em função da erosão laminar. Estes valores foram aferidos para quatro grupos de cultura, quais sejam: cana-de-açúcar (colheita mecanizada e queimada), citrus, para as culturas anuais de soja e milho, e para o café. Os autores estimaram a quantidade de fertilizantes (sulfato de amônia, superfosfato simples, cloreto de potássio e calcário dolomítico) necessários para repor os nutrientes perdidos a cada ano pelo processo de erosão laminar.

Supondo-se que a taxa de redução de perda de sedimentos na paisagem como um todo se replique nas áreas agrícolas, pode-se utilizar das saídas do modelo InVEST SDR para calcular a redução percentual de perda teórica de solo agrícola. Com base nos dados de Pereira, Tôsto e Romeiro (2019), inicialmente se calcula o custo teórico de reposição de todo o solo perdido (situação sem os serviços ecossistêmicos), sobre o qual pode-se aplicar a redução a partir das melhorias ambientais que reduzem tal perda. Essa redução de custos é a proxy, enfim, para os benefícios sociais de menor perda de sedimentos na paisagem. A Tabela 213 apresenta os dados agregados utilizados para a valoração do benefício.

Tabela 213: Dados para a valoração do benefício de menor perda de nutrientes do solo agrícola.

	Cana-de-açúcar ⁴	Citrus (laranja e limão)	Culturas anuais (soja e milho)	Café
Taxa de erosão laminar específica ¹ (ton/ha.ano)	3,90	2,90	14,50	2,90
Reposição de sulfato de amônia (kg/ha.ano) ¹	19,12	14,22	69,68	14,00
Reposição de superfosfato simples (kg/ha.ano) ¹	0,58	0,43	2,13	0,43
Reposição de cloreto de potássio (kg/ha.ano) ¹	0,68	0,51	2,49	0,61
Reposição de calcário dolomítico (kg/ha.ano) ¹	9,86	7,34	35,91	7,30
Custo de reposição dos nutrientes (R\$/ton.ano) ²	93,04	69,27	339,17	70,53
Área agrícola por grupo de cultura (hectare) ³	1.132.355	131.264	2.686.182	60.939
Custo anual de reposição de nutrientes (R\$, mil)	105.354,76	9.093,30	911.079,26	4.297,84

Notas: ¹ Dados compilados de Pereira, Tôsto e Romeiro (2019). ² A estimativa de custos de reposição dos nutrientes demandou consulta aos valores de mercado dos fertilizantes sulfato de amônia (R\$ 1.000/ton), superfosfato simples (R\$ 800/ton), cloreto de potássio (R\$ 1.500/ton) e calcário dolomítico (R\$ 80/ton), realizada com base em cotações nos estados de São Paulo e Paraná nos portais www.mfrural.com.br e <https://blog.verde.ag/pt/mercado-agricola> no mês de dezembro de 2024. ³ PAM/IBGE. ⁴ Considerou-se apenas os dados para cana-de-açúcar colhida mecanicamente. Elaborado pelo Consórcio EnvEx-Ferma-Kralingen Rio Paranapanema (2025).

A somatória do custo anual de reposição de nutrientes na Bacia do Rio Paranapanema é de elevados R\$ 1,03 bilhão, o que resulta em um custo unitário médio de R\$ 256,77 por hectares cultivado. Dentre as quatro culturas investigadas, a cana-de-açúcar tem um custo anual de R\$ 93,04 por hectare; os citrus de R\$ 69,27/ha; as culturas anuais de soja e milho apresentam o valor mais elevado (R\$ 339,17/ha); enquanto o café se aproxima dos citrus com um custo anual de R\$ 70,53/ha.

Os resultados de Pereira, Tôsto e Romeiro (2019) indicam, no município de Araras, uma perda de solos de cerca de 308 mil toneladas/ano, resultando em um custo de R\$ 3,27 milhões por ano para reposição dos nutrientes (corrigido pelo IPCA). Este valor representa um custo unitário de R\$ 82,98/ha, refletindo as condições de solo específicas do município e da combinação de plantios lá cultivados.

Com base nos dados apresentados, é possível estimar a redução nos custos hipotéticos de reposição dos nutrientes perdidos pela erosão laminar dos solos agrícolas na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema promovido pelos serviços ecossistêmicos hidrossedimentológicos.

As tabelas abaixo (Tabela 214 e Tabela 215) apresentam os valores desse importante e ainda pouco estudado serviço ambiental, sabendo-se tratar de ordens de grandeza relevantes, mesmo que estimadas com premissas generalistas.

Tabela 214: Benefício anual para a bacia pela menor perda de nutrientes em solo agrícola.

	Cenário de Menor Intensidade	Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade
Variação promovida na exportação de sedimentos na paisagem (t/a)	-629.192	-1.258.383	-1.447.1440
Variação promovida na exportação de sedimentos na paisagem (%)	-0,14%	-0,28%	-0,32%
Benefício do custo evitado de reposição de nutrientes em solo agrícola (R\$, mil)	1.099,85	2.199,69	2.529,65

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

No cenário referencial, tem-se uma indicação de R\$ 2,20 milhões por ano em benefícios trazidos por este serviço ecossistêmico. Embora o valor não seja tão alto quanto o dos demais serviços ecossistêmicos abordados, tem-se um valor representativo frente aos investimentos requeridos para sua obtenção.

Tabela 215: Benefícios anuais por UGH pela menor perda de nutrientes em solo agrícola (R\$).

UGH	Cenário de Menor Intensidade	Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade
Norte Pioneiro	-204.892	-409.784	-471.251
Alto Paranapanema	-378.111	-756.221	-869.655
Tibagi	-240.706	-481.412	-553.623
Pontal do Paranapanema	-61.102	-122.204	-140.535
Médio Paranapanema	-215.022	-430.043	-494.550
Piraponema*	-	-	-

* Dada a restauração de apenas 10 hectares, os resultados correspondentes de benefícios são ínfimos.

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

14.3.4. Síntese dos benefícios da infraestrutura natural

Os três itens precedentes apresentaram os benefícios que se desdobram a partir da maior capacidade de retenção de sedimentos que se estima após a restauração de apenas 16.851 hectares de áreas estratégicas para tal na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema. Retoma-se que estas áreas são assim distribuídas: 7,41 mil ha no Norte Pioneiro; 5,15 mil ha no Alto Paranapanema; 2,75 mil ha no Pontal do Paranapanema; 0,89 mil ha no Médio Paranapanema; 0,64 mil ha no Tibagi; e 0,01 no Piraponema.

A restauração de 16,85 mil hectares de áreas prioritárias na Bacia do Rio Paranapanema resulta em benefícios econômicos anuais significativos, variando conforme o cenário de intensidade da restauração. No cenário referencial, os benefícios anuais calculados chegam em R\$ 11,63 milhões, destacando a relevância da restauração ambiental como estratégia para promover serviços ecossistêmicos hidrossedimentológicos com potencial de gerar economias substanciais.

A Tabela 216 traz os benefícios de redução dos custos de tratamento de água, custo evitado de dragagem por menor assoreamento e custo evitado de reposição de nutrientes em solo agrícola forma conjunta. Já a Tabela 217 apresenta os resultados agregados por UGH.

Tabela 216: Benefício anual pela prestação de serviços ecossistêmicos da infraestrutura natural.

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

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

Tabela 217: Benefícios anuais totais por UGH pelo fomento de serviços ecossistêmicos (R\$).

UGH	Cenário de Menor Intensidade	Cenário Referencial	Cenário de Maior Intensidade
Norte Pioneiro	1.795.508	3.591.016	4.129.668
Alto Paranapanema	1.551.408	3.102.816	3.568.239
Tibagi	862.691	1.725.382	1.984.190
Pontal do Paranapanema	654.893	1.309.786	1.506.254
Médio Paranapanema	952.817	1.905.633	2.191.478
Pirapónema*	-	-	-

* Dada a restauração de apenas 10 hectares, os resultados correspondentes de benefícios são ínfimos.

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

Tal como apostado no item 6.1.5, o custo anual estimado para efetivar a restauração destas áreas e mantê-las preservadas ao longo do tempo mediante Pagamento por Serviços Ambientais (ação STR.A2.2 - Estimular a implantação de PSA) é de R\$ 11,07 milhões, o que resulta em um valor médio de R\$ 657/ha durante 15 anos. Com base nesse referencial de custos, tem-se que os benefícios os cobrem plenamente, tornando-se um investimento certeiro para a bacia.

De fato, além dos benefícios aqui calculados, a restauração de áreas de preservação permanente ciliares promove outras externalidades positivas, tal como a estabilização geológica das margens dos rios e a preservação da biodiversidade terrestre e aquática, criando corredores ecológicos que favorecem o fluxo gênico de fauna e flora. A promoção da restauração florestal também contribui para o sequestro de carbono, ajudando na mitigação das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). (2017). **Água na indústria: uso e coeficientes técnicos.** Brasília: ANA.

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

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas.** Brasília: ANA, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos: Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos.** Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR), 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Cobrança pelo uso dos recursos hídricos.** 2019. Encarte ao Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos. Brasília.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Estudo de implementação e aplicação de modelos hidrodinâmicos e de qualidade das águas superficiais de domínio da União como apoio à tomada de decisões em proposta de enquadramento** - Estudo de caso dos rios Paranapanema e Itararé integrado aos reservatórios em suas calhas na UGRH Paranapanema. NT-SP2-02 - Cenarização dos usos pretensos dos recursos hídricos superficiais, da potencialidade, disponibilidade e demanda da água na UGRH Paranapanema. Fevereiro de 2020, Universidade Federal do Paraná (UFPR).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Estudo de subsídio à implementação da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.** Março de 2022, Consórcio EnvEx-Ferma.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **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.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil.** 2024. Brasília: ANA, 2024. 96 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Manual de Usos Consuntivos da Água.** 2019. Brasília, 2019. 75 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Modelagem da Qualidade da Água na Bacia do Paranapanema: Bases para o Enquadramento.** Brasília, 2022. 84 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Normativos da Cobrança.** 2018. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/cobranca/historico-da-cobranca>>. Acesso em: 02 abril 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Nota Informativa.** Background Report da ANA para a OCDE. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Nota técnica nº06/2010/SAG-ANA: cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio São Francisco.** Brasília: ANA, 2010.

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

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Painel Gerencial da cobrança.** 2019. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/cobranca/historico-da-cobranca>>. Acesso em: 02 abril 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Plano Nacional de Segurança Hídrica.** 2019. Brasília, 2019, 112p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Plano Nacional de Recursos Hídricos - Plano de Ação: Estratégia para a Implementação do PNRH 2022-2040.** Brasília: ANA, 2022. 212p.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Relatório Executivo do Plano Integrado de Recursos Hídricos Paranapanema.** Brasília: ANA, 2016. 108p.

AYROZA, D. M. M. de R. (2012). **Características limnológicas em áreas sob influência de piscicultura em tanques-rede no reservatório da UHE Chavantes, Rio Paranapanema, SE/S, Brasil** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal, SP.

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

BAUMOL, W.J., OATES, W.E. (1976). **The Theory of Environmental Policy.** Cambridge University Press.

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, Periódico Geographia, nº 13636.

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.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

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.

BRITO, P. L. C. (2021). **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.

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

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

D'ODORICO, P., RULLI, M. C., CHIARELLI, D. D., ROSA, L., & ZILBERMAN, D. (2020). **The global value of water in agriculture.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS). doi:10.1073/pnas.2005835117

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Sistema de Custos Referenciais (SICRO).** Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit>. Acesso em: 17 dez. 2024.

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

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

FGVces e ANA. (2018). **Instrumentos Econômicos aplicados à Gestão de Recursos Hídricos: caminhos para sua adoção em situações de conflito pelo uso da água no Brasil.** Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de

Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas e Agência Nacional de Águas. São Paulo e Brasília, ISBN 978-85-8210-053-0.

FGVces. (2017). **Relatório Técnico da Análise de Experiências Internacionais em Mercados de Água**. São Paulo, SP: Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas.

FRONZA, F. L., ROCHA, A. e PLETSCH, A. L. (2023). **Estimativa de perda de solos por erosão laminar em duas bacias hidrográficas do Oeste Paranaense**. Natureza & Conservação, 2023. DOI: 10.6008/cbpc2318-2881.2022.001.0012.

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.

GOUVEIA, I. C. M. C. **Atlas Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema**. FCT/UNESP, Presidente Prudente, 2018. Disponível em: <<https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/10/10-363-668.html>>. Acesso em: 09 dez. 2024.

GOUVEIA, I. C. M. C.; BARROS, R. R. F.; SILVA, I.R. (2018). **Estimativas de produção e exportação de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Paranapanema (SP/PR)**. Anais do XXII Simpósio Nacional de Geomorfologia, XII SINAGEO.

GUIMARAES, J.L.B., THA, D. (2017) **Restauração florestal e consequentes modificações de processos de infiltração e armazenamento de água em bacias hidrográficas estratégicas do Alto Iguaçu/PR**. XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. Florianópolis/SC.

GUIMARAES, J.L.B., THA, D. (2018) **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**. Resumo Executivo, 1ª Edição, Curitiba-PR. Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, ISBN 978-85-88912-28-1.

HARTMANN, P. **A cobrança pelo uso da água como instrumento econômico na política ambiental: estudo comparativo e avaliação econômica dos modelos de cobrança pelo uso da água bruta propostos e implementados no Brasil**. Porto Alegre: AEBA, 2010. Disponível em: <https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=6b4bf606-1489-efda-c023-07c329797aac&groupId=252038>. Acesso em: 02 abril 2024.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Elaboração do Plano das Bacias: Cinzas, Itararé e Paranapanema 1 e 2, Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos Norte Pioneiro**. Produto 06 – Parte B – Estudos Específicos: Plano De Bacias Da UGRHI Norte Pioneiro, Monitoramento e Indicadores de Avaliação do Plano,

Potencial de Arrecadação com a Cobrança Pelo Uso dos Recursos Hídricos e Outorgas de Direito de Uso – Tomo I. ENGECORPS ENGENHARIA S.A. Dezembro / 2016.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Elaboração do Plano das Bacias: Pirapó e Paranapanema 3 e 4, Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos Piraponema.** Produto 10: Relatório Síntese. ENGECORPS ENGENHARIA S.A. Dezembro / 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) & AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). (2022). **Contas Econômicas Ambientais da Água no Brasil: 2018-2020.** Rio de Janeiro: IBGE.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2021). **Contas de ecossistemas: Valoração do serviço do ecossistema de provisão de água azul.** Brasília: ANA.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base Cartográfica Contínua do Brasil – BC250: versão 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.** Escala 1:250.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas.html>. Acesso em: 30 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Contas Econômicas Ambientais da Água: Brasil, 2013-2015.** Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais. Rio de Janeiro, IBGE, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeções da População do Brasil e Unidades da Federação: 2000-2070,** Revisão 2024. Rio de Janeiro, IBGE, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Diversos acesso entre outubro e novembro de 2024.

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

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

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.

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

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

MALLASEN, M., DO CARMO, C. F., TUCCI, A., DE BARROS, H. P., ROJAS, N. E. T., DA FONSECA, F. S., & YAMASHITA, E. Y. (2012). **Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP.** Boletim do Instituto de Pesca, 38(1), 15-30.

MONTANHINI NETO, R., NOCKO, H. R., & OSTRENSKY, A. (2016). **Carrying capacity and potential environmental impact of fish farming in the cascade reservoirs of the Paranapanema River, Brazil.** Aquaculture Research, 1-17.

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

NEU, D. H., BOSCOLO, W. R., DIEMER, O., CAMARGO, D. J., WÄCHTER, N., & FEIDEN, A. (2013). **Qualidade da água em um reservatório neotropical associado à criação de peixes em tanques rede: Reservatório de Itaipu.** Revista Agrarian, 1984-2538.

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>. Acesso em abril de 2024.

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

OSTRENSKY, A.; MONTANHINI NETO, R. (2016). **Desafios para o sucesso da piscicultura em parques aquícolas - o caso do rio Paranapanema.** Panorama da Aquicultura, janeiro - fevereiro 2016.

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.

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

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

ROSSI, M. (2017). **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado.** Instituto Florestal, Governo do Estado de São Paulo.

SANTOS FILHO, J. I., & BERTOL, T. M. (Eds.). (2018). **Questões técnicas do peso de abate em suínos.** Embrapa Suínos e Aves. ISBN 978-85-7035-820-2.

SANTOS, A. A. M. (2011). Alocação Territorial de Longo Prazo de Vazões Outorgáveis com Diferentes Garantias. **Tese de Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos**

Hídricos. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 222p.

SILVA, A. M. da; ALVARES, C. A. (2005). **Levantamento de informações e estruturação de um banco dados sobre a erodibilidade de classes de solos no estado de São Paulo.** 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. (2016). **Avaliação da perda de solos na Microbacia hidrográfica Lajeado dos Fragosos – Município de Concórdia – SC.** (Tese de Conclusão de Cursos). Universidade Federal de Santa Catarina, SC.

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

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SigRH). **Plano de Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (UGRHI – 22)** Relatório I: Volume II – Plano de Ação e Programa de Investimento (2020 – 2023). Dezembro / 2020.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SigRH). **Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema 2016 - 2017 - (UGHRHI – 17).** IRRIGART – Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. 2017.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SigRH). **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (UGRHI 14) - 2016-2027.** Relatório II – Plano de Bacia. TCA Soluções e Planejamento Ambiental & Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. Abril / 2018.

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

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

SOUZA, V. e GALVANI, E. (2017) **Determinação do potencial natural à erosão laminar na bacia do rio Jacaré Guaçú (SP).** Revista Brasileira de Geografia Física, Curitiba, v.39, p.8 - 23.

THA, D. e GUIMARÃES, J.L.B. (2022). **Movimento Viva Água - Soluções baseadas na natureza e seu papel na promoção da resiliência climática, segurança hídrica e geração de benefícios econômicos.** Publicação resumo dos trabalhos técnicos: AQUAFLORA, Benefícios de Soluções Baseadas na Natureza para Segurança Hídrica e Resiliência Climática na Região Metropolitana de Curitiba, Resumo Técnico, Novembro, 2021 & KRALINGEN, Análise de Custo-Benefício das Ações de Adaptação à Mudança do Clima Previstas para o movimento Viva Água em São José dos Pinhais (PR), Resumo Técnico, Novembro, 2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" (UNESP). (2011) **Atlas Geográfico do Estado de São Paulo.** São Paulo: Editora UNESP.

VANSAN, A. P. e TOMAZONI, J. C. (2020). **Uso de Técnicas de Geoprocessamento para Estudo da Erosão Hídrica Laminar em Microbacia Hidrográfica do Sudoeste do Paraná.** Revista Brasileira de Geografia Física, 13(3), 1117-1131.

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

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

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

ZETLAND, D. **Living with Water Scarcity** (Versão em PDF ed.). Amsterdam; Mission Viejo; Vancouver: Aguanomics Press. 2014.

ANEXO

Tabela 218: Status dos PMSB nos municípios da bacia.

MUNICÍPIO	UF	ANO	LEGISLAÇÃO	NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO / ELABORAÇÃO
ABATIÁ	PR	-	-	Sim
ÁGUAS DE SANTA BÁRBARA	SP	2018	Lei nº 1784/2018	Não
AGUDOS	SP	2019	Lei nº 5268/2019	Não
ALTO PARANÁ	PR	2014	Lei nº 2594/2014	Sim
ÁLVARES MACHADO	SP	2021	Lei nº 3067/2021	Não
ALVINLÂNDIA	SP	2019	Lei nº 1629/2019	Não
ALVORADA DO SUL	PR	2022	Lei nº 3071/2022	Não
ANDIRÁ	PR	2019	Lei nº 3236/2019	Não
ANGATUBA	SP	2016	Lei complementar nº 013/2016	Não
ÂNGULO	PR	2017	Lei nº 1066/2017	Não
ANHUMAS	SP	2021	Lei complementar nº 675/2016	Não
APIAÍ	SP	2011	Lei nº 128/2011	Sim
APUCARANA	PR	2017	Lei nº 102/2017	Não
ARANDU	SP	2015	Lei nº 2316/2015	Não
ARAPONGAS	PR	-	-	Sim
ARAPOTI	PR	2015	Lei nº 1567/2015	Não
ASSAÍ	PR	2013	-	Sim
ASSIS	SP	2017	Lei nº 6399/2017	Não
ASTORGA	PR	-	-	Sim
ATALAIA	PR	2015	Lei nº 1142/2015	Não
AVARÉ	SP	-	-	Sim
BANDEIRANTES	PR	2022	Lei complementar nº 170/2022	Não
BARÃO DE ANTONINA	SP	2015	Lei nº 756/2015	Não
BARRA DO JACARÉ	PR	2022	-	Não
BELA VISTA DO PARAÍSO	PR	2020	Lei nº 1314/2020	Não
BERNARDINO DE CAMPOS	SP	2015	Lei nº 1954/2015	Não
BOFETE	SP	2013	Lei nº 2121/2013	Sim
BOM SUCESSO DE ITARARÉ	SP	-	-	Sim
BOREBI	SP	2018	Lei nº 556/2018	Não
BOTUCATU	SP	-	-	Sim
BURI	SP	-	-	Sim
CABRÁLIA PAULISTA	SP	2015	Lei nº 12015/2015	Não
CAFEARA	PR	2020	Lei nº 558/2020	Não

MUNICÍPIO	UF	ANO	LEGISLAÇÃO	NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO / ELABORAÇÃO
CAIUÁ	SP	-	-	Sim
CALIFÓRNIA	PR	-	-	Sim
CAMBARÁ	PR	-	-	Sim
CAMBÉ	PR	2017	Lei nº 2875/2017	Não
CAMBIRA	PR	-	-	Sim
CAMPINA DO MONTE ALEGRE	SP	2014	Lei nº 665/2016	Sim
CAMPOS NOVOS PAULISTA	SP	-	-	Sim
CÂNDIDO MOTA	SP	-	-	Sim
CANITAR	SP	-	-	Sim
CAPÃO BONITO	SP	2014	-	Sim
CARAMBEÍ	PR	2014	Lei nº 1066/2014	Sim
CARLÓPOLIS	PR	-	-	Sim
CASTRO	PR	2013	Lei nº 3985/2023	Sim
CENTENÁRIO DO SUL	PR	-	-	Sim
CERQUEIRA CÉSAR	SP	-	-	Sim
CHAVANTES	SP	-	-	Sim
COLORADO	PR	-	-	Sim
CONGONHINHAS	PR	-	-	Sim
CONSELHEIRO MAIRINCK	PR	-	-	Sim
CORNÉLIO PROCÓPIO	PR	-	-	Sim
CORONEL MACEDO	SP	2014	Lei nº 352/2018	Sim
CRUZÁLIA	SP	-	-	Sim
CRUZEIRO DO SUL	PR	-	-	Sim
CURIÚVA	PR	-	-	Sim
DIAMANTE DO NORTE	PR	-	-	Sim
DUARTINA	SP	-	-	Sim
ECHAPORÃ	SP	-	-	Sim
ESPÍRITO SANTO DO TURVO	SP	-	-	Sim
ESTRELA DO NORTE	SP	-	-	Sim
EUCLIDES DA CUNHA PAULISTA	SP	-	-	Sim
FARTURA	SP	2014	-	Sim
FERNANDES PINHEIRO	PR	2008	Lei nº 364/2008	Sim
FERNÃO	SP	-	-	Sim
FIGUEIRA	PR	2013	Lei nº 987/2013	Sim
FLORESTÓPOLIS	PR	-	-	Sim
FLÓRIDA	PR	-	-	Sim
FLORÍNIA	SP	2020	Lei nº 895/2023	Não
GÁLIA	SP	2016	-	Não

MUNICÍPIO	UF	ANO	LEGISLAÇÃO	NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO / ELABORAÇÃO
GARÇA	SP	-	-	Sim
GUAIRACÁ	PR	-	-	Sim
GUAMIRANGA	PR	-	-	Sim
GUAPIARA	SP	2014	-	Sim
GUAPIRAMA	PR	-	-	Sim
GUARACI	PR	-	-	Sim
GUAREÍ	SP	2014	-	Sim
IARAS	SP	-	-	Sim
IBAITI	PR	2015	Lei nº 802/2015	Não
IBIPORÃ	PR	-	-	Sim
IBIRAREMA	SP	-	-	Sim
IEPÊ	SP	-	-	Sim
IGUARACU	PR	-	-	Sim
IMBAÚ	PR	-	-	Sim
IMBITUVA	PR	-	-	Sim
INAJÁ	PR	2018	Lei nº 1044/2018	Não
INDIANA	SP	-	-	Sim
IPAUSSU	SP	2014	Decreto nº 163/2016	Sim
IPIRANGA	PR	-	-	Sim
IRATI	PR	-	-	Sim
ITABERÁ	SP	2014	Lei nº 2981/2020	Sim
ITAGUAJÉ	PR	-	-	Sim
ITAÍ	SP	2014	Lei nº 2169/2012	Sim
ITAMBARACÁ	PR	-	-	Sim
ITAPETININGA	SP	2014	Lei nº 5461/2011	Sim
ITAPEVA	SP	2014	-	Sim
ITAPORANGA	SP	2014	Lei nº 593/2017	Sim
ITARARÉ	SP	2014	Lei nº 3812/2017	Sim
ITATINGA	SP	2014	-	Sim
ITAÚNA DO SUL	PR	-	-	Sim
IVAI	PR	-	-	Sim
JABOTI	PR	-	-	Sim
JACAREZINHO	PR	2015	Lei nº 3228/2015	Não
JAGUAPITÃ	PR	-	-	Sim
JAGUARIAÍVA	PR	-	-	Sim
JANDAIA DO SUL	PR	-	-	Sim
JAPIRA	PR	-	-	Sim
JARDIM OLINDA	PR	-	-	Sim

MUNICÍPIO	UF	ANO	LEGISLAÇÃO	NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO / ELABORAÇÃO
JATAIZINHO	PR	2018	-	Não
JOÃO RAMALHO	SP	-	-	Sim
JOAQUIM TÁVORA	PR	2015	Lei nº 1396/2015	Não
JUNDIAÍ DO SUL	PR	2013	Lei nº 435/2013	Sim
LENÇÓIS PAULISTA	SP	2013	-	Sim
LEÓPOLIS	PR	2012	Lei nº 030/2012	Sim
LOANDA	PR	-	-	Sim
LOBATO	PR	2017	-	Não
LONDRINA	PR	2015	-	Não
LUCIANÓPOLIS	SP	-	-	Sim
LUPÉRCIO	SP	-	-	Sim
LUPIONÓPOLIS	PR	-	-	Sim
LUTÉCIA	SP	-	-	Sim
MANDAGUAÇU	PR	2011	Lei nº 1760/2011	Sim
MANDAGUARI	PR	2019	-	Não
MANDURI	SP	2012	-	Sim
MARABÁ PAULISTA	SP	-	-	Sim
MARACAÍ	SP	-	-	Sim
MARIALVA	PR	-	-	Sim
MARILÂNDIA DO SUL	PR	-	-	Sim
MARILENA	PR	-	-	Sim
MARÍLIA	SP	-	-	Sim
MARINGÁ	PR	2011	-	Sim
MARTINÓPOLIS	SP	-	-	Sim
MAUÁ DA SERRA	PR	-	-	Sim
MIRANTE DO PARANAPANEMA	SP	-	-	Sim
MIRASELVA	PR	-	-	Sim
MUNHOZ DE MELO	PR	-	-	Sim
NANTES	SP	-	-	Sim
NARANDIBA	SP	-	-	Sim
NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS	PR	2019	Lei nº 859/2019	Não
NOVA AMÉRICA DA COLINA	PR	-	-	Sim
NOVA CAMPINA	SP	2014	-	Sim
NOVA ESPERANÇA	PR	2015	Lei nº 2496/2015	Não
NOVA FÁTIMA	PR	-	-	Sim
NOVA LONDRINA	PR	-	-	Sim
NOVA SANTA BÁRBARA	PR	-	-	Sim
OCAUÇU	SP	-	-	Sim

MUNICÍPIO	UF	ANO	LEGISLAÇÃO	NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO / ELABORAÇÃO
ÓLEO	SP	-	-	Sim
ORTIGUEIRA	PR	2014	Lei nº 1417/2014	Sim
OURINHOS	SP	2016	Lei nº 6345/2017	Não
PALMEIRA	PR	2014	-	Sim
PALMITAL	SP	-	-	Sim
PARAGUAÇU PAULISTA	SP	-	-	Sim
PARANACITY	PR	-	-	Sim
PARANAPANEMA	SP	2014	Lei nº 1153/2015	Sim
PARANAPOEMA	PR	-	-	Sim
PARANAVAÍ	PR	-	-	Sim
PARDINHO	SP	-	-	Sim
PAULISTÂNIA	SP	-	-	Sim
PEDRINHAS PAULISTA	SP	-	-	Sim
PIEDEADE	SP	2011	-	Sim
PILAR DO SUL	SP	2014	Lei nº 3031/2015	Sim
PINHALÃO	PR	2017	Lei nº 1642/2017	Não
PIQUEROBI	SP	-	-	Sim
PIRAÍ DO SUL	PR	-	-	Sim
PIRAJU	SP	2014	-	Sim
PIRAPOZINHO	SP	-	-	Sim
PIRATININGA	SP	-	-	Sim
PITANGUEIRAS	PR	-	-	Sim
PLATINA	SP	2018	-	Não
PONTA GROSSA	PR	2013	Decreto nº 8116/2013	Sim
PORECATU	PR	2013	Lei nº 1606/2013	Sim
PORTO AMAZONAS	PR	-	-	Sim
PRADO FERREIRA	PR	2015	Lei nº 425/2015	Não
PRATÂNIA	SP	-	-	Sim
PRESIDENTE BERNARDES	SP	-	-	Sim
PRESIDENTE CASTELO BRANCO	PR	2017	Lei nº 1025/2017	Não
PRESIDENTE EPITÁCIO	SP	2010	-	Sim
PRESIDENTE PRUDENTE	SP	-	-	Sim
PRESIDENTE VENCESLAU	SP	2011	Lei nº 2978/2011	Sim
PRIMEIRO DE MAIO	PR	2019	-	Não
QUATÁ	SP	-	-	Sim
QUATIGUÁ	PR	-	-	Sim
RANCHARIA	SP	-	-	Sim
RANCHO ALEGRE	PR	-	-	Sim

MUNICÍPIO	UF	ANO	LEGISLAÇÃO	NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO / ELABORAÇÃO
REGENTE FEIJÓ	SP	-	-	Sim
RESERVA	PR	-	-	Sim
RIBEIRÃO BRANCO	SP	2014	-	Sim
RIBEIRÃO CLARO	PR	-	-	Sim
RIBEIRÃO DO PINHAL	PR	2014	Lei nº 1649/2014	Sim
RIBEIRÃO DO SUL	SP	-	-	Sim
RIBEIRÃO GRANDE	SP	2014	-	Sim
RIVERSUL	SP	2014	Lei nº 1679/2018	Sim
ROLÂNDIA	PR	2015	Lei nº 3741/2015	Não
ROSANA	SP	-	-	Sim
SABÁUDIA	PR	-	-	Sim
SALTO DO ITARARÉ	PR	-	-	Sim
SALTO GRANDE	SP	-	-	Sim
SANDOVALINA	SP	-	-	Sim
SANTA AMÉLIA	PR	-	-	Sim
SANTA CECÍLIA DO PAVÃO	PR	-	-	Sim
SANTA CRUZ DO RIO PARDO	SP	-	-	Sim
SANTA FÉ	PR	-	-	Sim
SANTA INÊS	PR	-	-	Sim
SANTA MARIANA	PR			Sim
SANTANA DO ITARARÉ	PR	2011	Lei nº 027/2011	Sim
SANTO ANASTÁCIO	SP	-	-	Sim
SANTO ANTÔNIO DA PLATINA	PR	2017	Lei nº 1649/2017	Não
SANTO ANTÔNIO DO CAIUÁ	PR	-	-	Sim
SANTO ANTÔNIO DO PARAÍSO	PR	2014	-	Sim
SANTO INÁCIO	PR	-	-	Sim
SÃO JERÔNIMO DA SERRA	PR	2018	-	Não
SÃO JOÃO DO CAIUÁ	PR	-	-	Sim
SÃO JOSÉ DA BOA VISTA	PR	-	-	Sim
SÃO MANUEL	SP	-	-	Sim
SÃO MIGUEL ARCANJO	SP	2014	Lei nº 3707/2015	Sim
SÃO PEDRO DO TURVO	SP	-	-	Sim
SÃO SEBASTIÃO DA AMOREIRA	PR	-	-	Sim
SAPOPEMA	PR	-	-	Sim
SARANDI	PR	2009	-	Sim
SARAPUÍ	SP	2011	Lei nº 1509/2019	Sim
SARUTAIÁ	SP	2014		Sim
SENGÉS	PR	2014	Lei nº 135/2014	Sim

MUNICÍPIO	UF	ANO	LEGISLAÇÃO	NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO / ELABORAÇÃO
SERTANEJA	PR	-	-	Sim
SERTANÓPOLIS	PR	-	-	Sim
SIQUEIRA CAMPOS	PR	-	-	Sim
TACIBA	SP	-	-	Sim
TAGUAÍ	SP	2014	Lei nº 1088/2015	Sim
TAMARANA	PR	2013	Lei nº 979/2013	Sim
TAPIRAÍ	SP	2010	-	Sim
TAQUARITUBA	SP	2014	-	Sim
TAQUARIVAÍ	SP	2014	-	Sim
TARABAÍ	SP	-	-	Sim
TARUMÃ	SP	2008	Lei nº 1591/2023	Sim
TEIXEIRA SOARES	PR	-	-	Sim
TEJUPÁ	SP	2014	-	Sim
TELÊMACO BORBA	PR	-	-	Sim
TEODORO SAMPAIO	SP	-	-	Sim
TERRA RICA	PR	2009	Lei nº 041/2009	Sim
TIBAGI	PR	2017	Lei nº 2682/2017	Não
TIMBURI	SP	2014	-	Sim
TOMAZINA	PR	-	-	Sim
UBIRAJARA	SP	-	-	Sim
UNIFLOR	PR	-	-	Sim
URAÍ	PR	-	-	Sim
VENTANIA	PR	-	-	Sim
WENCESLAU BRAZ	PR	-	-	Sim

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