



# USOS MÚLTIPLOS E PROPOSTA DE REVISÃO DE METODOLOGIA DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

Regiões Hidrográficas II, III, IV, VII e IX  
do Estado do Rio de Janeiro

**AGEVAP**  
AGÊNCIA DE BACIA



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Agência Brasileira do ISBN - Bibliotecária Priscila Pena Machado CRB-7/6971**

U86 Usos múltiplos e proposta de revisão de metodologia de cobrança pelo uso da água : regiões hidrográficas II, III, IV, VII e IX do estado do Rio de Janeiro [recurso eletrônico] / coord. Caroline Lopes Santos. — Resende : AGEVAP, 2018. Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.  
ISBN 978-65-80071-00-5

1. Abastecimento de água. 2. Consumo de água. 3. Redes de distribuição. 4. Desenvolvimento de recursos hídricos. 5. Água - Custos. I. Santos, Caroline Lopes. II. Associação Pró-gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP). III. Título.

CDD 628.1

Caroline Lopes Santos  
Daiana Souza Gelelete  
David de Andrade Costa  
Leonardo Guedes Barbosa  
Marina Mendonça Costa de Assis  
Raissa Bahia Guedes

# USOS MÚLTIPLOS E PROPOSTA DE REVISÃO DE METODOLOGIA DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

Regiões Hidrográficas II, III, IV, VII e IX do Estado do Rio de Janeiro

**1ª Edição**



Resende

Associação Pró-gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul  
2018



## APRESENTAÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Entre seus fundamentos, é definido que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. A partir desse contexto, a cobrança pelo uso da água surge como um instrumento para implementação desta lei.

Cabe aos Comitês de Bacia, em sua área de atuação, estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados. Nos Comitês do Estado do Rio de Janeiro, a cobrança pelo uso da água foi iniciada após a implementação da Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003.

No ano de 2015, uma série de discussões a respeito da revisão da cobrança pelo uso da água foi iniciada, culminando em um aumento do Preço Público Unitário (PPU) na maior parte dos Comitês fluminenses entres os anos de 2016 e 2017. Paralelamente à atualização do valor do PPU, os Comitês de Bacia iniciaram uma busca por realizar adaptações em sua metodologia de cobrança, agregando a este instrumento o incentivo ao uso eficiente de recursos hídricos, conforme preconizado na Lei estadual 4.247 de 2003.

Diante da necessidade apontada pelos Comitês afluentes ao Paraíba do Sul e Comitê Guandu de haver maior embasamento técnico para respaldar a discussão sobre a cobrança, a AGEVAP criou o Grupo de Estudos da AGEVAP sobre Cobrança (GEAC), composto por sua equipe de Especialistas em Recursos Hídricos.

A partir dos debates e estudos realizados pelo GEAC, entre os meses de junho de 2017 e abril de 2018, foi possível elaborar este relatório. Destaca-se que as propostas apresentadas neste se referem ao olhar técnico do quanto a equipe de especialistas da AGEVAP acredita que se pode avançar no incentivo ao uso racional da água, tomando por base as ferramentas disponíveis atualmente para efetivação da cobrança. Dessa forma, prezou-se por propostas que estejam alinhadas e condizentes com os dados disponíveis no Sistema Federal de Regulação de Uso – REGLA e em outras fontes oficiais de informação.

O principal objetivo desse relatório é munir os Comitês de Bacia, especialmente os que possuem Contrato de Gestão com a AGEVAP, de informações técnicas que respaldem a composição de sua nova metodologia de cobrança. Esse tipo de apoio técnico, por parte da Entidade Delegatária, é previsto no Artigo 44 da Lei Federal nº 9.433 de 1997 e na Lei Estadual nº 4.247 de 2003.

As fórmulas propostas e o conteúdo avaliado pelo grupo serão apresentados por setor, a saber: Saneamento, Agropecuária, Mineração, Pequenas Centrais Hidrelétricas e Indústria.



## COORDENAÇÃO TÉCNICA

Caroline Lopes Santos  
*Especialista em Recursos Hídricos*

## EQUIPE TÉCNICA

Daiana Souza Gelelete  
*Especialista em Recursos Hídricos*

David de Andrade Costa  
*Especialista em Recursos Hídricos*

Leonardo Guedes Barbosa  
*Especialista em Recursos Hídricos*

Marina Mendonça Costa de Assis  
*Gerente de Contrato de Gestão*

Raissa Bahia Guedes  
*Especialista em Recursos Hídricos*

## EQUIPE DE APOIO

Ana Castro Costa  
*Especialista em Recursos Hídricos*

André Bohrer Marques  
*Coordenador de Núcleo*

Thaís Nacif de Souza  
*Coordenadora de Núcleo*

## SUPERVISÃO

André Luís de Paula Marques  
*Diretor-Presidente*

Juliana Gonçalves Fernandes  
*Diretora de Contratos de Gestão*

Nathália dos Santos Costa Vilela  
*Gerente de Contrato de Gestão*

Tatiana Oliveira Ferraz  
*Gerente de Contrato de Gestão*



## SUMÁRIO

PANORAMA GERAL SOBRE A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA .....	11
FÓRMULA ATUAL DA COBRANÇA NOS COMITÊS FLUMINENSES.....	13
OPERACIONALIZAÇÃO DA COBRANÇA A NÍVEL ESTADUAL.....	14
Destinação de Recursos.....	14
Contratos de Gestão.....	15
PREÇO PÚBLICO UNITÁRIO (PPU) .....	19
DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DESTE REFERENCIAL.....	22
FUNDAMENTAÇÃO ECONÔMICA.....	23
Métodos de Função de Produção.....	24
Métodos de Função de Demanda.....	24
METODOLOGIA.....	26
USOS PREPONDERANTES NAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS ANALISADAS .....	27
Região Hidrográfica II – Guandu .....	28
Região Hidrográfica III – Médio Paraíba do Sul.....	32
Região Hidrográfica IV – Piabanha.....	36
Região Hidrográfica VII – Rio Dois Rios .....	40
Região Hidrográfica IX – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.....	44
METODOLOGIAS DE COBRANÇA CONSULTADAS .....	47
SANEAMENTO.....	58
Experiências analisadas em outras Bacias .....	58
Fórmula proposta para Saneamento .....	63
Coeficiente de classe de enquadramento ( $K_e$ ).....	65
Coeficiente de gestão de crise ( $K_{crise}$ ).....	66
Coeficiente de perdas na rede ( $K_p$ ).....	66
Coeficiente de consumo <i>per capita</i> ( $K_{cp}$ ) .....	69
Coeficiente de fonte ( $K_f$ ).....	71
Coeficiente de eficiência de remoção de DBO ( $K_{ebdo}$ ).....	71
Coeficiente de eficiência de remoção de Nitrogênio ( $K_{en}$ ).....	72
Recomendações complementares à cobrança para Saneamento .....	73
AGROPECUÁRIA.....	74
Experiências analisadas em outras Bacias .....	75
Fórmula proposta para Agropecuária.....	76
Fórmula proposta para Irrigação e Criação Animal.....	77
Fórmula proposta para Aquicultura.....	77
Coeficiente de classe de enquadramento ( $K_e$ ).....	78
Coeficiente de gestão de crise ( $K_{crise}$ ).....	78
Coeficiente de boas práticas ( $K_t$ ).....	78
Recomendações complementares à cobrança para Agropecuária.....	80
INDÚSTRIA .....	82
Experiências analisadas em outras Bacias .....	83
Fórmula proposta para Indústria.....	84



Coeficiente de classe de enquadramento ( $K_e$ ) .....	86
Coeficiente de gestão de crise ( $K_{crise}$ ) .....	86
Coeficiente de fonte ( $K_f$ ) .....	86
Coeficiente de consumo e coeficiente reuso ( $K_c$ e $K_r$ ) .....	86
Coeficiente de Potencial Poluidor ( $K_{pp}$ ) .....	88
Coeficiente de eficiência ( $K_{ef}$ ) .....	90
Análise do preço por unidade da carga lançada ( $PPU_{DBO}$ ) .....	90
Recomendações complementares à cobrança para Indústria .....	92
MINERAÇÃO .....	93
Fórmula proposta para Mineração em leito de rio .....	95
Fórmula proposta para Mineração por extração em cava .....	97
Coeficiente de classe de enquadramento ( $K_e$ ) .....	101
Coeficiente de gestão de crise ( $K_{crise}$ ) .....	101
Coeficiente de Potencial Poluidor ( $K_{pp}$ ) .....	101
Recomendações complementares à cobrança para Mineração .....	101
PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS – PCHs .....	103
Fórmula proposta para Pequenas Centrais Hidrelétricas .....	104
REFERÊNCIAS .....	105



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Métodos econômicos para valoração Ambiental.....	24
Figura 2: Principais atividades desenvolvidas no período de estudo.....	26
Figura 3: K de índice de perdas na distribuição na metodologia do CEIVAP.....	60
Figura 4: K de índice de perdas na distribuição na metodologia da Bacia do Paranaíba.....	60
Figura 5: Coeficiente de consumo per capita.....	61
Figura 6: Coeficiente operacional.....	62
Figura 7: Coeficiente de gestão do sistema.....	62
Figura 8. Extração de areia em leito.....	95
Figura 9. Extração de areia em cava.....	98





## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Valores arrecadados por região hidrográfica em análise para o ano de 2017 .....	15
Tabela 2: Valores arrecadados por região hidrográfica em análise no ano de 2017 .....	17
Tabela 3: Metodologias consultadas: Estado do Paraná.....	47
Tabela 4: Metodologias consultadas: Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá .....	48
Tabela 5: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio Doce .....	50
Tabela 6: Metodologias consultadas: Estado do Ceará .....	51
Tabela 7: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.....	51
Tabela 8: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande .....	54
Tabela 9: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba .....	55
Tabela 10: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.....	56
Tabela 11: Classes para $K_e$ .....	66
Tabela 12: Índices de perdas na distribuição – municípios abrangidos pelas RHs II, III, IV, VII e IX. ....	67
Tabela 13: Classes para $K_p$ .....	68
Tabela 14: Consumo <i>per capita</i> – municípios abrangidos pelas RHs II, III, IV, VII e IX.....	69
Tabela 15: Classes para $K_{cp}$ .....	70
Tabela 16: Divisão sugerida para o coeficiente de fonte .....	71
Tabela 17: Classes e valores para $K_{edbo}$ .....	71
Tabela 18: Classes para $K_{en}$ .....	73
Tabela 19: Lista de municípios e número de Pesque e Pague encontrados .....	76
Tabela 20: Valores de eficiência por tecnologia de irrigação.....	79
Tabela 21: Classes para $K_{Tirrig}$ por eficiência da tecnologia de irrigação .....	79
Tabela 22: Classes associadas à realização de tratamento pelo setor de aquicultura .....	80
Tabela 23: Classes para coeficiente de fonte.....	86
Tabela 24: Classes para coeficiente de reuso .....	87
Tabela 25: Classes para coeficiente de consumo.....	88
Tabela 26: Classes para $K_{pp}$ .....	89
Tabela 27: Classes para PP com eficiência de remoção superior a 90% .....	90



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores arrecadados em 2017 pelos Comitês considerados de baixa arrecadação .....	17
Gráfico 2: Valores mínimos e máximos adotados para o PPU em diversos Comitês de Bacia .....	20
Gráfico 3: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH II .....	28
Gráfico 4: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH II.....	28
Gráfico 5: Vazão captada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cobrado na RH II.....	29
Gráfico 6: Vazão captada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cadastrado na RH II .....	29
Gráfico 7: Vazão lançada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário na RH II .....	30
Gráfico 8: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH II.....	31
Gráfico 9: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH III .....	32
Gráfico 10: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH III.....	33
Gráfico 11: Vazão captada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cobrado na RH III.....	33
Gráfico 12: Vazão captada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cadastrado na RH III .....	34
Gráfico 13: Vazão lançada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário na RH III .....	34
Gráfico 14: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH III.....	35
Gráfico 15: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH IV .....	36
Gráfico 16: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH IV.....	37
Gráfico 17: Vazão captada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cobrado na RH IV .....	37
Gráfico 18: Vazão captada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cadastrado na RH IV.....	38
Gráfico 19: Vazão lançada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário na RH IV .....	39
Gráfico 20: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH IV .....	39
Gráfico 21: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH VII .....	40
Gráfico 22: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH VII.....	40
Gráfico 23: Vazão captada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cobrado na RH VII .....	41
Gráfico 24: Vazão captada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cadastrado na RH VII.....	42
Gráfico 25: Vazão lançada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário na RH VII .....	42
Gráfico 26: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH VII .....	43
Gráfico 27: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH IX .....	44
Gráfico 28: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH IX.....	44
Gráfico 29: Vazão captada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cobrado na RH IX.....	45
Gráfico 30: Vazão captada cadastrada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário na RH IX .....	45
Gráfico 31: Vazão lançada (m <sup>3</sup> /s) por setor usuário cobrado na RH IX.....	46
Gráfico 32: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH IX .....	46
Gráfico 33: Frequência de índices de perda na distribuição. ....	68
Gráfico 34: Frequência das ocorrências de valores de consumo <i>per capita</i> por faixas .....	70
Gráfico 35: Municípios do ERJ com maior arrecadação associada à extração de areia em 2011 .....	94
Gráfico 36: Municípios do ERJ com maior arrecadação associada à extração de brita em 2011.....	95
Gráfico 37: Número de PCH's por Região Hidrográfica em estudo.....	103
Gráfico 38: Número de PCH's com potência instalada entre 10.000 e 30.000 kW por Região Hidrográfica .....	104



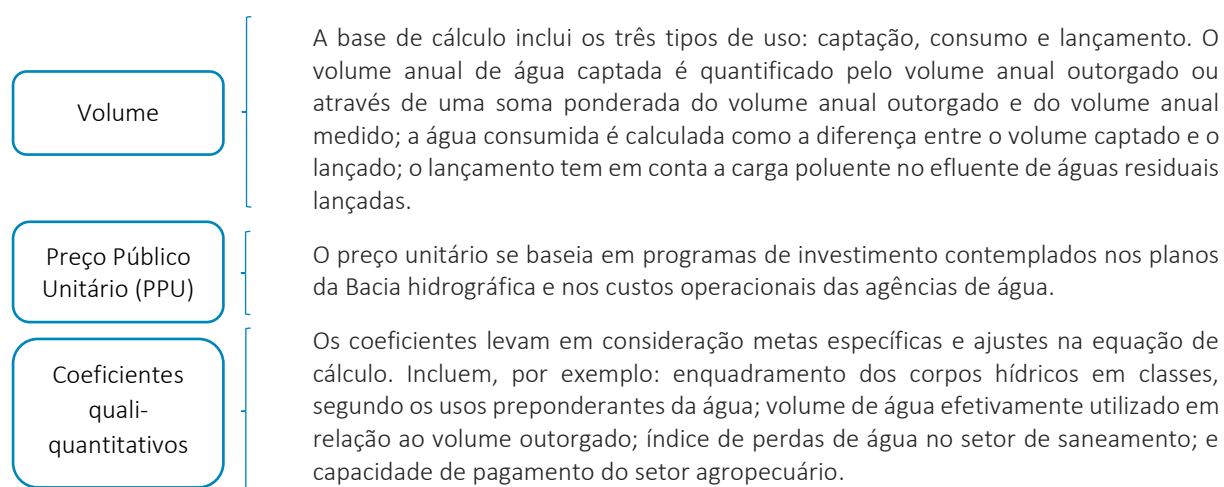
## PANORAMA GERAL SOBRE A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

O modelo brasileiro de gestão de recursos hídricos tem como base a estratégia francesa de gestão das águas. A França, no ano de 1964, optou por desviar da abordagem territorial tradicionalmente utilizada e inseriu um novo contexto de divisão geográfica fundamentada na Bacia Hidrográfica.

A estruturação da cobrança como instrumento da Gestão de Recursos Hídricos no Brasil remete à década de 90, quando, conforme destacado por ANA (2014), iniciou-se uma tendência mundial de associar instrumentos econômicos aos tradicionais instrumentos de comando e controle.

Em 2000, após a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), o primeiro processo para implantação do instrumento Cobrança, seguindo os preceitos da Lei Federal nº 9.433/1997, foi desenvolvido na Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, que abrange territórios dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (ANA, 2014).

O cálculo da cobrança no Brasil é similar para as Bacias hidrográficas onde o instrumento foi implementado. Na fórmula são consideradas três variáveis referentes a volume (captado, consumido e lançado), Preço Público Unitário (PPU) e coeficientes que representam fatores quali-quantitativos. ANA (2016) define as parcelas da seguinte maneira:



O Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) foi o pioneiro na implementação da cobrança em uma Bacia federal. A proposição dos mecanismos e valores de cobrança foi realizada em 2001, aprovada em 2002 pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e efetivamente iniciada em março de 2003. A nível estadual, o Rio de Janeiro foi o segundo Estado na implementação da cobrança, em 2004, posteriormente ao Ceará, em 1996.

De acordo com COPPETEC (2006), o pressuposto mais importante na definição da metodologia inicial de cobrança do CEIVAP foi a simplicidade conceitual e operacional que caracterizasse a sua natureza transitória e, ao mesmo tempo, possibilitasse sua aplicação a curto prazo, tendo em vista as limitações de cadastro de usuários da Bacia na ocasião. Tal



definição buscou, ainda, diminuir o risco de impacto econômico significativo nos usuários pagadores.

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é, em última análise, uma compensação financeira feita pelos agentes de produção cujas externalidades não foram internalizadas em seu custo de produção. Santos (2003) ressalta que a internalização dos custos sociais – externalidades – é o objetivo da cobrança pelo uso da água.

A Agência Nacional de Águas (ANA), em parceria com a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e mais de 150 entidades interessadas, propiciou a construção e publicação, em 2017, do relatório “Cobrança pelo uso de Recursos Hídricos no Brasil: caminhos a seguir”. O relatório afirma que a cobrança deveria incentivar o setor manufatureiro a internalizar o custo da poluição, uma vez que o nível atual dos valores da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil está longe de corrigir as externalidades.

A ineficiência do atual regime de cobrança é demonstrada pelo fato de que, devido à poluição não tratada, o custo de tratamento da água extraída (em rios) para uso industrial é maior que a cobrança imposta; em certos casos, superior por duas ordens de grandeza (OCDE, 2017). Ainda, de acordo com Santos (2003):

A forma e o alcance da cobrança nos diversos sistemas de gestão são bastante diferenciados. Em países como Alemanha e Estados Unidos, que tradicionalmente possuem uma forte capacidade institucional de fazer cumprir a legislação, a cobrança aporta um incentivo financeiro suplementar. Na França, a cobrança pelo uso da água proporciona parte substancial dos recursos investidos pelas agências de Bacia na gestão de recursos hídricos e, principalmente, no controle da poluição. A Inglaterra e o País de Gales utilizam a cobrança apenas para cobrir os custos administrativos do sistema de gestão e do monitoramento dos recursos hídricos.



## FÓRMULA ATUAL DA COBRANÇA NOS COMITÊS FLUMINENSES

No Estado do Rio de Janeiro, a cobrança pelo uso da água foi iniciada a partir da promulgação da Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003. Nesta lei, é prevista a utilização da fórmula por ela definida até que os Comitês disponham de fórmulas próprias.

Tal regulamentação possibilitou a estruturação e o funcionamento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI) (ANA, 2014). Neste fundo, são depositados os recursos arrecadados em todas as regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e o valor arrecadado é repassado a entidade delegatária dos Comitês de Bacia por intermédio do Instituto Estadual do Ambiente (INEA). O repasse do valor arrecadado com a cobrança é feito mediante deliberação dos Comitês para utilização em ações em suas respectivas Bacias.

A Lei Estadual nº 4.247/2003 prevê a seguinte fórmula a ser utilizada enquanto não houver alterações na metodologia por parte dos Comitês:

$$Valor_{total} = Q_{cap} \times [ K0 + K1 + (1 - K1) \times (1 - K2 \times K3) ] \times PPU$$

Onde:

Q<sub>cap</sub> - volume de água captada durante um mês (m<sup>3</sup>/mês)

K<sub>0</sub> - multiplicador de preço unitário para captação (inferior a um)

K<sub>1</sub> - relação entre o volume consumido e o volume captado pelo usuário

K<sub>2</sub> - relação entre a vazão efluente tratada e a vazão efluente bruta

K<sub>3</sub> - expressa o nível de eficiência de redução de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) na Estação de Tratamento de Efluentes

PPU - Preço Público Unitário por m<sup>3</sup> de água captada (R\$/ m<sup>3</sup>)

No ano seguinte ao estabelecimento da Lei Estadual, o Comitê Guandu aprovou a Resolução CBH Guandu nº 05, de 15 de dezembro de 2004, que ratificou a fórmula estabelecida na Lei Estadual. Os Comitês afluentes ao rio Paraíba do Sul, no estado do Rio de Janeiro, mantiveram a utilização da metodologia da cobrança estabelecida na Lei Estadual sem estabelecer resoluções específicas para tal.

Dos critérios estabelecidos pela Lei Estadual, cabe destaque a cobrança pelo uso da água em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) que, apesar de prevista em Lei, até o momento não foi efetivada a nível estadual. Outro ponto de atenção refere-se ao uso dos recursos hídricos em atividades de mineração. Segundo o Art. 21 da Lei Estadual nº 4.247/2003, há previsão de que, em um prazo máximo de seis meses, contados a partir do início efetivo da cobrança, sejam determinados os procedimentos de cobrança para esse setor. Porém, decorridos 15 anos da cobrança efetivamente implementada, ainda não há mecanismos aprovados.



## OPERACIONALIZAÇÃO DA COBRANÇA A NÍVEL ESTADUAL

No Estado do Rio de Janeiro, foi definido por meio da Lei Estadual nº 4.247/2003 que a receita oriunda da cobrança pelo uso da água deve ser destinada ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI). Como os Comitês de Bacia não possuem personalidade jurídica, é necessário o intermédio da entidade delegatária para recebimento e aplicação de recursos.

O repasse de recursos é realizado a partir de solicitação conjunta do Comitê de Bacia – responsável por definir como o recurso será aplicado tomando por base o Plano de Bacia e o Plano de Aplicação Plurianual (PAP) – e da AGEVAP – responsável pelo recebimento do recurso e gerenciamento de todos os trâmites legais necessários para sua aplicação.

O INEA, enquanto órgão Gestor de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, repassa a solicitação de recursos à Secretaria de Fazenda do Estado, por intermédio de ordens de pagamento, e posteriormente transfere o recurso para a conta da entidade delegatária.

### Destinação de Recursos

O detalhamento da destinação de recursos oriundos da cobrança pelo uso da água é realizado por intermédio do PAP, que é aprovado em plenária dos Comitês de Bacia e referendado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERHI.

A Lei Estadual nº 4.247/2003 define que, do montante arrecadado pela cobrança sobre o uso dos recursos hídricos em cada Região Hidrográfica, serão aplicados 90% na Bacia hidrográfica de origem e 10% no órgão gestor de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro, o INEA. Portanto, sobre a arrecadação de cada Comitê de Bacia, incide um percentual a ser descontado na elaboração do PAP, associado ao valor destinado ao órgão gestor estadual.

Na Região Hidrográfica II – Guandu, há uma particularidade que incorre da transposição das águas do Paraíba do Sul para a Bacia do Guandu. A Resolução Comitê Guandu-RJ nº 115/2015, define que 20% dos recursos arrecadados na Bacia do Guandu, serão aplicados, obrigatoriamente, na Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Cabe na elaboração do PAP, ainda, considerar o comprometimento de recursos arrecadados pelo setor de saneamento, previsto no Artigo 6º da Lei Estadual nº 5.234, de 05 de maio de 2008, que estabelece:

No mínimo, 70% (setenta por cento) dos recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água incidente sobre o setor de saneamento serão obrigatoriamente aplicados em coleta e tratamento de efluentes urbanos, (...), até que se atinja o percentual de 80% (oitenta por cento) do esgoto coletado e tratado na respectiva Região Hidrográfica.

O Artigo supracitado é um fator que torna complexa a possibilidade de aplicação de recursos por parte dos Comitês. Apesar da adequada coleta e tratamento de efluentes ser considerada essencial no que tange a melhoria da qualidade da água, os valores arrecadados nas Regiões Hidrográficas não são suficientes para financiar todas as ações de coleta e



tratamento de efluentes urbanos.

O setor de Saneamento representa a maior parcela dos valores arrecadados em todos os Comitês em análise desse documento, conforme Tabela 1, que apresenta informações dos valores arrecadados pelos Comitês em estudo no ano de 2017. Portanto, uma pequena parcela da arrecadação fica disponível para investimento em outras ações que não esgotamento sanitário.

Tabela 1: Valores arrecadados por região hidrográfica em análise para o ano de 2017

Região Hidrográfica	Arrecadação total (R\$)	Arrecadação Saneamento (R\$)	Arrecadação demais usos (R\$)	Parcela relativa ao setor de Saneamento (%)
RH II - Guandu	36.166.185,95	31.437.372,13	4.728.813,82	86,92%
RH III - Médio Paraíba do Sul	1.052.285,65	790.035,30	262.250,35	75,08%
RH IV - Piabanha	1.469.444,62	1.174.660,26	294.784,36	79,94%
RH VII - Rio dois Rios	751.988,25	662.457,48	89.530,77	88,09%
RH IX - Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	590.324,59	537.495,98	52.828,61	91,05%

Fonte: Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

## Contratos de Gestão

O apoio técnico e administrativo aos Comitês Estaduais é realizado pela AGEVAP por intermédio de um Contrato de Gestão. O arcabouço legal para a assinatura de contratos de gestão foi construído pela Lei Federal nº 10.881, de 9 de junho de 2004. Os valores para viabilização desse tipo de contrato, da mesma maneira que as demais ações, são oriundos da cobrança pelo uso da água.

Um requisito legal, que apoia a manutenção de Contrato de Gestão de parte dos Comitês do Estado do Rio de Janeiro é determinado no Artigo 11º inciso III da Lei Estadual nº 4.247/2003, que define:

III - Dos valores arrecadados com as demais receitas do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNDRHI, serão aplicados no mínimo 50% nos contratos de gestão das entidades delegatárias de Comitês de Bacia com baixa arrecadação pela cobrança sobre os usos dos recursos hídricos, sendo o restante aplicado no órgão gestor de recursos hídricos e em ações e investimentos, em qualquer região hidrográfica, mediante proposta enviada pelo órgão gestor e aprovação pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERHI.

Entre as demais receitas do fundo, tratadas no inciso III supracitado, a principal fonte de recursos é a compensação financeira direcionada ao Estado, decorrente do aproveitamento de recursos hídricos para geração de energia. A arrecadação associada a esse tipo de uso é prevista na Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990.



Segundo o Artigo 1º da Lei Federal 8.001/1990, com redação alterada pela Lei nº 9.984, de 2000, a distribuição mensal da compensação financeira é operada da seguinte forma:

- I – Quarenta e cinco por cento aos Estados;
- II – Quarenta e cinco por cento aos Municípios;
- III – Três por cento ao Ministério do Meio Ambiente;
- IV – Três por cento ao Ministério de Minas e Energia;
- V – Quatro por cento ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT.

No ano de 2017 um montante de R\$ 6.560.000,00 compôs o valor repassado ao Estado devido à distribuição prevista na Lei Federal 8.001/1990. Do valor arrecadado, pôde ser disponibilizado um total de R\$ 3.280.000,00 aos Comitês de baixa arrecadação. Esse recurso possibilitou a manutenção dos Contratos de Gestão de diversos Comitês de Bacia, entre eles o CG nº 01/2010, celebrado entre a AGEVAP e INEA, com interveniência dos Comitês Baixo Paraíba do Sul, Médio Paraíba do Sul, Piabanha e Rio Dois Rios.

No ano de 2009, iniciou a tramitação na Câmara dos Deputados do Projeto de Lei Complementar nº 215 (PLC 215/2009). Nele, estava prevista alteração dos incisos I e II da Lei Federal 8.001/1990, passando estes incisos a vigorar com a distribuição da compensação financeira de vinte e cinco por cento aos Estados e sessenta e cinco por cento aos Municípios.

Em abril de 2018, a PLC 215/2009 foi aprovada na Câmara dos Deputados por unanimidade de votos, e no mês de maio a mesma foi sancionada, tornando-se a Lei Federal nº 13.661, de 08 de maio 2018.

A partir da aprovação dessa lei, a Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH) passou a vigorar com a seguinte distribuição:

- I – Vinte e cinco por cento aos Estados;
- II – Sessenta e cinco por cento aos Municípios;
- III – Três por cento ao Ministério do Meio Ambiente;
- IV – Três por cento ao Ministério de Minas e Energia;
- V – Quatro por cento ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT.

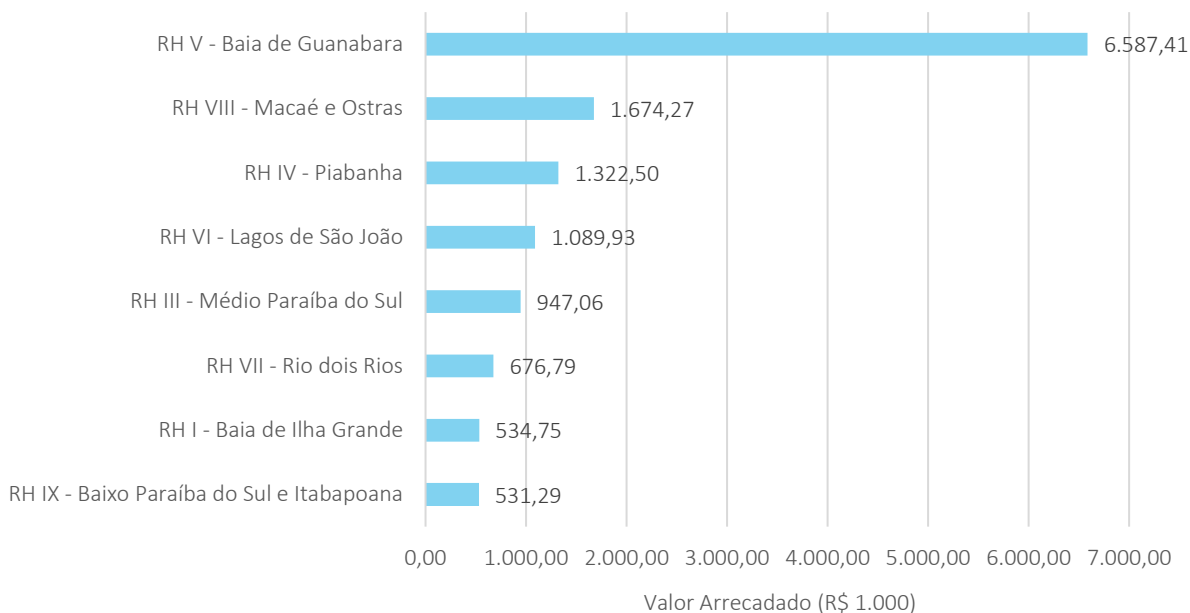
Com essa alteração, a previsão é de que o valor arrecadado com a compensação financeira, que poderá ser utilizada para o financiamento do Contrato de Gestão de Comitês de baixa arrecadação, seja de aproximadamente R\$1.800.000,00, considerando o repasse do valor mínimo de 50% do total arrecadado com a compensação financeira, conforme Lei Estadual nº 4.247/2003.

O Gráfico 1 ilustra os dados de arrecadação com a cobrança pelo uso da água no ano de 2017 dos Comitês considerados como de baixa arrecadação, categoria da qual fazem parte todos os Comitês Estaduais com exceção do Comitê Guandu. Nos valores apresentados, encontra-se descontado o percentual de 10% destinado ao INEA, conforme esclarecido anteriormente.





Gráfico 1: Valores arrecadados em 2017 pelos Comitês considerados de baixa arrecadação



Fonte: Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

Em síntese, a Tabela 2 ilustra o valor disponível para aplicação pelos Comitês em análise após desconto dos valores previstos em Leis e resoluções:

Tabela 2: Valores arrecadados por região hidrográfica em análise no ano de 2017

Região Hidrográfica	Arrecadação total (R\$)	Descontos		Recursos comprometidos		Valor disponível para aplicação em demais ações (R\$)
		10% destinado ao INEA (R\$)	20% relativo à transposição (R\$)	70% saneamento (R\$)	Demais recursos definidos em resoluções* (R\$)	
RH II	36.166.185,95	3.616.618,60	7.071.628,89	15.475.122,36	1.050.295,69	8.952.520,41
RH III	1.052.285,65	105.228,57	-	497.722,24	-	449.334,85
RH IV	1.469.444,62	146.944,46	-	740.035,96	-	582.464,19
RH VII	751.988,25	75.198,83	-	417.348,21	-	259.441,21
RH IX	590.324,59	59.032,46	-	338.622,47	-	192.669,66

\*Recursos vinculados ao Programa de Estudos e Pesquisas, Programa de Educação Ambiental e Programa de Pagamento por serviços Ambientais (Resolução CBH Guandu nº90/2012, Resolução CBH Guandu nº91/2012 e Resolução CBH Guandu nº 98/2013)

Fonte: Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

Com base no detalhamento apresentado, um fator que necessita ser apontado com destaque é que a soma da arrecadação disponível para aplicação em demais ações dos quatro Comitês afluentes ao Paraíba do Sul totaliza R\$ 1.483.909,92. Este valor representa apenas 60% do valor do aditivo do 9º ano do Contrato de Gestão INEA nº 01/2010 (CG 01/2010), de R\$



2.468.980,03.

No ano de 2017, a Resolução CERHI-RJ nº 193, de 13 de dezembro de 2017, estabeleceu limite de custeio do Contrato de Gestão INEA nº 01/2010, tomando por base uma distribuição dos recursos da compensação financeira inversamente proporcional à arrecadação de cada Região Hidrográfica.

O valor previsto pela Resolução CERHI-RJ nº 193/2017, para o CG 01/2010, totaliza R\$ 1.820.188,71. Esse valor corresponde a aproximadamente 55% dos recursos da compensação elétrica do ano de 2017. Se for considerada a mesma proporção, sob a nova ótica gerada pela Lei Federal nº 13.661/2018 (que define as parcelas pertencentes aos Estados e aos Municípios do produto da Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos), o valor aproximado, considerando que o valor total arrecadado com compensação financeira se mantenha, é de R\$ 900.000,00.

Portanto, mesmo somando toda a arrecadação disponível para aplicação dos Comitês afluentes ao Paraíba do Sul, com o valor correlato a compensação financeira proporcional, não há quantia suficiente para manutenção do CG 01/2010.

Diante dessas exposições, considera-se condição *si ne qua non* para continuidade da operação do Contrato de Gestão INEA nº 01/2010 uma análise de sustentabilidade financeira e estudo de medidas alternativas de operação.



## PREÇO PÚBLICO UNITÁRIO (PPU)

A utilização da água nos mais variados processos produtivos está atrelada à valoração por meio de um fator de ponderação monetário, denominado Preço Público. A denominação utilizada para este fator gera algumas implicações. Entre elas, encontra-se a sua dissociação dos usuais mecanismos utilizados pelas políticas públicas, não sendo considerado um imposto.

Os valores e mecanismos associados a esse fator, conforme citado por ANA (2014), são negociados a partir de debate público no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica e não por meio de decisões isoladas de instâncias governamentais, sejam elas do executivo ou do legislativo. Essa forma de precificação tem origem no Artigo nº 37 da Lei Federal nº 9.433/1997, no qual é definido que cabe aos Comitês de Bacia estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados.

Em âmbito nacional, o valor do Preço Público Unitário (PPU), considerando captação e lançamento, varia entre R\$ 0,008/m<sup>3</sup> a R\$ 2,38/m<sup>3</sup>. Entre os fatores utilizados para diferenciação entre os Preços Públicos destacam-se: o volume considerado ser relativo a captação, consumo ou lançamento; o tipo de uso (usualmente aplicam-se valores menores a determinadas atividades como, por exemplo, a irrigação e pecuária); entre outros.

Um caso diferencial de cobrança ocorre nas Bacias Hidrográficas localizadas no Estado do Ceará, em que há uma diferenciação do PPU de acordo com o tipo de adução. Para os usuários que utilizam sua captação por intermédio de estrutura hídrica com adução da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH), o valor do PPU pode chegar até R\$ 2,383/m<sup>3</sup>, enquanto a adução com captação em mananciais (açudes, rios, lagos e aquíferos) sem adução da COGERH varia entre R\$ 0,0156/m<sup>3</sup> e R\$ 0,158/m<sup>3</sup>. Os valores de PPU utilizados nos Comitês de Bacia estudados pelo GEAC encontram-se representados no Gráfico 2. Os valores para PPU estudados variam de R\$ 0,008 a R\$ 2,38.

No Estado do Rio de Janeiro, a cobrança pelo uso da água, iniciada após a aprovação da Lei Estadual nº 4.247/2003, estabeleceu um valor inicial de cobrança que variava entre R\$ 0,0005/m<sup>3</sup> e R\$ 0,02/m<sup>3</sup> dependendo do tipo de uso. A referida lei estabeleceu em seu Artigo 22 que os critérios e valores de cobrança estabelecidos possuíam caráter provisório e válidos até que os Comitês de Bacia estabelecessem seus próprios mecanismos. Entretanto, após doze anos de publicação da Lei, nenhum Comitê do Estado do Rio de Janeiro havia alterado esses valores.

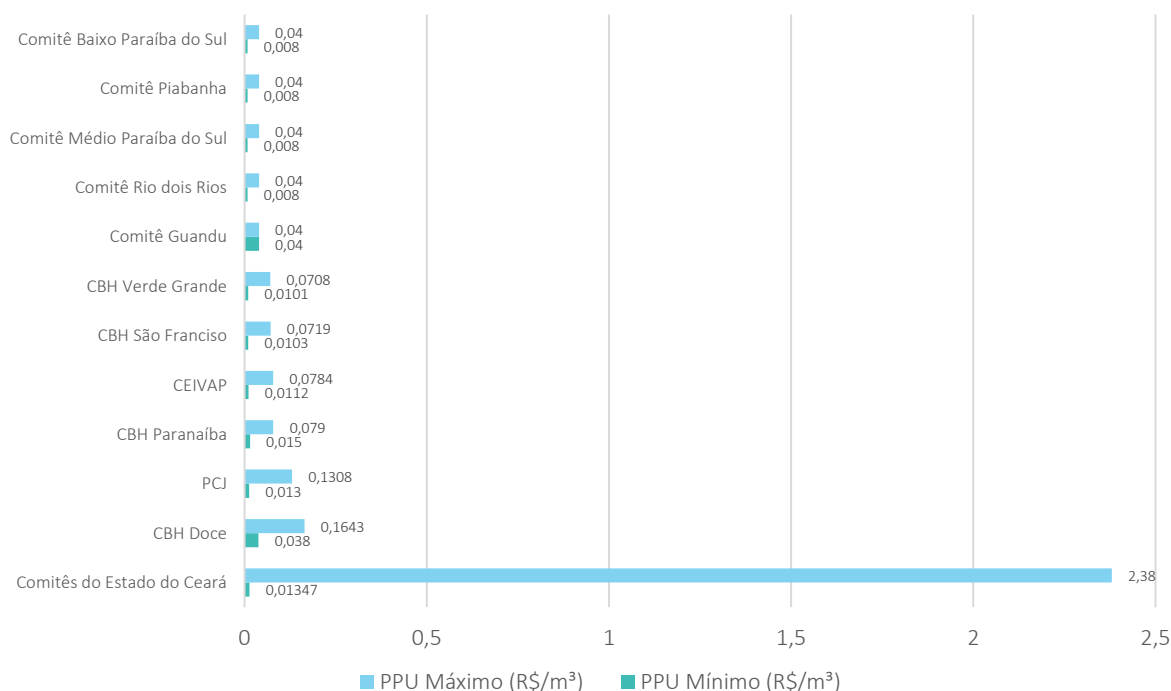
No ano de 2015, o Comitê Guandu aprovou a Resolução nº 118/2015, que altera o valor do Preço Público Unitário (PPU) de R\$ 0,02 para R\$ 0,04 para todos os tipos de uso. A alteração do valor entrou em vigor em janeiro de 2017.

Posteriormente, no ano de 2016, os Comitês Rio dois Rios, Piabanha, Baixo Paraíba do Sul e Médio Paraíba do Sul iniciaram a alteração de seus valores de PPU, com a diferença de que se optou por manter um valor diferencial por tipo de uso, sendo de R\$ 0,0008/m<sup>3</sup> para a aquicultura, de R\$ 0,001/m<sup>3</sup> para a agropecuária e de R\$ 0,04/m<sup>3</sup> para os usos associados ao



## Saneamento e à Indústria.

Gráfico 2: Valores mínimos e máximos adotados para o PPU em diversos Comitês de Bacia



A dificuldade em estabelecer atualizações no PPU foi debatida em âmbito nacional por meio da Câmara Técnica de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos (CTCOB), integrante do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Em abril de 2017, por meio da Comunicação Interna (CI) nº 81/2017/SAS (documento nº 00000.023164/2017-61) o CTCOB levou à Procuradoria Federal junto à Agência Nacional de Águas (PF/ANA) os seguintes questionamentos:

- A possibilidade de a ANA propor um normativo ao CNRH indicando critérios para recomposição e conservação dos valores reais do preço unitário; e
- Se, do ponto de vista da PF/ANA, o CNRH tem competência para editar norma visando a referida recomposição.

Em resposta, após um detalhado levantamento jurídico acerca das competências do CNRH e da ANA, a PF/ANA respondeu por meio da Nota Técnica nº 33/2017/PF-ANA/PGF/AGU:

(...) em resposta ao questionamento formulado, esta PF/ANA entende perfeitamente possível que a ANA faça a proposição referenciada. Também não há dúvidas e é inquestionável a competência legal do CNRH, pautado incisos VI e X do art. 35 da Lei nº 9.433, de 1997, para estabelecer procedimentos de conservação dos preços definidos.

Como fruto de ampla discussão na esfera do CTCOB, foi estabelecida a Resolução CNRH nº 192, de 19 de dezembro de 2017, que estabelece em seu Artigo 2º:

Os preços públicos unitários definidos para a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União serão atualizados com base na variação do Índice Nacional de



Preços ao Consumidor Amplo - IPCA do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE ou de índice que vier a sucedê-lo, observado o disposto no Artigo 3º.

Ressalta-se que o Artigo 3º da referida resolução permite aos Comitês de Bacia Hidrográfica de rios de domínio da União submeter à aprovação do CNRH, até o dia 30 de junho de cada ano, mecanismos de adequação e atualização de valores a serem cobrados no ano subsequente pelo uso dos recursos hídricos.

Em alinhamento com a atualização proposta na Resolução CNRH nº192/2017, o Comitê Rio Dois Rios publicou em março de 2018 a Resolução CBH Rio dois Rios nº56, referendada no mês de agosto pelo CERHI, que prevê a correção a partir do IPCA.

Recomenda-se que as metodologias determinadas pelos demais Comitês de Bacia Hidrográfica também adotem correção vinculada ao IPCA, sendo o PPU anualmente calculado através da fórmula:

$$PPU = IPCA \times PPU_{ano\ anterior}$$

Destaca-se que a implantação dessa correção monetária deve ser, preferencialmente, acompanhada de estudo e implantação de mecanismos que permitam uma maior eficiência de desembolso, incluindo o estudo da possibilidade de financiamento de ações de melhorias em processos que alterem positivamente a qualidade e quantidade de água nas Bacias.



## DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DESTE REFERENCIAL

De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, a cobrança pelo uso da água deve considerar, entre outros fatores, o volume retirado do manancial, o volume de efluente lançado e suas características físico-químicas, biológicas e de toxicidade.

Alinhado com as premissas dessa Política, OCDE (2017) apontou que uma cobrança bem projetada deve influenciar o comportamento dos usuários, para que haja eficiência na captação e redução na emissão de poluentes, tornando o ato de poluir dispendioso e, consequentemente, incentivando a adoção de práticas mais limpas.

Com base nessas premissas, o estudo realizado pelo Grupo de Estudos da AGEVAP sobre a Cobrança (GEAC), formalizado neste documento, buscou refletir, em cada metodologia apresentada, os fatores responsáveis por alterar a qualidade e quantidade de água de um corpo hídrico, considerando-se a variabilidade de processos produtivos e as diferenças relativas aos tipos de captação e lançamento.

Cada metodologia proposta possui fatores “K” associados que foram definidos e distribuídos considerando-se as principais condições ambientais envolvidas em cada processo. Destaca-se que o GEAC se restringiu a apresentar classes entre as quais se acredita, com base em fundamentação técnica, que os fatores devem ser distribuídos, sem prever de forma assertiva o valor que deve ser adotado para cada um destes.

A não proposição destes valores justifica-se por haver consideração de que a cobrança pelo uso da água carece de análise multidisciplinar das esferas ambiental, social, econômica e política.

No que diz respeito à análise ambiental, devem ser considerados os principais fatores que intervêm no meio. No que tange a esfera econômica, devem ser considerados, dentre outros fatores, a capacidade de pagamento de usuários, disposição a pagar pelo uso da água, manutenção da competitividade de mercado, entre outros, cabendo assim, a contratação de um serviço específico para essa finalidade.

A utilização de ferramentas econômicas reduz também a intervenção política direta sobre estas definições, que está entre um dos apontamentos realizados no relatório da OCDE (2017), que afirma que:

As decisões sobre o nível de cobrança são predominantemente políticas, pois resultam de negociações (acordo) entre as partes interessadas nos Comitês de Bacia Hidrográficas. Esse processo traz consigo o risco de interesses específicos prevalecerem, já que dentre as partes interessadas envolvidas também estão os usuários de água que pagarão por esta cobrança.



## FUNDAMENTAÇÃO ECONÔMICA

Segundo Seroa da Motta (1997), determinar o valor econômico de um recurso ambiental é estimar o valor monetário deste em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia.

Quando os custos da degradação ecológica não são pagos por aqueles que a geram, estes custos são externalidades para o sistema econômico. Ou seja, custos que afetam terceiros sem a devida compensação. Atividades econômicas são, desse modo, planejadas sem levar em conta essas externalidades ambientais e, conseqüentemente, os padrões de consumo das pessoas são forçados sem nenhuma internalização dos custos ambientais. O resultado é um padrão de apropriação do capital natural onde os benefícios são providos para alguns usuários de recursos ambientais sem que estes compensem os custos incorridos por usuários excluídos. Além disso, as gerações futuras serão deixadas com um estoque de capital natural resultante das decisões das gerações atuais, arcando com os custos que estas decisões podem implicar (SEROA DA MOTTA, 1997).

Seroa da Motta (1997) cita a compensação pela externalidade ambiental gerada pela prática de uma atividade econômica como um ponto de oportunidade para intervenção governamental. A citação do autor faz jus ao preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos, onde a cobrança pelo uso da água é vista como um instrumento econômico, responsável por dotar as Bacias Hidrográficas de recursos para investimentos em projetos na medida em que prevê sua aplicação em projetos de melhoria para a Bacia.

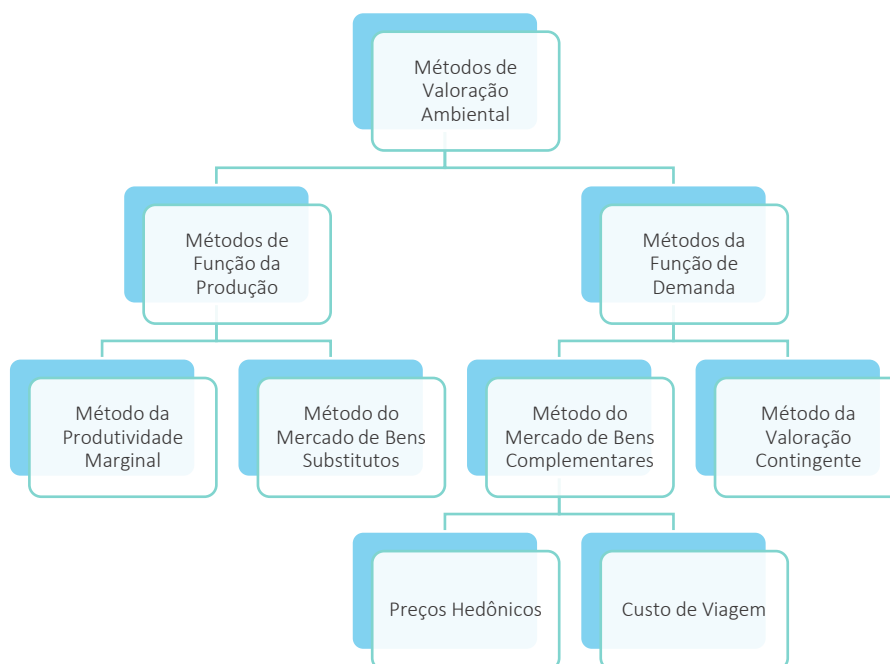
A redução destas externalidades ambientais pode ser diretamente associada à criação e à execução de projetos para melhoria de qualidade e quantidade de água na Bacia, alinhados com as estratégias previstas pelo Plano de Bacia e hierarquizadas no Plano de Aplicação Plurianual (PAP). Apesar da cobrança pelo uso da água ser realizada em todo Estado do Rio de Janeiro, é importante destacar que, em grande parte das Bacias, tal arrecadação é bastante limitada, impossibilitando a execução de projetos de maior escala, e, conseqüentemente, de maior efetividade para melhoria da qualidade da água.

Embora sejam notórias a necessidade e a legalidade da cobrança pelo uso desse recurso natural, os valores que deveriam ser atribuídos à sua utilização não podem ser previstos de forma trivial, necessitando de estudos econômicos amplos e bastante fundamentados.

Na publicação “Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais”, de Seroa da Motta (1997), são analisadas ferramentas de análise econômica que podem ser utilizadas para valoração de um serviço ambiental. Estas encontram-se estruturadas na Figura 1. Em seguida serão apresentadas, de forma resumida, as fundamentações de cada método apresentado no Manual supracitado.



Figura 1: Métodos econômicos para valoração Ambiental



## Métodos de Função de Produção

São métodos que partem da premissa de que o recurso ambiental é um insumo ou um substituto de um bem ou serviço privado. Dessa maneira, utilizam-se preços de mercado para estimar o valor desse recurso.

O Método da Produtividade Marginal está associado à análise da relação entre custos de produção e insumos. Neste, é possível mensurar um valor de uso para a produção, considerando que a mesma opera de maneira marginal, ou seja, não há variações de preços.

No Método do Mercado de Bens Substitutos é adotada a premissa de que há um substituto perfeito para o bem, ou seja, que o substituto pode ser utilizado sem danos às funções do bem original. Nesse cenário, aumenta-se a demanda por bens substitutos e desta incorrem custos. Hipoteticamente pode ser utilizado, para fins de exemplificação, um usuário que utiliza água de um poço para seu processo produtivo e, devido a fatores diversos, teve de começar a utilizar água superficial. Dessa substituição incorrem custos, por exemplo, do tratamento diferenciado necessário a utilização da água superficial em substituição a água subsuperficial.

## Métodos de Função de Demanda

São métodos que partem da premissa de que a variação da disponibilidade de um bem altera o nível de bem-estar. Dessa maneira passa a existir a possibilidade de estimar a disposição a pagar dos interessados de acordo com sua disponibilidade. Nesta categoria de valoração podem ser citados os Mercados de Bens Complementares e da Valoração Contingente.





No caso do Método do Mercado de Bens Complementares, utilizando-se para fins de ilustração o Método associado de Preços Hedônicos, preferências reveladas pelos consumidores em um mercado substituto são utilizadas para avaliar o bem-estar dos indivíduos, considerando oscilações na qualidade ambiental. Exemplificando, pode ser avaliado o quanto um usuário estaria disposto a pagar para captar água de melhor qualidade.

O Método da Valoração Contingente mensura a disposição a pagar ou disposição a receber tomando como base mercados hipotéticos. A pesquisa desse mercado hipotético é realizada através de questionário de campo que consulta o entrevistado acerca da valoração contingente tendo em vista alterações da disponibilidade de recursos ambientais. A ideia é que as preferências reveladas nas pesquisas reflitam decisões que os agentes tomariam de fato caso existisse um mercado para o bem ambiental descrito no cenário hipotético.

Destaca-se que a utilização de ferramentas econômicas agrega cunho técnico aos valores adotados para precificar a utilização da água. Adotar esse mecanismo de validação de custos reduziria a subjetividade da escolha de fatores de desconto e aumento de fórmulas.

Um dos apontamentos de OCDE (2017) trata explicitamente sobre a origem destes valores:

Nos locais onde existe, a cobrança pelo uso de recursos hídricos está definida em valores demasiado baixos para que possam gerar mudanças comportamentais na maioria dos usuários (por exemplo, setor hidrelétrico, indústrias, agricultura e infraestruturas) ou proporcionar uma fonte significativa de financiamento para a política da água. Não há percepção de que a receita arrecadada serve para beneficiar diretamente os usuários ou para financiar programas de despesas nas Bacias onde a cobrança está implementada. A cobrança também não reflete os custos de oportunidade de um uso em Bacias específicas, os riscos e as consequências da poluição, ou a capacidade de diluição de rios e corpos d'água.

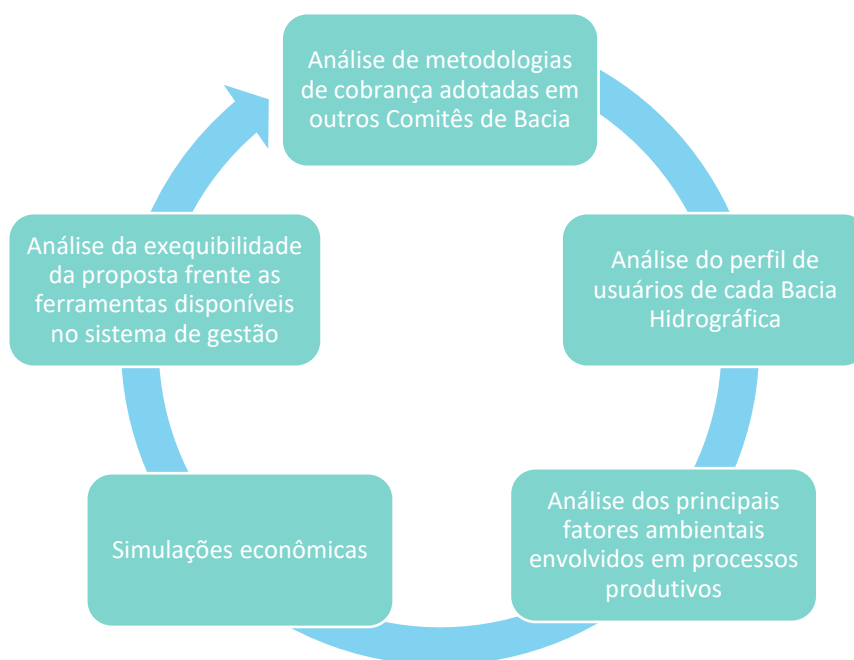
Nota-se que a utilização dos métodos econômicos brevemente apresentados possui a ela associados níveis de dificuldades para aplicação e um conhecimento amplo de Economia. Portanto, o GEAC recomenda, de forma enfática, a elaboração de um estudo que analise exclusivamente os valores que deveriam ser atribuídos a fatores de supressão/adição, de maneira a reduzir o efeito subjetivo dessas variáveis na cobrança pelo uso da água.



## METODOLOGIA

Para elaboração deste referencial, foram realizadas reuniões mensais da equipe técnica do GEAC com objetivos e metas específicas a serem alcançadas. A Figura 2 sintetiza as principais atividades desenvolvidas neste período.

Figura 2: Principais atividades desenvolvidas no período de estudo



A análise do perfil de usuários teve como foco a avaliação dos principais poluentes associados aos processos produtivos, os impactos gerados aos recursos hídricos vinculados a estas atividades produtivas, entre outros. Associada à análise crítica destes fatores de impacto, ocorreu a análise de exequibilidade dos mesmos, frente às ferramentas disponíveis para *input* de dados na fórmula de cobrança.

As experiências de diversas Bacias permitiram que fossem analisados pelo GEAC os critérios adotados em diferentes locais e suas similaridades com os fatores ambientais das Regiões em estudo. Para estas experiências, foram geradas simulações da variação na arrecadação de cada Região Hidrográfica, tomando como base estes outros desenhos de cobrança.



## USOS PREPONDERANTES NAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS ANALISADAS

Para compreender de forma sistêmica os aspectos relevantes relacionados aos usos preponderantes de cada Bacia Hidrográfica, é necessário fazer uma análise crítica acerca do banco de dados de usuários.

Essa análise permite, em um primeiro momento, verificar os principais fatores ambientais associados à atividade predominante naquela região hidrográfica. Posteriormente, a análise dos processos produtivos permite inferir os principais quesitos ambientais associados.

Dessa maneira é possível identificar os principais gargalos e as principais oportunidades de melhoria no que diz respeito ao quanto a cobrança pelo uso da água reflete os principais fatores que impactam a Região Hidrográfica.

Para análise das Regiões Hidrográficas em estudo, foram utilizados dados do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), disponibilizados pelo INEA. Para cada região foram analisados dados referentes a:

- Número de usuários cobrados por tipo de atividade desenvolvida;
- Volume total captado ou lançado por tipo de usuários cobrados;
- Número de usuários cadastrados por tipo de uso, incluindo aqueles que não são cobrados; e
- Volume total captado ou lançado cadastrado por tipo de uso, incluindo usos não cobrados.

A análise integrada desses fatores permite a percepção de atividades produtivas características de cada região, identificação dos principais riscos potenciais à depreciação de qualidade da água nas Bacias, identificação de potenciais conflitos pelo uso da água entre setores usuários e caracterização de usos responsáveis pelo consumo de grandes quantidades de água.



## Região Hidrográfica II – Guandu

De acordo com dados disponibilizados pelo INEA, com base no CNARH, o uso com a maior quantidade de usuários cobrados na RH II está vinculado à categoria “Outros”, conforme Gráfico 3. Essa categoria apresenta diversos ramos de atividades que incluem, na RH II, clubes, restaurantes, postos de gasolina, polos logísticos, condomínios, rodovias, entre outros usos diversos. Da análise do número de usuários cadastrados, é possível notar que não há uma discrepância significativa entre cobrados e cadastrados, sendo as maiores diferenças percentuais, relativas ao setor de saneamento e industrial (Gráfico 4).

Gráfico 3: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH II

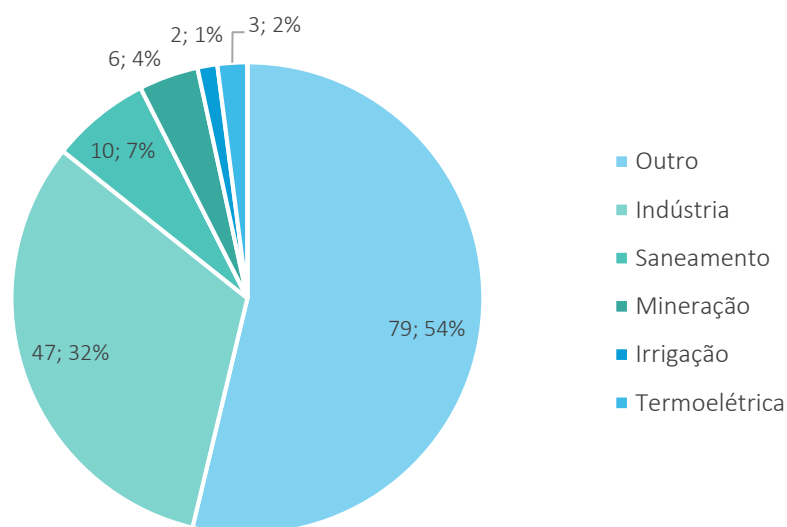
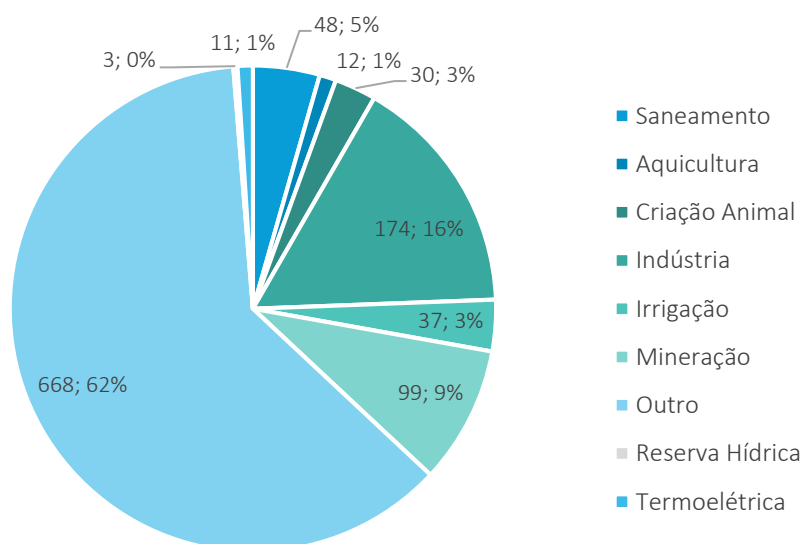


Gráfico 4: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH II



Apesar de representar o maior número de cadastros cobrados, quando se avalia o volume de água captado, Gráfico 5, o setor Outros compõe apenas 0,36% do volume total captado e



14% do volume total lançado, Gráfico 6.

Avaliando-se de maneira integrada o volume captado cobrado – Gráfico 5 – e o volume captado cadastrado – Gráfico 6 – se nota um acréscimo das vazões associadas à categoria Outros e à categoria Termoelétrica. A categoria Termoelétrica possui cobrança de uma vazão de 0,70 m<sup>3</sup>/s enquanto no cadastro de usuários há uma captação total de 5,90 m<sup>3</sup>/s.

Gráfico 5: Vazão captada (m<sup>3</sup>/s) por setor usuário cobrado na RH II

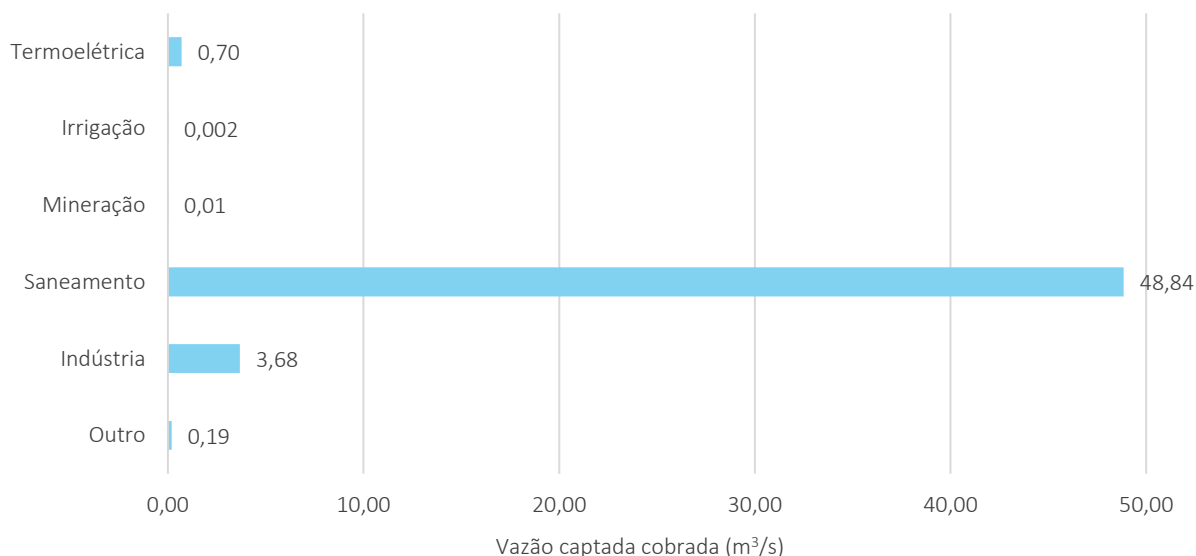
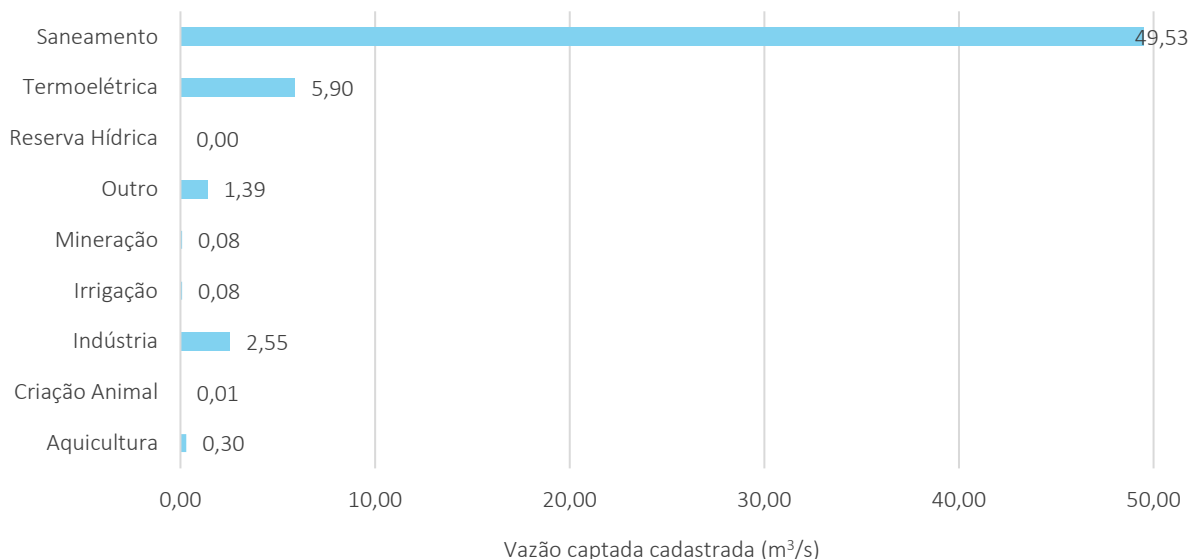


Gráfico 6: Vazão captada (m<sup>3</sup>/s) por setor usuário cadastrado na RH II



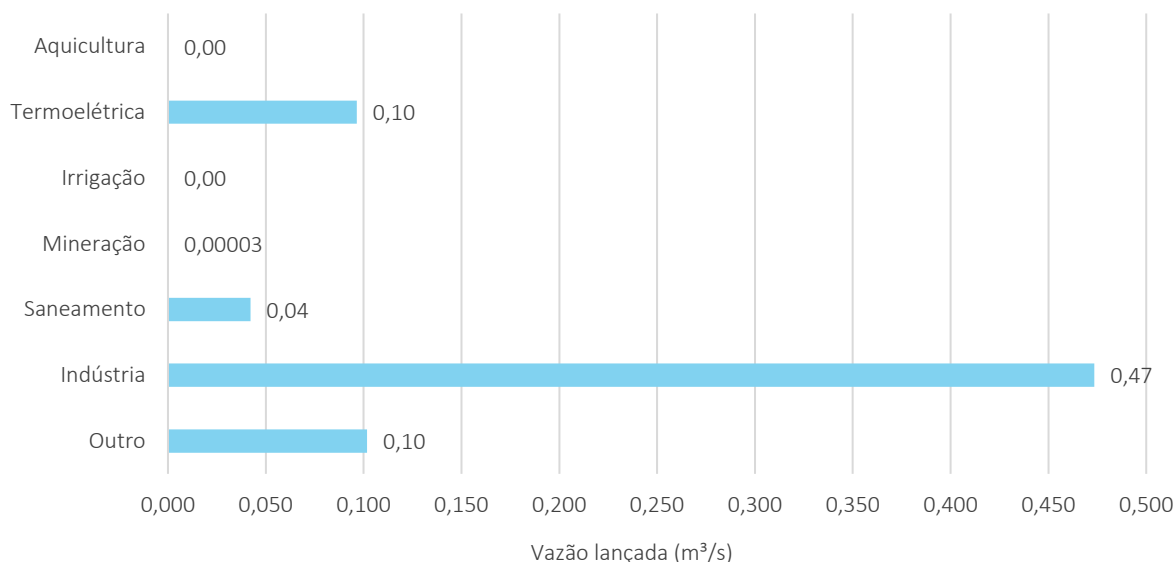
A maior captação da RH II está vinculada ao setor Saneamento, que utiliza 91% do volume total de água. Porém, quando é analisada a quantidade de água lançada por esse setor, Gráfico 7, nota-se que este representa apenas 6% do volume total lançado.

No tocante ao lançamento de água, tem-se o setor Indústria compondo 66% do volume



total lançado, Gráfico 7. Destaca-se que os maiores usuários desse setor na Região estão vinculados a siderurgia, petroquímica e setor de bebidas.

Gráfico 7: Vazão lançada (m<sup>3</sup>/s) por setor usuário na RH II



A partir desse panorama é possível identificar que a RH II possui características marcantes, que podem ser vislumbradas a partir da verificação de que o maior número de cadastros não é vinculado ao setor produtivo que demanda maior quantidade de água e que a maior captação não representa o maior lançamento. Ou seja, a maior parte da água captada não é devolvida à Região Hidrográfica, fator bastante relevante quando é analisado o balanço hídrico dessa região.

Um dos principais fatores limitantes no que tange a liberação de outorgas na RH II é a quantidade de água doce disponível próximo à foz do rio Guandu. A maior parte da água disponibilizada a esses usuários é oriunda da transposição das águas do rio Paraíba do Sul e diretamente dependente das regras da operação hidráulica de Santa Cecília. Alterações na operação de bombeamento destas águas impactam diretamente os usuários localizados na foz do Rio Guandu, visto que a área é sujeita a variações na condutividade da água associadas à intrusão salina.

Considerando que, a foz do Guandu necessita de um volume mínimo a ser mantido para contenção da cunha salina, de modo a garantir o abastecimento das empresas localizadas nessa região e que o uso relativo ao abastecimento público é responsável pelo consumo de mais de 80% do volume de água captado na RH II. Torna-se necessário controlar de maneira efetiva as perdas de distribuição associadas ao setor de saneamento.

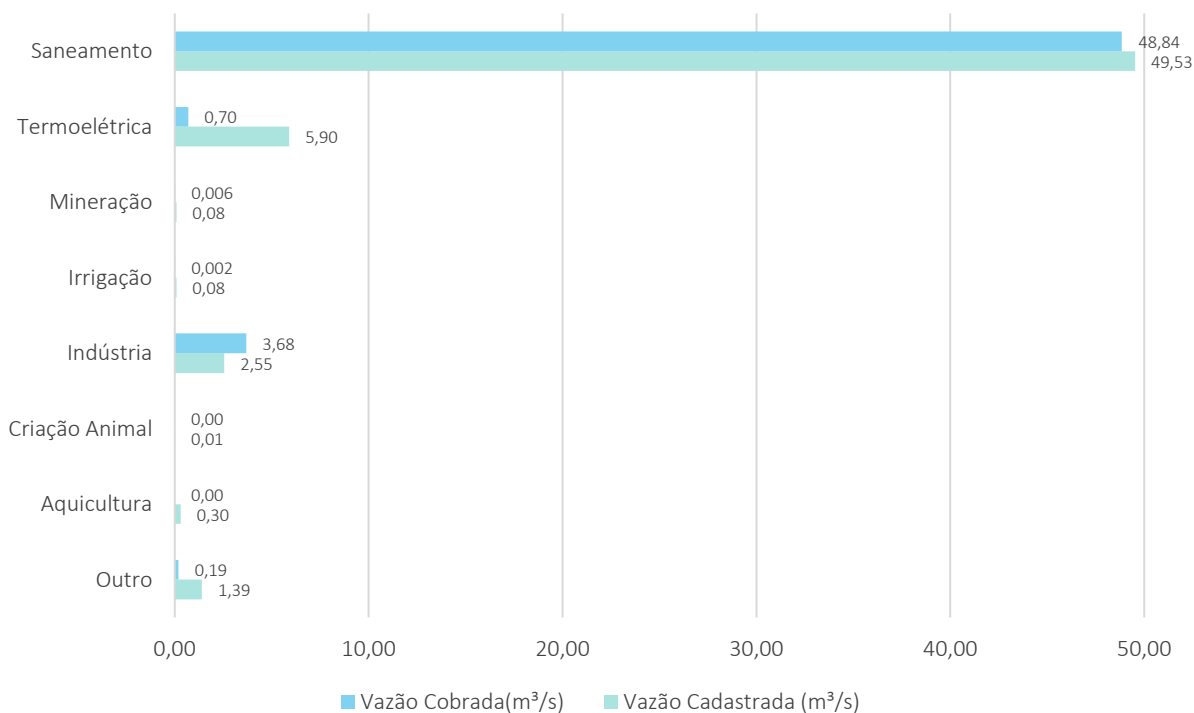
Portanto, a cobrança pelo uso da água nessa região deve considerar de maneira central o controle de perdas na distribuição de água, incentivando a adoção de medidas de controle, visando, dessa forma, aumentar a disponibilidade de água na região.

Entre as diferenças de vazão cadastrada e vazão cobrada, cabe destacar as Termelétricas



e a categoria Outros. Estes dois usos representam a maior defasagem na relação Cobrança/Cadastro. A síntese dessas diferenças é consolidada no Gráfico 8.

Gráfico 8: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH II



Obs.: Os valores cobrados da indústria que apresentam índices maiores que os cadastros podem estar associados à redução de uso por parte de um ou mais usuários, visto que a vazão cadastrada reflete a quantidade de água de fato utilizada no ano corrente e o uso cobrado é aquele declarado no ato da outorga.

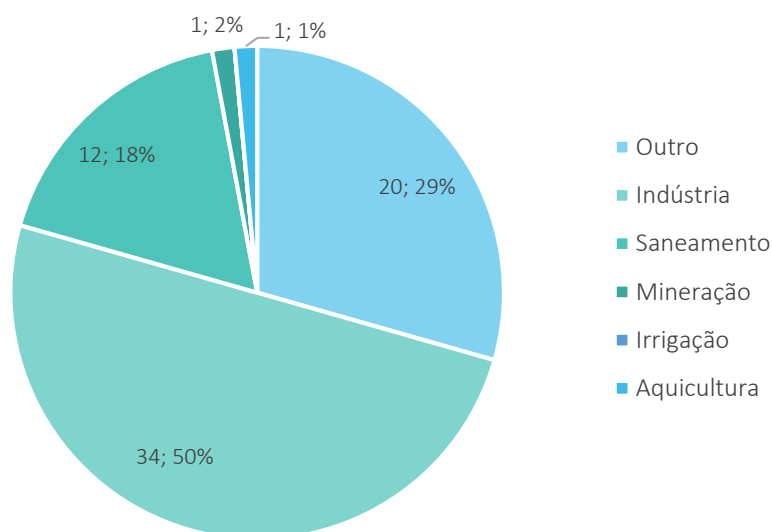
No que tange ao lançamento de água, considerando-se que o setor industrial é o responsável pela maior quantidade de efluente lançado, cabe destacar a necessidade de prezar pela qualidade do efluente lançado pelo setor, incluindo-se uma análise dos poluentes correlatos às suas atividades produtivas.



## Região Hidrográfica III – Médio Paraíba do Sul

Na RH III, analisando graficamente os dados de usuários cobrados disponibilizados pelo INEA, com base no CNARH, atribui-se ao setor Indústria o maior número de cadastros cobrados, conforme Gráfico 9. Nota-se que para a RH III há um expressivo percentual de usos vinculados à categoria “Outros”. Nesta classificação encontram-se postos de gasolina, transportadoras, clubes, entre outros.

Gráfico 9: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH III



Um fator interessante acerca do perfil de usuários da RH III é a diferença entre o perfil de usuários cobrados e os cadastrados em geral, que incluem, por exemplo, captações de uso insignificante.

Quando se analisa o perfil de usuários cadastrados, Gráfico 10, surgem novas categorias de uso que se apresentam de forma expressiva no quantitativo de usuários, entre elas a Irrigação, Mineração e Criação Animal.

De maneira análoga ao que ocorre na RH II, apesar da expressiva quantidade de usuários englobados no setor Outros, quando se analisa o volume total cobrado na Bacia, esse uso corresponde a 1,82% do volume total captado, conforme é possível visualizar no Gráfico 11.

Na RH III, o uso cobrado responsável por captar a maior quantidade de água na Bacia está relacionado ao setor Saneamento, que equivale a 71% do volume total captado, seguido pelo setor Indústria, responsável pela captação de 20% do volume total de água captada cobrada.





Gráfico 10: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH III

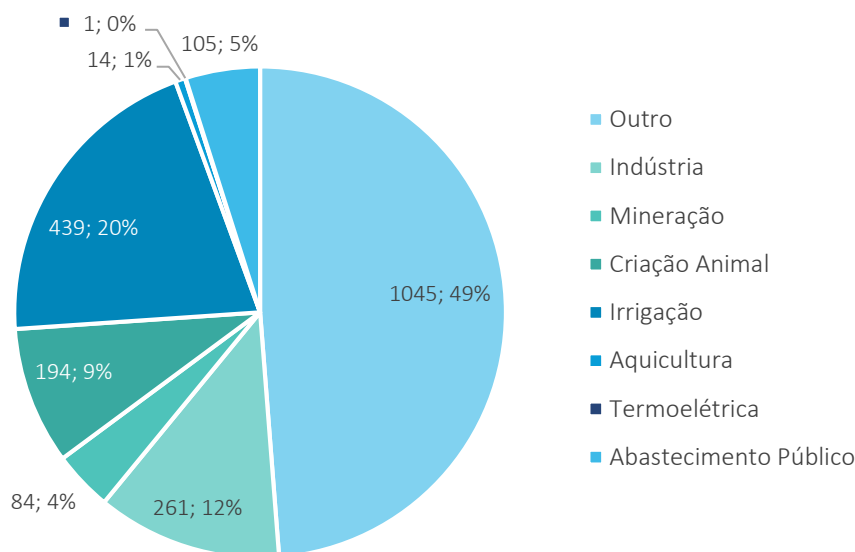
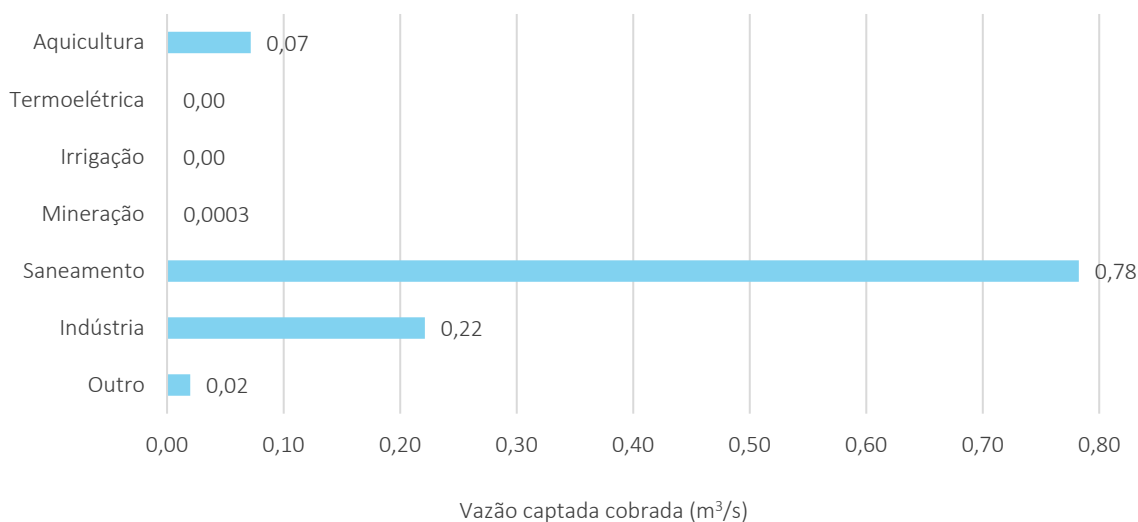


Gráfico 11: Vazão captada ( $m^3/s$ ) por setor usuário cobrado na RH III



De forma a dimensionar a representatividade no que tange ao volume captado pelos usuários cadastrados, foi elaborado o Gráfico 12, no qual observam-se alguns fatores aos quais cabe destaque.

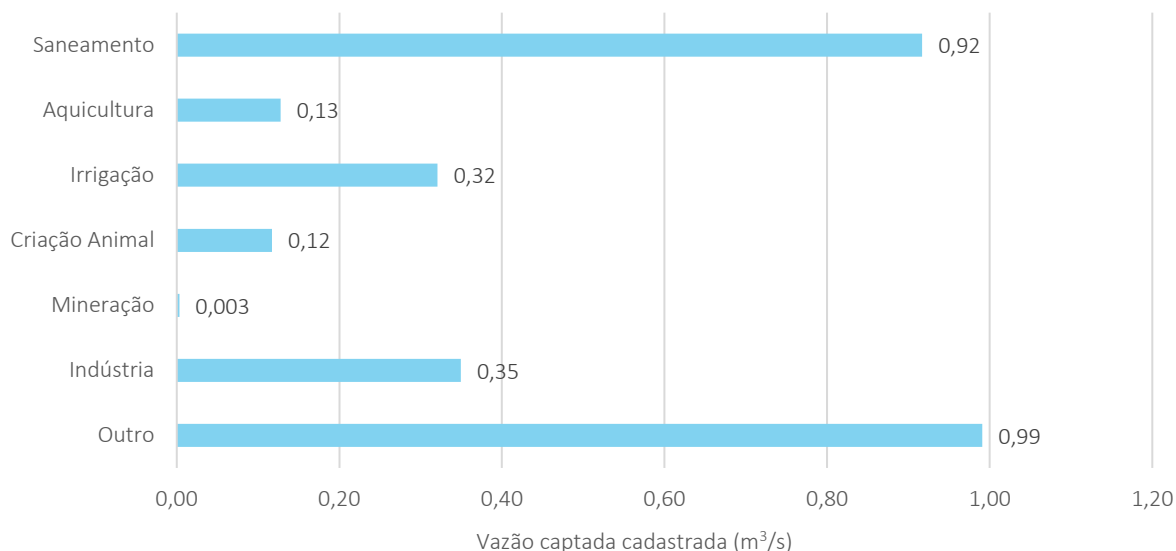
O primeiro fator é o volume cadastrado associado à categoria “Outros”, que compõe aproximadamente  $1 m^3/s$ , em contraponto à vazão menor que  $0,02 m^3/s$  cobrado do setor, sendo sua vazão associada maior que o próprio setor de saneamento. Posteriormente, cabe análise da vazão de captação do setor de Saneamento, que possui um valor de captação cobrado de aproximadamente  $0,80 m^3/s$ , enquanto no cadastro apresenta vazão associada de aproximadamente  $0,90 m^3/s$ .

Outro ponto importante se refere à irrigação. Da análise de dados disponibilizados pelo



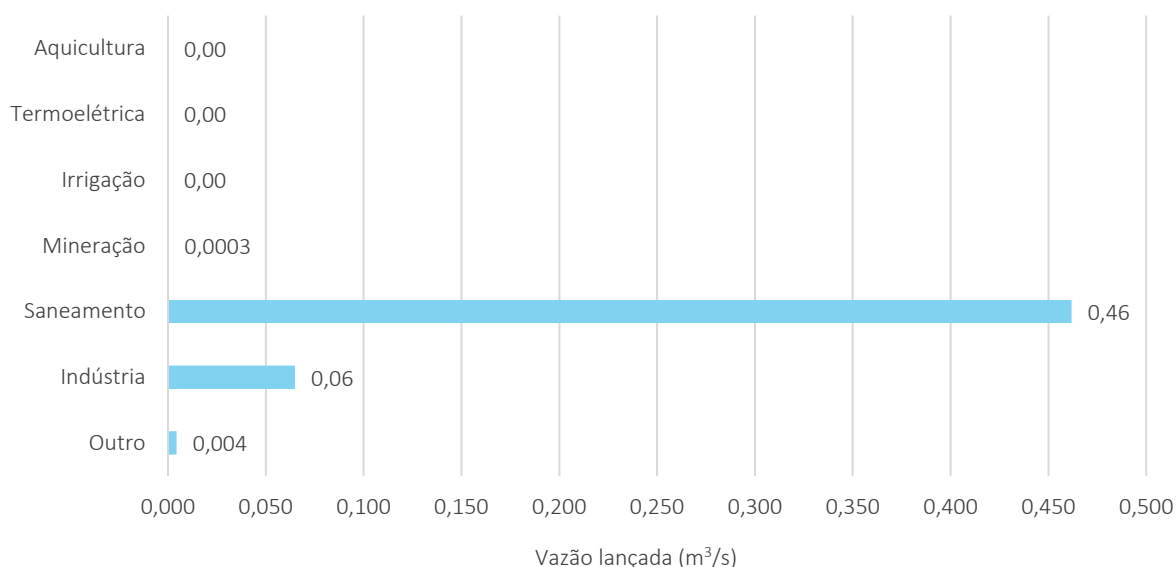
INEA por meio do CNARH, tem-se que este uso corresponde ao quarto maior da Bacia, quase equiparando-se ao uso industrial, e, atualmente, não há usuários associados à irrigação cobrados na RH III.

Gráfico 12: Vazão captada (m³/s) por setor usuário cadastrado na RH III



No que diz respeito ao lançamento de efluentes, Gráfico 13, nota-se um comportamento análogo à captação, com o setor Saneamento sendo responsável por aproximadamente 87% do volume total de efluente lançado na RH III.

Gráfico 13: Vazão lançada (m³/s) por setor usuário na RH III

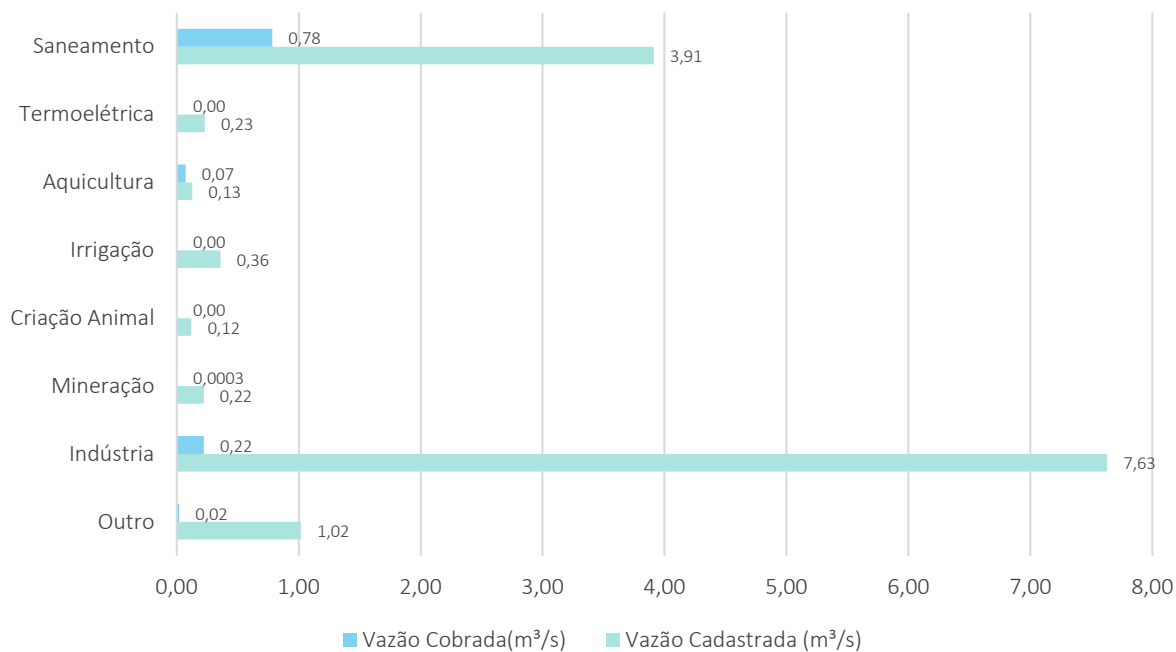


A partir dos apontamentos realizados, nota-se que há dois fatores importantes a se considerar no que diz respeito aos usos preponderantes na RH III: o primeiro deles refere-se ao volume de água cadastrado e não cobrado da RH – o Gráfico 14 permite ao leitor realizar a comparação entre vazão captada e vazão cadastrada de forma integrada, corroborando para a



análise apresentada; e, o segundo fator importante a se considerar é a qualidade dos efluentes lançados pelo setor Saneamento, devendo a metodologia de cobrança desse setor refletir essa preocupação, assegurando a redução dos principais poluentes correlatos a essa atividade.

Gráfico 14: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH III





## Região Hidrográfica IV – Piabanha

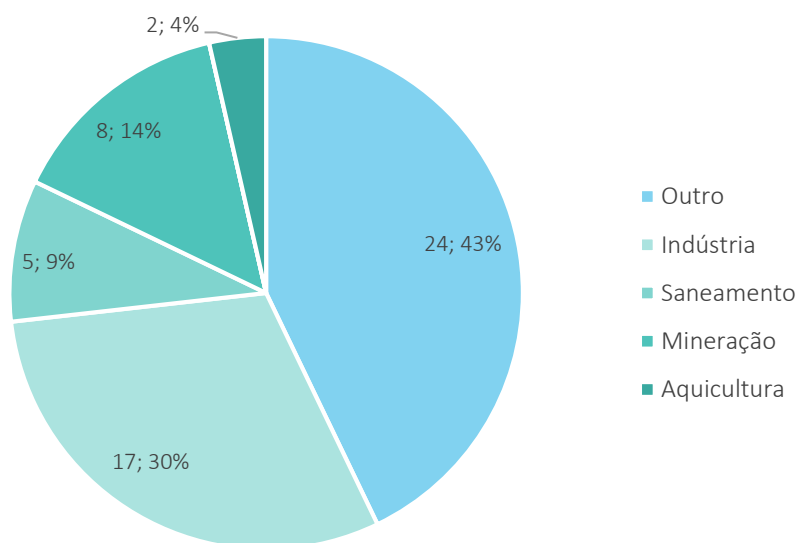
Na Região Hidrográfica IV – Piabanha (RH IV), dados de usuários cobrados disponibilizados pelo INEA, com base no CNARH, demonstram que a categoria de uso Outros corresponde ao maior número de usuários cobrados, conforme exposto no Gráfico 15. Nesta categoria encontram-se usos diversos como condomínios residenciais, transportadoras, imobiliárias, postos de gasolina, entre outros.

O segundo maior número de usuários cadastrados está vinculado ao setor de Indústria, que representa 30% dos usos cobrados na Bacia.

Comparando a distribuição de usuários cobrados, Gráfico 15, com a distribuição de usuários cadastrados, Gráfico 16, é possível notar uma divergência marcante no que tange ao uso pra Irrigação, que tratando-se de cadastro compõe 56% dos usuários da Bacia, entretanto não há usuários cobrados nesse setor

Quanto à distribuição dos demais usos cadastrados, estes reduzem percentualmente de maneira proporcional à alteração gerada pela inclusão do número de cadastros associados a atividade de irrigação.

Gráfico 15: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH IV



Devido ao expressivo número de cadastros no setor Irrigação, para a RH IV foram gerados dois tipos de gráficos em relação à captação: o primeiro deles referente à vazão captada cobrada na RH IV e o segundo referente à vazão captada cadastrada no CNARH, independente de cobrança.

Da análise dessas duas situações, nota-se que no que se refere aos usos cobrados, Gráfico 17, o setor de Saneamento apresenta maior volume captado, atingindo um valor total de aproximadamente 1,40 m<sup>3</sup>/s, seguido pela Indústria, com uma captação total de aproximadamente 0,30 m<sup>3</sup>/s. Já para os usos cadastrados, ilustrado no Gráfico 18 e confeccionado utilizando como fonte de dados o CNARH, é possível notar que a irrigação



ultrapassa até mesmo o setor de saneamento quando se trata de vazão total captada atingindo um valor próximo a 3,90 m<sup>3</sup>/s.

Gráfico 16: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH IV

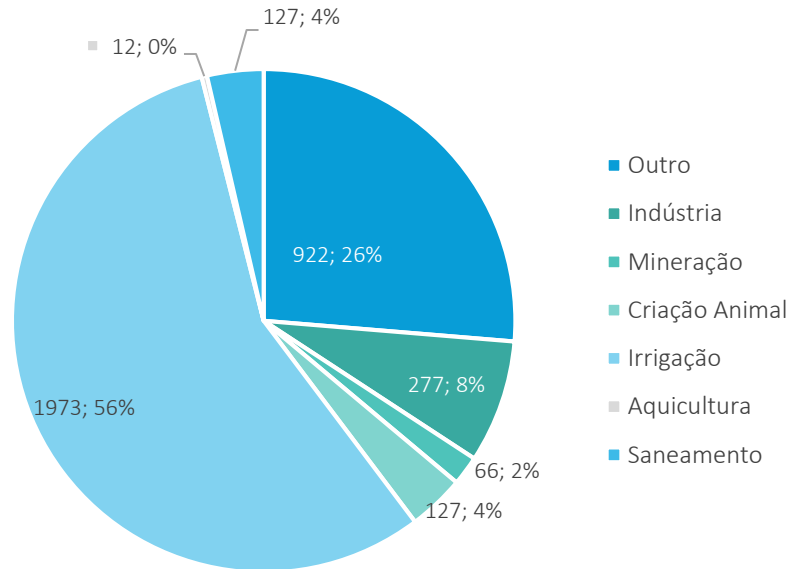


Gráfico 17: Vazão captada (m<sup>3</sup>/s) por setor usuário cobrado na RH IV

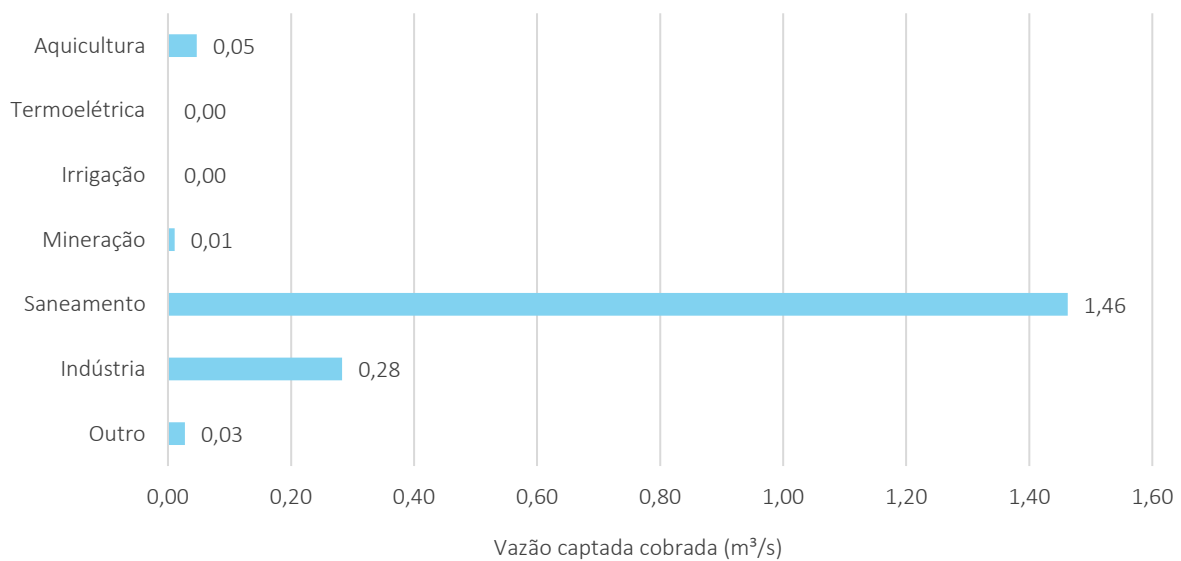
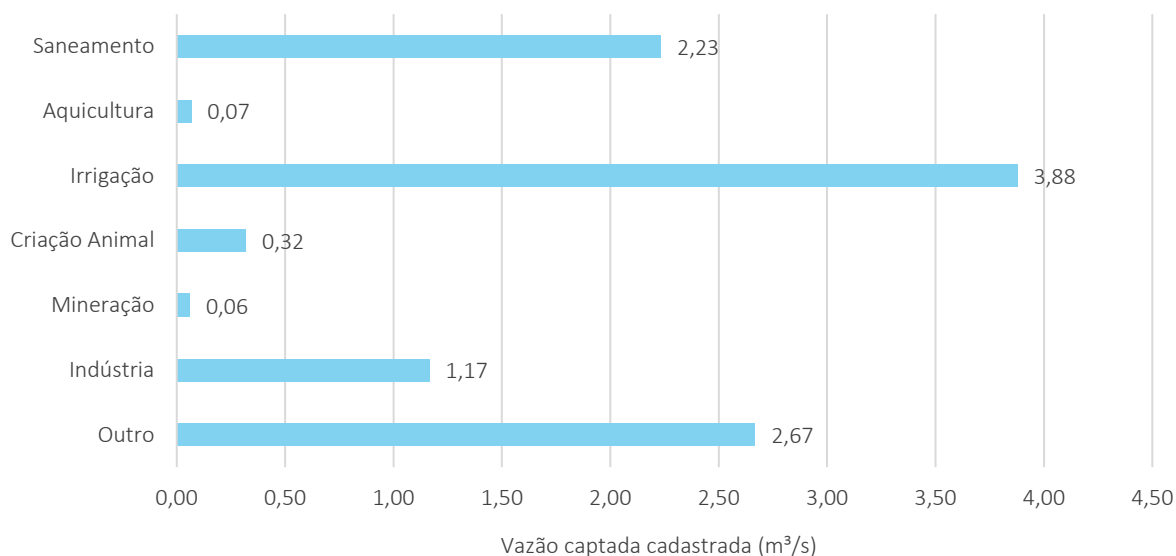




Gráfico 18: Vazão captada (m<sup>3</sup>/s) por setor usuário cadastrado na RH IV



A partir desses apontamentos, sugere-se que, para o caso da RH IV, seja realizada uma consistência de dados dos usuários cadastrados no CNARH, de modo a analisar possíveis erros em declarações relacionadas ao setor Irrigação. Após essa análise crítica, recomenda-se a adoção de duas principais medidas: a primeira delas refere-se a analisar se de fato estes usuários de irrigação encontram-se na faixa relacionada a uso insignificante, sobre a qual não incide cobrança pelo uso da água; e a segunda medida está associada à uma reanálise do volume considerado insignificante desta Bacia.

A sugestão de análise do volume considerado insignificante baliza-se na análise dos dados do CNARH, segundo os quais o valor total captado por este setor totaliza um volume acima do setor de saneamento que, para o caso de cobrança, é o uso mais expressivo da RH IV.

No que diz respeito ao lançamento de efluentes, Gráfico 19, nota-se um comportamento de maiores usos análogo à captação de usuários cobrados, com o setor Saneamento sendo responsável por aproximadamente 84% do volume total de efluente lançado na RH IV.

A partir dos apontamentos realizados, nota-se que há dois fatores importantes a se considerar no que diz respeito aos usos preponderantes na RH IV: o primeiro deles refere-se ao número de usuários do setor de irrigação e Outros que atualmente não são cobrados, apresentados de forma consolidada no Gráfico 20 para facilitar a compreensão da defasagem; e, o segundo fator importante a se considerar é a qualidade dos efluentes lançados pelo setor Saneamento, devendo a metodologia de cobrança desse setor refletir essa preocupação, assegurando a redução dos principais poluentes correlatos a essa atividade.



Gráfico 19: Vazão lançada (m³/s) por setor usuário na RH IV

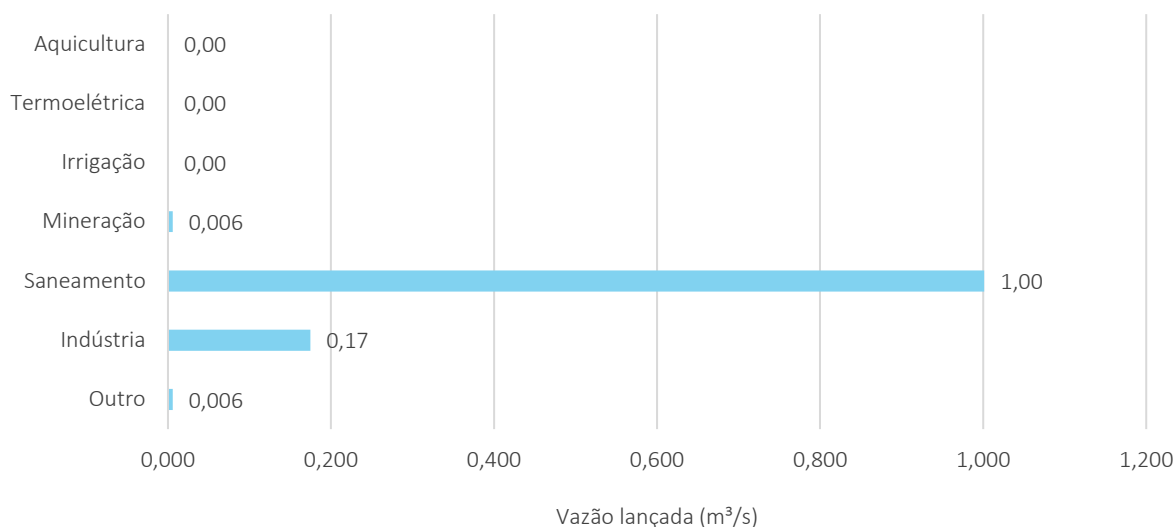
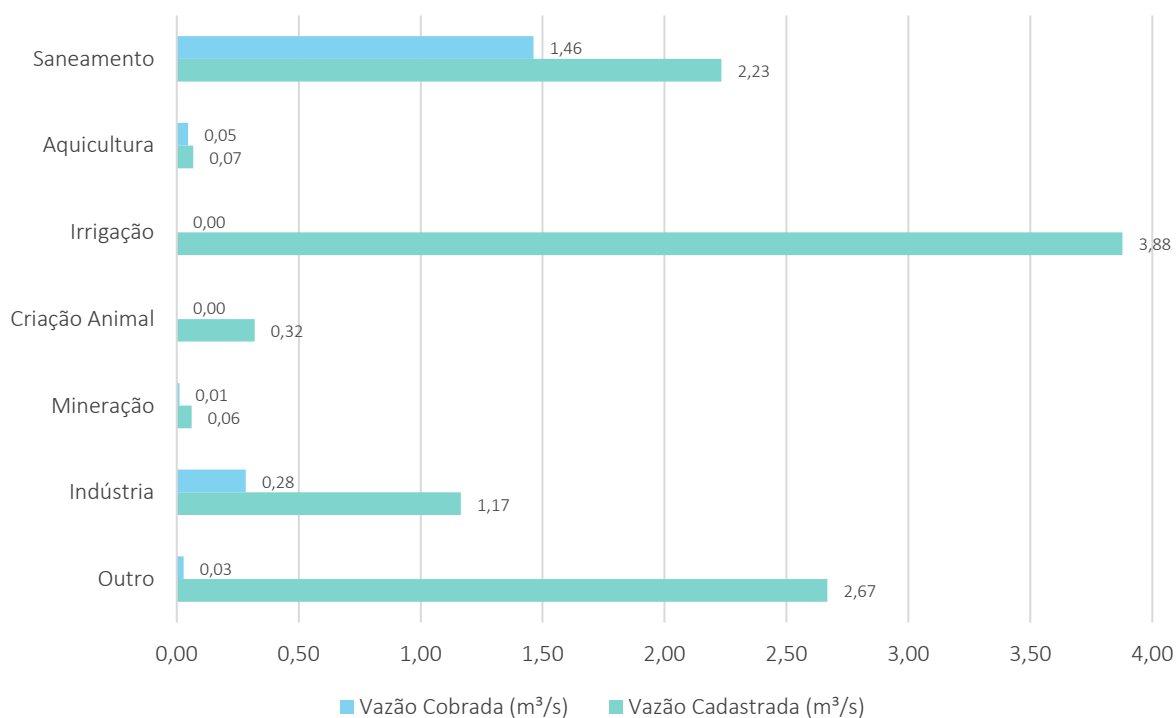


Gráfico 20: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH IV





## Região Hidrográfica VII – Rio Dois Rios

De acordo com dados disponibilizados pelo INEA, com base no CNARH, o uso com a maior quantidade de usuários cobrados na RH VII está vinculado ao setor Industrial, conforme Gráfico 21, seguido pelo setor de Saneamento que representa 25% do total de usuários cobrados. Da análise do número de usuários cadastrados,

Gráfico 22, de maneira análoga ao que ocorre na RH IV – Piabanha, há o surgimento de um volume expressivo de usuários associados à Irrigação e à Criação Animal que superam o número de usuários da Indústria, setor com o maior quantitativo de usuários cobrados.

Gráfico 21: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH VII

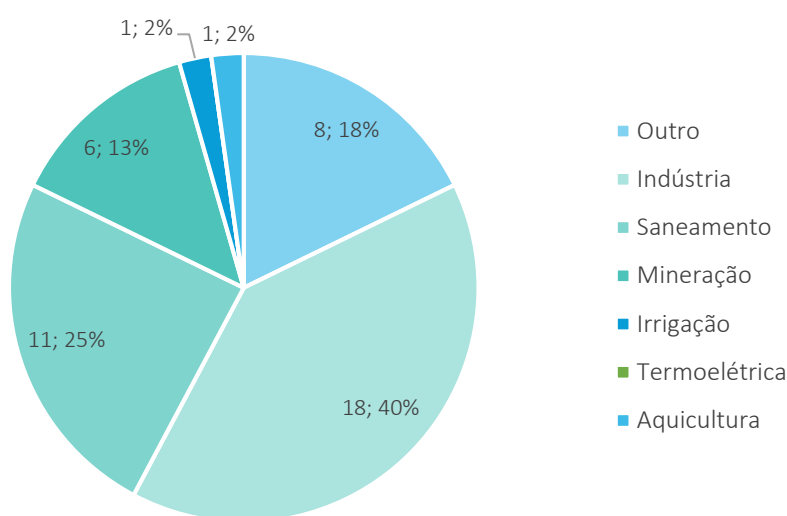
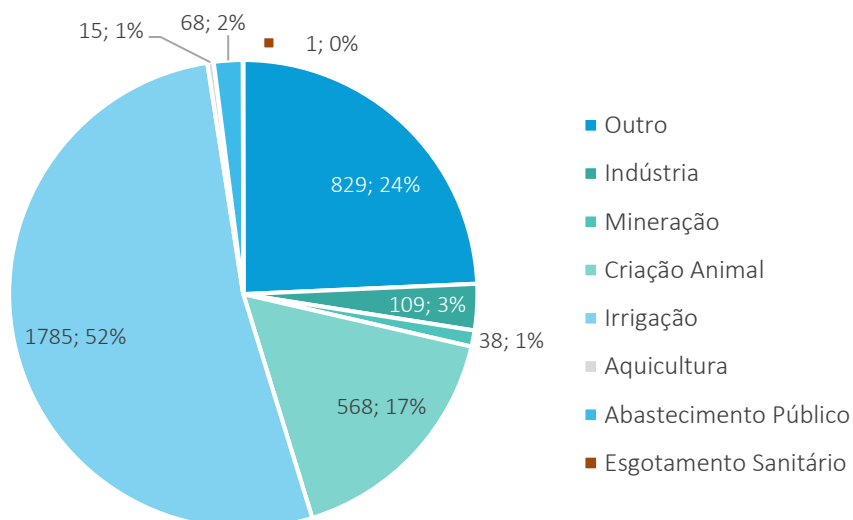


Gráfico 22: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH VII



Devido ao expressivo número de cadastros nos setores Irrigação e Criação Animal, para





a RH VII foram gerados dois tipos de gráficos em relação à captação, o primeiro deles referente à vazão captada cobrada e o segundo referente à vazão captada cadastrada no CNARH, independente de cobrança.

Comparando-se os dados de vazão captada pelos usuários cobrados, Gráfico 23, com os dados de vazão captada cadastrada no CNARH, surgem alguns fatores relevantes. O primeiro deles é relativo à categoria Outro, que representa uma vazão 67% maior que o uso mais significativo na esfera de cobrados, representado pelo setor de Saneamento.

Na categoria Outro, os principais usos registrados para a RH VII são associados a condomínios, hotéis, pequenos comércios, postos de combustível e rega de jardim, sendo os condomínios responsáveis pela captação de 77% da vazão total captada por essa categoria.

Em seguida, o setor de Aquicultura se mostra de maneira expressiva no que tange à vazão captada, sendo apenas 10% menor que aquele referente ao setor de Saneamento. Nota-se, pela comparação das informações de vazão captada cobrada e cadastrada, que apenas uma pequena parcela da vazão utilizada por esse setor está gerando arrecadação para a RH VII – Rio Dois Rios.

As categorias de Criação Animal e Irrigação, apesar de representarem um número expressivo no total de cadastros, possuem uma vazão pequena quando comparadas à categoria Outro e Aquicultura. Entretanto, quando se compara a vazão cadastrada captada pela Irrigação e pela Indústria, é possível notar que os volumes são equiparados, representando assim uma vazão significativa, conforme Gráfico 24.

Gráfico 23: Vazão captada ( $m^3/s$ ) por setor usuário cobrado na RH VII

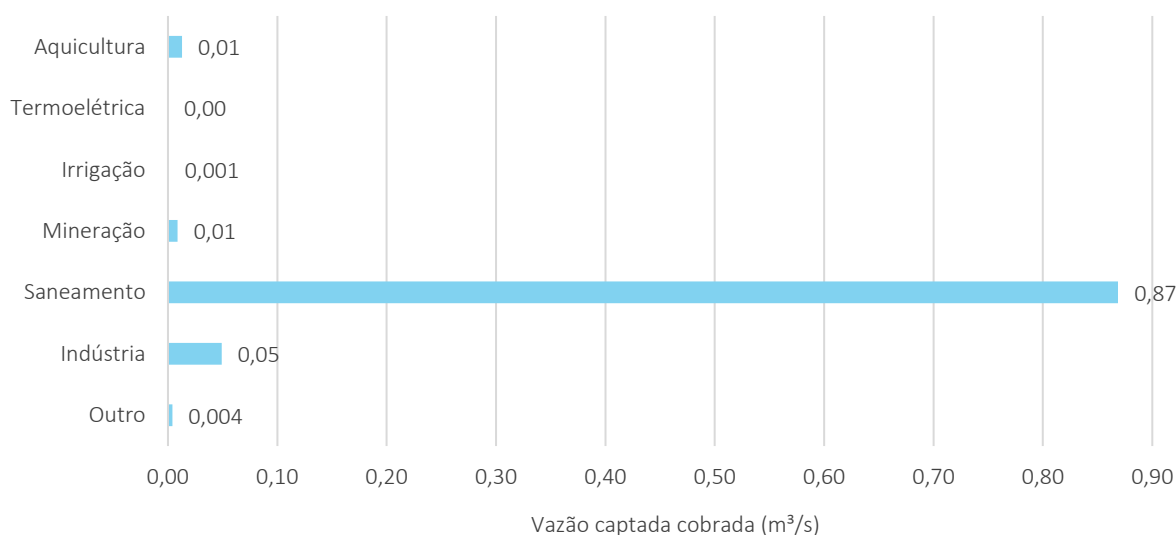
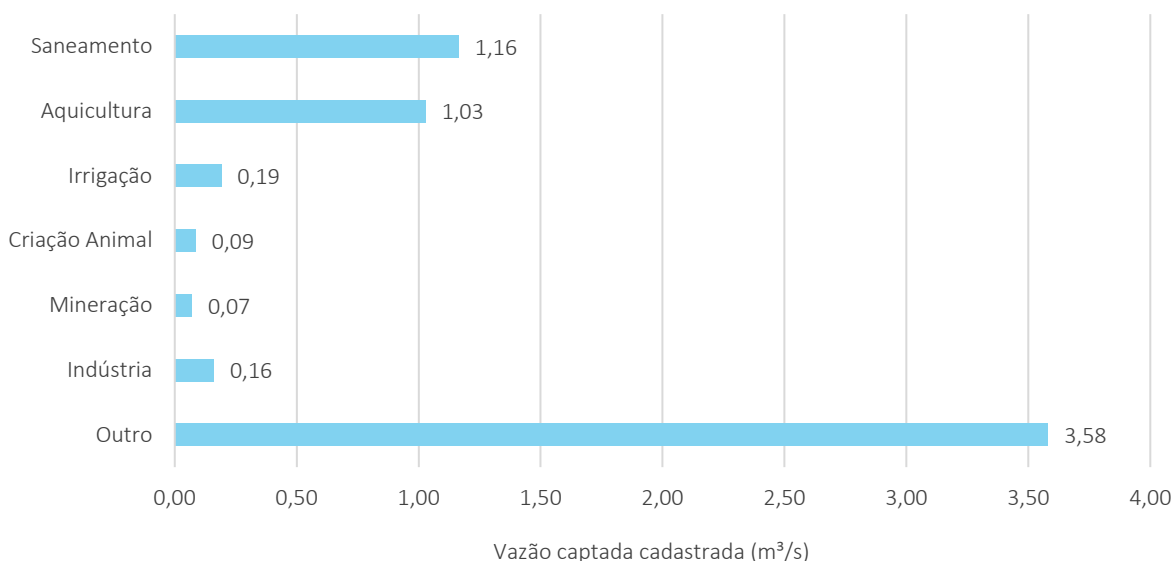


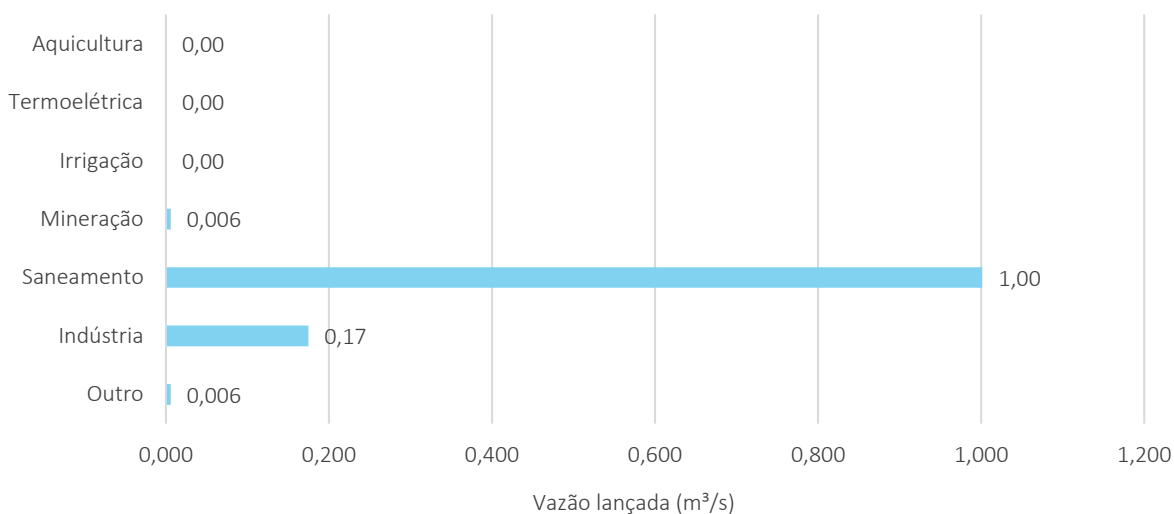


Gráfico 24: Vazão captada (m³/s) por setor usuário cadastrado na RH VII



No que diz respeito ao lançamento de efluentes, Gráfico 25, nota-se que o setor de Saneamento possui a maior vazão de lançamento, o que é de se esperar porque representa o uso com maior captação cobrada.

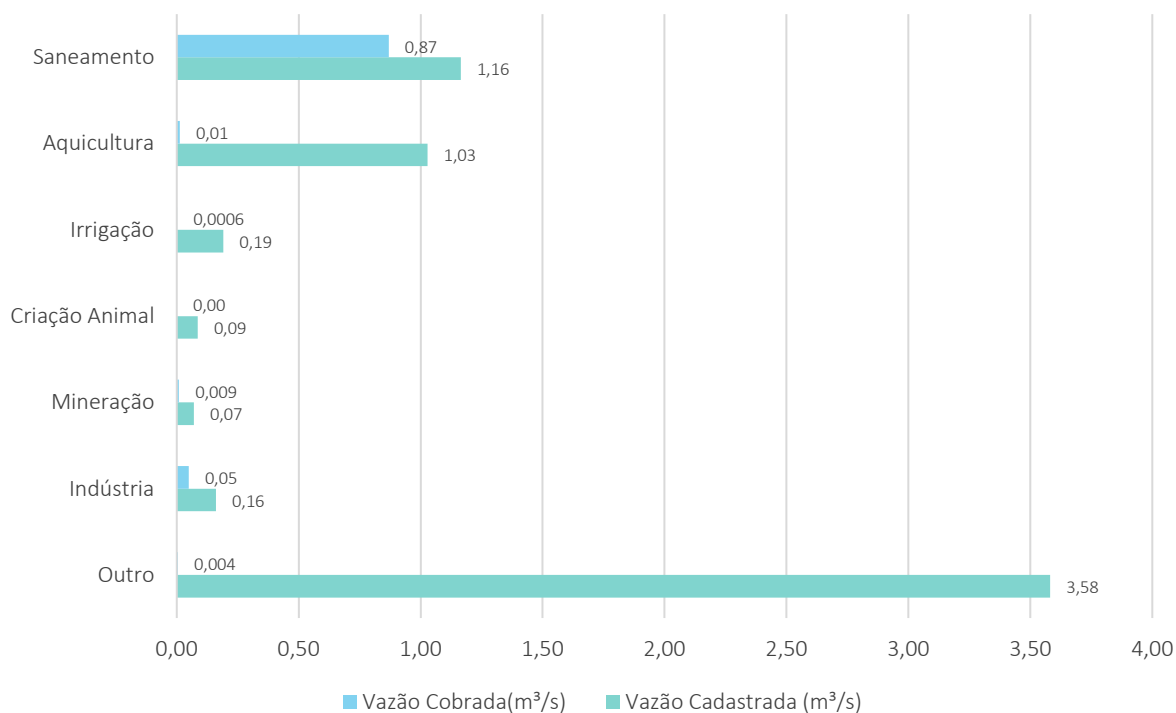
Gráfico 25: Vazão lançada (m³/s) por setor usuário na RH VII



A partir dos apontamentos apresentados, é imprescindível que se analise cautelosamente a diferença entre o número de cobrados (total de 8) e cadastrados (total de 829) na categoria Outros. Por apresentar a maior vazão captada na RH-VII, cabe realizar uma validação com objetivo de verificar se todos os usuários considerados como de uso insignificante encaixam-se devidamente nessa classificação. A mesma validação deve ser feita na atividade de Irrigação, cujo uso cobrado tem vazão irrisória, enquanto a vazão cadastrada iguala-se ao setor industrial. O Gráfico 26 apresenta essa defasagem consolidada para facilitar a visualização dos contrastes mencionados.



Gráfico 26: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH VII





## Região Hidrográfica IX – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

Na Região Hidrográfica IX – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RH IX), dados de usuários cobrados disponibilizados pelo INEA, com base no CNARH, demonstram que o Saneamento corresponde ao maior número de usuários cobrados, conforme exposto no Gráfico 27. No que se refere ao número de cadastrados, Gráfico 28, o setor Outro representa 58% do número de cadastros, um aumento de 28% em relação a porcentagem de cobrados.

Um fator interessante a ser destacado é o incremento percentual que ocorre para o setor Irrigação que sofre um aumento percentual de 12% quando se analisa o total de usuários cadastrados em relação aos usuários cobrados.

Gráfico 27: Distribuição de usuários cobrados por categoria de uso na RH IX

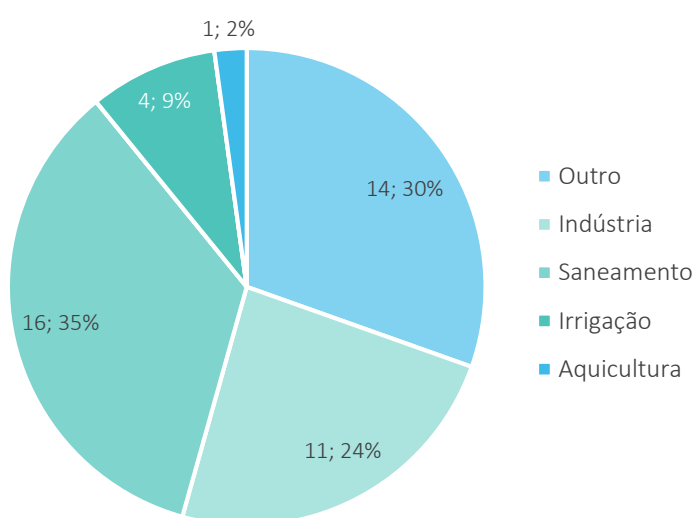
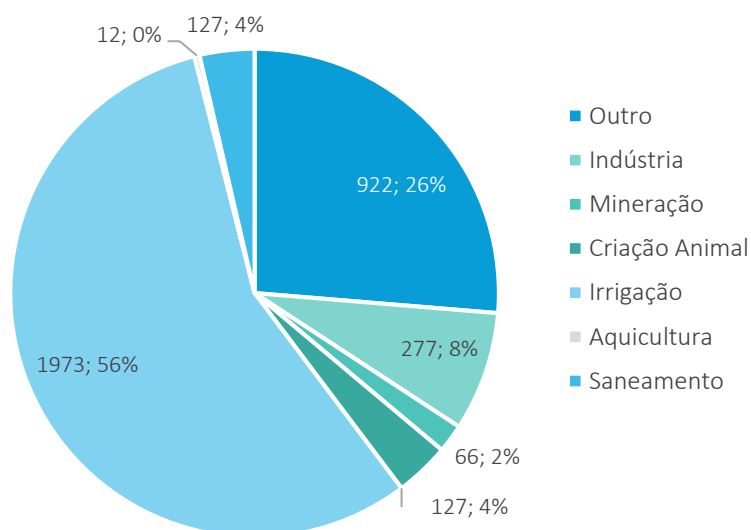


Gráfico 28: Distribuição de usuários cadastrados por categoria de uso na RH IX

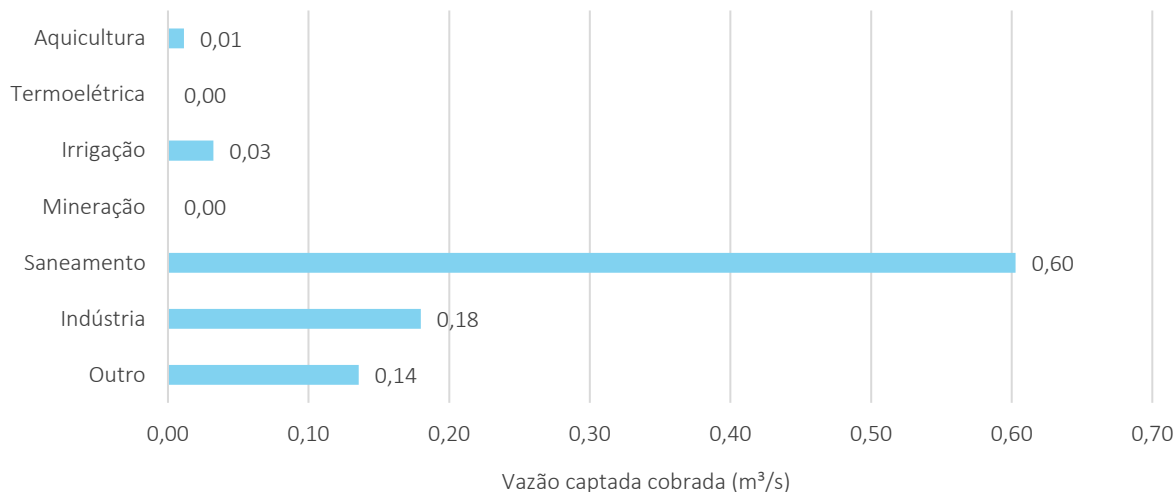


Na RH IX, o uso responsável por captar a maior quantidade de água na Bacia está



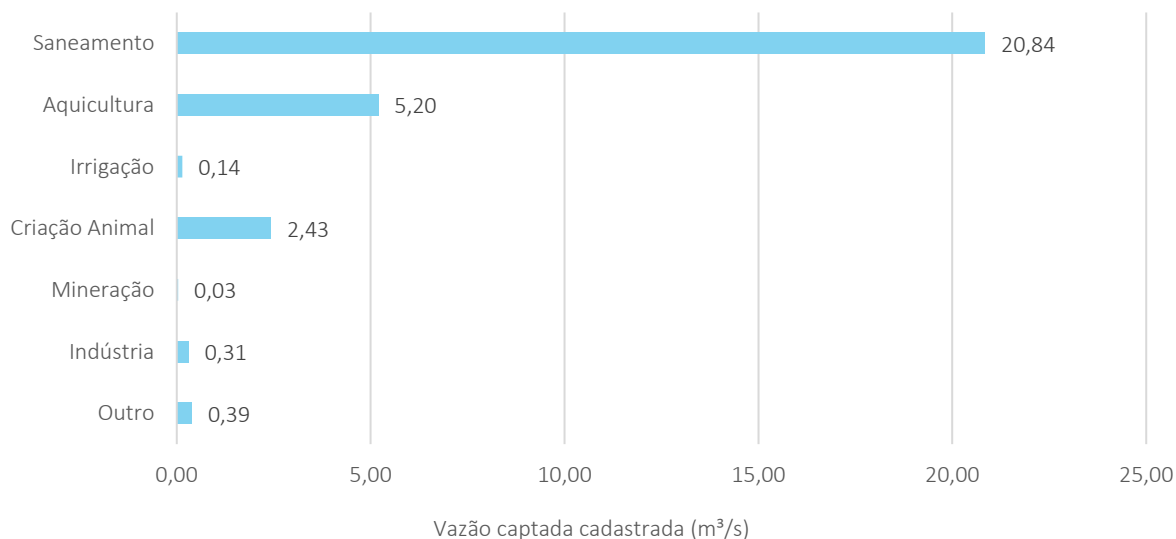
relacionado ao setor Saneamento, Gráfico 29, que equivale a 62% do volume total captado, seguido pelo setor Indústria, responsável pela captação de 18% do volume total de água.

Gráfico 29: Vazão captada ( $m^3/s$ ) por setor usuário cobrado na RH IX



Comparando-se os dados de usuários cobrados, Gráfico 29, com os dados de vazão cadastrada, Gráfico 30, nota-se que o maior acréscimo observado refere-se ao setor Saneamento. Outros usos que apresentam acréscimo significativo de vazão total captada são Aquicultura e Criação Animal.

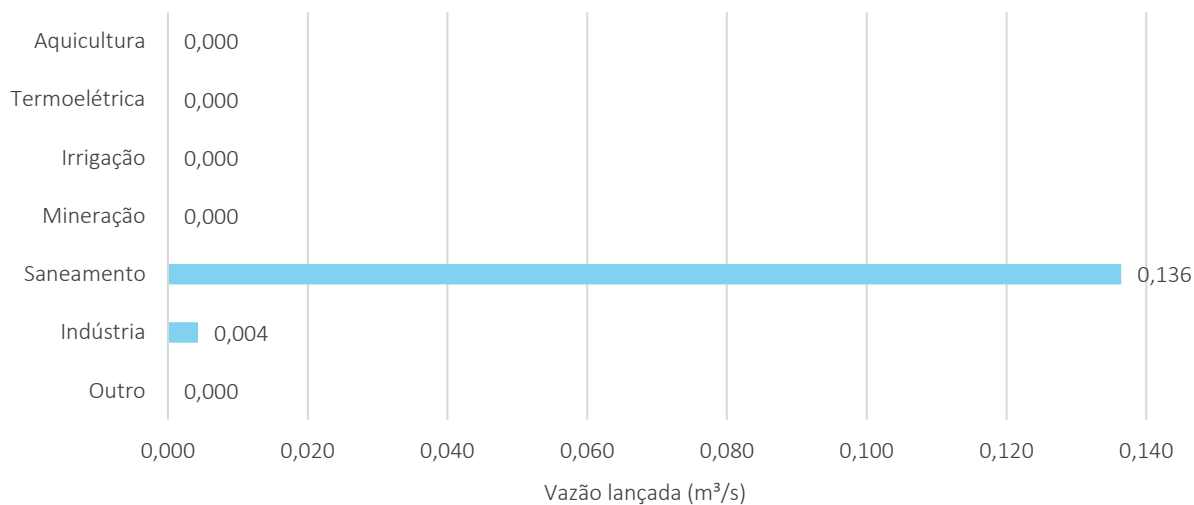
Gráfico 30: Vazão captada cadastrada ( $m^3/s$ ) por setor usuário na RH IX



No que diz respeito ao lançamento de efluentes, Gráfico 31, nota-se que o setor Saneamento é responsável por aproximadamente 90% do volume total de efluente lançado na RH IX, seguido pela indústria. Para os demais usos, não há registro de cobrança por efluente lançado.

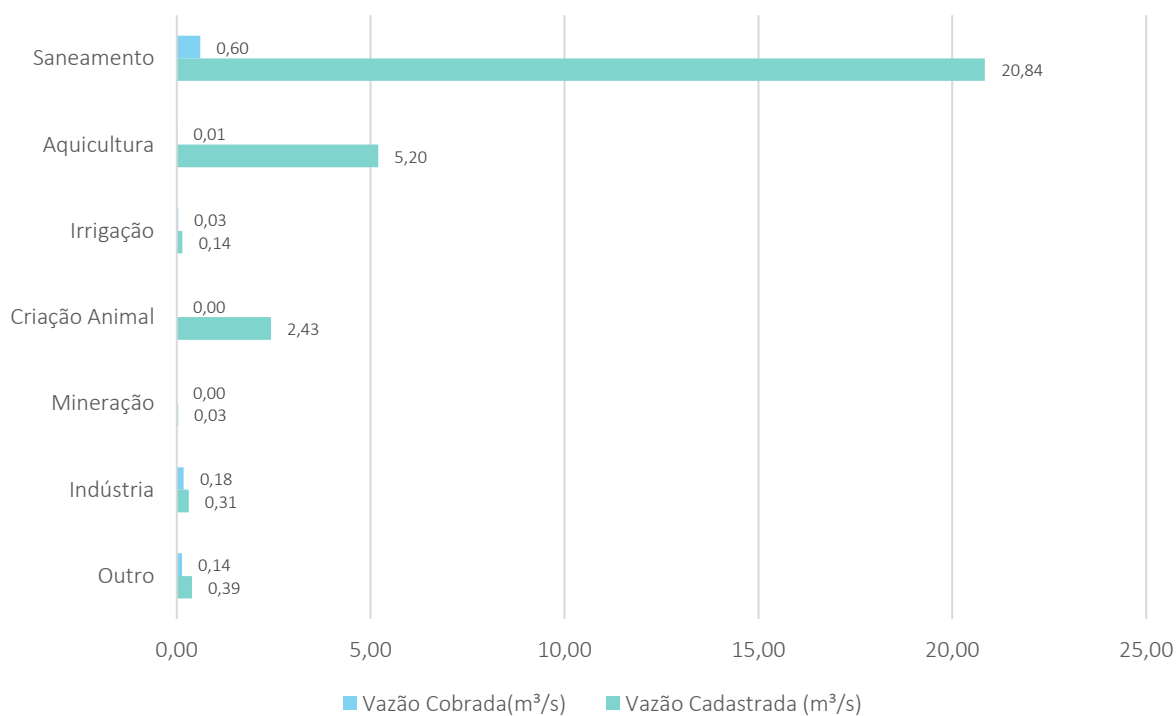


Gráfico 31: Vazão lançada (m³/s) por setor usuário cobrado na RH IX



Em suma, na RH IX deve-se observar o baixo índice de vazão cobrada no setor de Saneamento. O montante cobrado representa apenas 3% do valor total captado cadastrado na RH IX, conforme pode ser visualizado no Gráfico 32. Portanto, cabe de antemão uma análise da confiabilidade dos volumes captados declarados por esse segmento, para verificar possíveis inconsistências. Em paralelo, é importante iniciar a cobrança do setor de Aquicultura, que atualmente possui apenas um usuário cobrado.

Gráfico 32: Dados comparativos consolidados de vazão cobrada e vazão cadastrada na RH IX





## METODOLOGIAS DE COBRANÇA CONSULTADAS

Para composição deste documento foram consultadas diversas metodologias. A ideia central dessa consulta é realizar um processo de aprendizagem com o que é praticado em outras Bacias.

Foram levantadas as metodologias presentes nos seguintes documentos:

- Decreto nº 5.361, de 26 de fevereiro de 2002, do Estado do Paraná;
- Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 25, de 21 de outubro de 2005;
- Deliberação CBH-DOCE nº 26, de 31 de março de 2011;
- Decreto nº 31.195, de 16 de abril de 2013, do Estado do Ceará;
- Deliberações CEIVAP nº 65, de 28 de setembro de 2006 e nº 218, de 25 de setembro de 2014;
- Deliberação CBH Verde Grande nº 50, de 28 de janeiro de 2015;
- Deliberação CBH Paranaíba nº 61, de 10 de março de 2016; e
- Deliberação CBHSF Nº 94, de 25 de agosto de 2017.

A metodologia abordada em cada um desses decretos e deliberações é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Metodologias consultadas: Estado do Paraná

Decreto nº 5.361, de 26 de fevereiro de 2002, do Estado do Paraná

VALOR TOTAL
$Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{lan\grave{c}}) \times K_S \times K_R$
<p>Onde:</p> <p><b>Valor<sub>total</sub></b> = Valor anual de cobrança pela água, em R\$/ano</p> <p><b>Valor<sub>cap</sub></b> = Valor anual de cobrança pela captação de água, em R\$/ano</p> <p><b>Valor<sub>lanç</sub></b> = Valor anual de cobrança pelo consumo água, em R\$/ano</p> <p><b>K<sub>S</sub></b> = Coeficiente de sazonalidade, adimensional</p> <p><b>K<sub>R</sub></b> = Coeficiente de regionalidade, adimensional</p>
Parcela captação
$Valor_{cap} = PPU_{cap} \times V_{cap} + PPU_{cons} \times V_{cons}$
<p>Onde:</p> <p><b>PPU<sub>cap</sub></b> = Preço por unidade de água captada, em R\$/ano</p> <p><b>V<sub>cap</sub></b> = Volume anual de cobrança pela captação de água, em R\$/ano</p> <p><b>PPU<sub>cons</sub></b> = Preço por unidade de volume de água consumida, em R\$/ano</p> <p><b>V<sub>cons</sub></b> = Volume anual de água consumida, em R\$/ano</p> <p>*A resolução apresenta diferenciação entre PPU relacionado a captações superficiais e subterrâneas.</p>
Derivação
$Valor_{cap} = PPU_{der} \times V_{der}$
<p>Onde:</p> <p><b>PPU<sub>der</sub></b> = Preço por unidade de volume de água derivada, em R\$/ano</p>



$V_{der}$ = Volume anual de água derivada, em $m^3$
Parcela lançamento
$Valor_{lan\grave{c}} = PPU_{DBO} \times C_{DBO} + PU_{SS} \times C_{SS} + PU_{lan\grave{c}} \times C_{lan\grave{c}} + PU_{pa} \times C_{pa}$
Onde: $Valor_{lan\grave{c}}$ = Valor anual de cobrança pelo lançamento, em R\$/ano $PPU_{DBO}$ = Preço por unidade de demanda bioquímica de oxigênio DBO, necessária para degradar a matéria orgânica, em R\$/kg $C_{DBO}$ = Carga de DBO <sub>5,20</sub> necessária para degradar a matéria orgânica, em kg/unidade de tempo $PPU_{SS}$ = Preço por unidade de carga lançada de Sólidos em Suspensão, em R\$/kg $C_{SS}$ = Carga lançada de Sólidos em Suspensão, em kg/ano $PPU_{lan\grave{c}}$ = Preço por unidade da carga lançada correspondente à diferença entre a demanda química de oxigênio DQO e a demanda bioquímica de oxigênio DBO <sub>5,20</sub> em R\$/kg $C_{lan\grave{c}}$ = Carga lançada correspondente à diferença entre a DQO e da DBO <sub>5</sub> do efluente, em kg/ano $PU_{pa}$ = Preço por unidade da carga lançada de outros parâmetros adicionais, incorporados à fórmula, em R\$/kg $C_{pa}$ = Carga lançada de outros parâmetros adicionais, incorporados à fórmula por solicitação dos Comitês de Bacia Hidrográfica, em kg/ano

Tabela 4: Metodologias consultadas: Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 25, de 21 de outubro de 2005

VALOR TOTAL
$Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{CO} + Valor_{PCH} + Valor_{Rural} + Valor_{transp}) \times K_{Gest\tilde{a}o}$
Onde: $Valor_{total}$ = Pagamento anual pelo uso da água, em R\$/ano. $Valor_{cap}$ = Pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano. $Valor_{cons}$ = Pagamento anual pelo consumo de água, em R\$/ano. $Valor_{CO}$ = Pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano $Valor_{PCH}$ = Pagamento anual relativo a geração de energia em pequenas centrais hidrelétricas, em R\$/ano $Valor_{Rural}$ = Pagamento anual relativo ao setor de agropecuária, em R\$/ano $Valor_{transp}$ = Pagamento anual relativo a águas transpostas, em R\$/ano $K_{Gest\tilde{a}o}$ = Coeficiente que leva em conta o efetivo retorno dos recursos às Bacias, adimensional
Parcela captação
Quando não houver medição de vazões:
$Valor_{cap} = Q_{cap\ out} \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe}$
Onde: $Q_{cap\ out}$ = Volume anual de água captado, em $m^3$ /ano $PPU_{cap}$ = Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/ $m^3$ $K_{cap\ classe}$ = Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, adimensional
Quando houver medição de vazões:
$Valor_{cap} = [K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med} + K_{med\ extra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})] \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe}$





Onde:

$K_{out}$  = Peso atribuído ao volume anual de captação outorgado, adimensional

$K_{med}$  = Peso atribuído ao volume anual de captação medido, adimensional

$K_{med\ extra}$  = Peso atribuído ao volume anual disponibilizado no corpo d'água, adimensional

$Q_{cap\ med}$  = Volume anual de água captado, segundo dados de medição, em m<sup>3</sup>/ano

A parcela  $K_{med\ extra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})$  é acrescentada na cobrança apenas quando a relação entre  $Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out}$  for menor que 0,7.

#### Parcela consumo

$$Valor_{cons} = (Q_{capT} - Q_{lançT}) \times PPU_{cons} \times \frac{Q_{cap}}{Q_{capT}}$$

Onde:

$Q_{capT}$  = Volume anual de água captado total, igual ao  $Q_{cap\ med}$  ou igual ao  $Q_{cap\ out}$ , se não existir medição, em corpos d'água de domínio da União e dos estados, mais aqueles captados diretamente em redes de concessionárias dos sistemas de distribuição de água, em m<sup>3</sup>/ano

$Q_{cap}$  = Volume anual de água captado, igual ao  $Q_{cap\ med}$  ou igual ao  $Q_{cap\ out}$ , se não existir medição, por dominialidade, em m<sup>3</sup>/ano

$Q_{capT}$  = Volume anual de água lançado total, em corpos d'água de domínio dos estados, da União, em redes públicas de coleta de esgotos ou em sistemas de disposição em solo, em m<sup>3</sup>/ano

$PPU_{cons}$  = Preço Público Unitário para o consumo de água, R\$/m<sup>3</sup>

#### Parcela lançamento

$$Valor_{CO} = CO_{DBO} \times PPU_{DBO} \times K_{lanç\ classe} \times K_{PR}$$

Onde:

$CO_{DBO}$  = Carga anual de DBO<sub>5,20</sub> lançada, em kg/m<sup>3</sup>

$PPU_{DBO}$  = Preço Unitário Básico da carga de DBO<sub>5,20</sub> lançada, em R\$/kg

$K_{lanç\ classe}$  = Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo de água receptor, adimensional

$K_{PR}$  = Coeficiente que leva em consideração a percentagem de remoção de carga orgânica, adimensional

#### Usuários do setor de agropecuária e aquicultura

$$Valor_{cons} = Q_{cap} \times PUB_{cons} \times K_{consumo}$$

Onde:

$Q_{cap}$  = Valor anual pela captação de água, em m<sup>3</sup>/ano.

$PUB_{cons}$  = Simboliza o Preço Unitário Básico para o consumo de água, em m<sup>3</sup>/ano.

$K_{consumo}$  = Refere-se ao coeficiente que visa, no caso de irrigação, quantificar o volume de água consumido.

#### Geração de energia elétrica por meio de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs

$$Valor_{PCH} = (0,2 \times GH_{Nominal} + 0,8 \times GH_{Efetivo}) \times TAR \times K_{geração}$$

Onde:

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

$GH_{Nominal}$  = Energia gerada anual, segundo capacidade nominal da PCH, em MWh

$GH_{Efetivo}$  = Energia efetivamente gerada anual, segundo capacidade nominal da PCH, em MWh

$TAR$  = Tarifa Atualizada de Referência – TAR, relativa à compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos, fixada, anualmente, por Resolução Homologatória da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em R\$/MWh

$K_{geração}$  = Igual a 0,01

#### Águas transpostas

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



Onde:

$K_{out}$  = Peso atribuído ao volume anual de captação outorgado, adimensional

$Q_{cap\ out}$  = Volume anual de água captado, em  $m^3/ano$

$K_{med}$  = Peso atribuído ao volume anual de captação medido, adimensional

$Q_{cap\ med}$  = Volume anual de água captado, segundo dados de medição, em  $m^3/ano$

$PPU_{cap}$  = Preço Público Unitário para captação superficial, em  $R\$/m^3$

$K_{cap\ classe}$  = Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, adimensional

Tabela 5: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio Doce

Deliberação CBH-DOCE nº 26, de 31 de março de 2011

VALOR TOTAL
$Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{lan\c} + Valor_{transp} + Valor_{PCH}) \times K_{gest\ao}$
<p>Onde:</p> <p><math>Valor_{cap}</math> = Valor anual de cobrança pela captação de água, em <math>R\\$/ano</math></p> <p><math>Valor_{lan\c}</math> = Valor anual pelo lançamento de carga orgânica, em <math>R\\$/ano</math></p> <p><math>Valor_{transp}</math> = Valor anual de cobrança pela transposição de água, em <math>R\\$/ano</math></p> <p><math>Valor_{PCH}</math> = Valor anual de cobrança pela geração de energia elétrica por meio de PCHs, em <math>R\\$/ano</math></p> <p><math>K_{gest\ao}</math> = Coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à Bacia do rio Doce dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos, adimensional</p>
Parcela captação
$Valor_{cap} = (k_{out} \times Q_{out} + Q_{med} \times K_{med}) \times PPU_{cap} \times K_{cap}$
<p><math>k_{out}</math> = Peso atribuído ao volume anual de captação outorgado, adimensional</p> <p><math>Q_{out}</math> = Volume anual de água captado, segundo valores da outorga, em <math>m^3/ano</math></p> <p><math>Q_{med}</math> = Volume anual de água captado, segundo dados de medição, em <math>m^3/ano</math></p> <p><math>K_{med}</math> = Peso atribuído ao volume anual disponibilizado no corpo d'água, adimensional</p> <p><math>PPU_{cap}</math> = Preço Unitário para captação, em <math>R\\$/m^3</math></p> <p><math>K_{cap}</math> = Coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água, adimensional</p>
Parcela lançamento
$Valor_{lan\c} = CO_{DBO} \times PPU_{lan\c}$
<p>Onde:</p> <p><math>Valor_{lan\c}</math> = Valor anual de cobrança pelo lançamento de carga orgânica, em <math>R\\$/ano</math></p> <p><math>CO_{DBO}</math> = Carga anual de <math>DBO_{5,20}</math> lançada, em <math>kg/ano</math></p> <p><math>PPU_{lan\c}</math> = Preço Público Unitário pelo lançamento de carga orgânica, em <math>R\\$/kg</math></p>
$CO_{DBO} = C_{DBO} \times Q_{lan\c}$
<p>Onde:</p> <p><math>C_{DBO}</math> = Concentração anual média de <math>DBO_{5,20}</math> lançada, em <math>kg/m^3</math></p> <p><math>Q_{lan\c}</math> = Volume anual de efluente lançado, em <math>m^3/ano</math></p>
Volumes de água transposta
$Valor_{transp} = Q_{transp} \times PPU_{transp} \times K_{classe}$
<p>Onde:</p> <p><math>Valor_{transp}</math> = Valor anual de cobrança pela transposição de água, em <math>R\\$/ano</math></p> <p><math>Q_{transp}</math> = Volume anual de água transposto da Bacia Hidrográfica do rio Doce para outras Bacias, em</p>



<p><math>m^3/\text{ano}</math>  <math>PPU_{\text{transp}}</math> = Preço Público Unitário para a transposição de Bacia, em R\$/<math>m^3</math>  <math>K_{\text{classe}}</math> = Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a transposição</p>
<p>Geração de energia elétrica por meio de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs</p>
<p><math>Valor_{PCH} = EH \times TAR \times K</math></p>
<p>Onde:  <math>Valor_{PCH}</math> = Valor anual de cobrança pela geração de energia elétrica por meio de PCHs, em R\$/ano                  EH = Energia anual de origem hidráulica efetivamente verificada, em MWh                  TAR = Tarifa Atualizada de Referência – TAR, relativa à compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos, fixada, anualmente, por Resolução Homologatória da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, em R\$/MWh                  K = Igual a 0,75</p>

Tabela 6: Metodologias consultadas: Estado do Ceará

Decreto nº 31.195, de 16 de abril de 2013, do Estado do Ceará

<p>VALOR TOTAL</p>
<p><math>T(u) = T \times V_{ef}</math></p>
<p>Onde:  <math>T(u)</math> = Tarifa do usuário                  T = Tarifa padrão sobre volume consumido  <math>V_{ef}</math> = Volume mensal consumido pelo usuário</p>

Tabela 7: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul

Deliberações CEIVAP nº 65, de 28 de setembro de 2006 e nº 218, de 25 de setembro de 2014

<p>VALOR TOTAL</p>
<p><math>Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{DBO}) \times K_{gest\tilde{a}o}</math></p>
<p>Onde:  <math>Valor_{cap}</math> = Valor anual de cobrança pela captação de água, em R\$/ano  <math>Valor_{cons}</math> = Valor anual de cobrança pela captação de água, em R\$/ano  <math>Valor_{DBO}</math> = Valor anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano  <math>K_{gest\tilde{a}o}</math> = Coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul dos recursos arrecadados pela cobrança do uso da água nos rios de domínio da União, adimensional</p>
<p>Parcela captação</p>
<p>Quando não há medição do volume captado:</p>
<p><math>Valor_{cap} = Q_{capout} \times PPU_{cap} \times K_{capclasse} \times K_{pd}</math></p>



Onde:

$Valor_{cap}$  = Pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano

$Q_{capout}$  = Volume anual de água captado, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização, em m<sup>3</sup>/ano

$PPU_{cap}$  = Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/m<sup>3</sup>

$K_{capclasse}$  = Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, adimensional

$K_{pd}$  = Coeficiente aplicado somente ao setor de saneamento que leva em conta o índice de perdas de água na distribuição do prestador de serviço, adimensional

Quando há medição do volume captado:

$$Valor_{cap} = [K_{out} \times Q_{capout} + K_{med} \times Q_{capmed} + K_{medextra} \times (0,7 \times Q_{capout} - Q_{capmed})] \times PPU_{cap} \times K_{capclasse} \times K_{pd}$$

Onde:

$K_{out}$  = Peso atribuído ao volume anual de captação outorgado, adimensional

$K_{med}$  = Peso atribuído ao volume anual de água captada e medida, adimensional

$K_{medextra}$  = Peso atribuído ao volume anual outorgado e não utilizado, adimensional

$Q_{capmed}$  = Volume anual de água captado, segundo dados de medição, em m<sup>3</sup>/ano

Nos casos em que há medição do volume captado, é realizada uma penalização quando o usuário utiliza um volume de água 30% menor que o outorgado, sendo aplicado o fator 1 ao  $K_{medextra}$ , caso contrário, a esse coeficiente é atribuído o valor zero. Caso a vazão consumida supere a vazão outorgada, é atribuído o valor 0 ao  $K_{out}$  e 1 ao  $K_{med}$

#### Consumo de água por dominialidade

$$Valor_{cons} = (Q_{capT} - Q_{lançT}) \times PPU_{cons} \times (Q_{cap}/Q_{capT})$$

Onde:

$Valor_{cons}$  = Pagamento anual pelo consumo de água, em R\$/ano

$Q_{capT}$  = Volume anual de água captado total, igual ao  $Q_{capmed}$  ou igual ao  $Q_{capout}$ , se não existir medição, em corpos d'água de domínio da União e dos estados, mais aqueles captados diretamente em redes de concessionárias dos sistemas de distribuição de água, em m<sup>3</sup>/ano

$Q_{lançT}$  = Volume anual de água lançado total, em corpos d'água de domínio dos estados, da União, em redes públicas de coleta de esgotos ou em sistemas de disposição em solo, em m<sup>3</sup>/ano

$Q_{cap}$  = Volume anual de água captado, igual ao  $Q_{capmed}$  ou igual ao  $Q_{capout}$ , se não existir medição, por dominialidade, em m<sup>3</sup>/ano

$PPU_{cons}$  = Preço Público Unitário para o consumo de água, R\$/m<sup>3</sup>

#### Usuários do setor de agropecuária e aquicultura

$$Valor_{Agropec} = (Valor_{cap} + Valor_{cons}) \times K_{Agropec}$$

Onde:

$Valor_{Agropec}$  = Pagamento anual pela captação e pelo consumo de água para usuários do setor de agropecuária e aquicultura, em R\$/ano

$Valor_{cap}$  = Pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano

$Valor_{cons}$  = Pagamento anual pelo consumo de água, em R\$/ano

$K_{Agropec}$  = Coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água na propriedade rural onde se dá o uso de recursos hídricos, adimensional

#### Usuários do setor de geração hidrelétrica em PCHs

$$Valor_{total} = Valor_{PCH} + K_{gest\tilde{a}o}$$



Onde:

$Valor_{total}$  = Pagamento anual pela captação e pelo consumo de água para usuários do setor de geração hidrelétrica - PCHs, em R\$/ano

$Valor_{PCH}$  = Pagamento anual pelo uso da água para geração hidrelétrica em PCHs, em R\$/ano

$K_{gestão}$  = Coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul dos recursos arrecadados pela cobrança do uso da água nos rios de domínio da União, adimensional

Águas captadas e transpostas da Bacia do rio Paraíba do Sul para a Bacia do rio Guandu

$$Valor_{total} = Valor_{trans} \times K_{gestão}$$

Onde:

$Valor_{total}$  = Pagamento anual pelo uso da água, em R\$/ano

$Valor_{trans}$  = Pagamento anual pelo uso das águas captadas e transpostas da Bacia do rio Paraíba do Sul para a Bacia do rio Guandu, em R\$/ano

$K_{gestão}$  = Coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul dos recursos arrecadados pela cobrança do uso da água nos rios de domínio da União, adimensional

Usuários dos demais setores

$$Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{DBO}) \times K_{gestão}$$

Onde:

$Valor_{total}$  = Pagamento anual pelo uso da água, em R\$/ano

$Valor_{cap}$  = Pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano

$Valor_{cons}$  = Pagamento anual pelo consumo de água, em R\$/ano

$Valor_{DBO}$  = Pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano

$K_{gestão}$  = Coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul dos recursos arrecadados pela cobrança do uso da água nos rios de domínio da União, adimensional

Parcela lançamento

$$Valor_{DBO} = CO_{DBO} \times PPU_{DBO}$$

Onde:

$Valor_{DBO}$  = Pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano

$CO_{DBO}$  = Carga anual de DBO<sub>5,20</sub> lançada, em kg/ano

$PPU_{DBO}$  = Preço Público Unitário pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/kg

$$CO_{DBO} = C_{DBO} \times Q_{lanç}$$

Onde:

$C_{DBO}$  = Concentração média de DBO<sub>5,20</sub> anual lançada, em kg/m<sup>3</sup>

$Q_{lanç}$  = Volume anual de água lançado, em m<sup>3</sup>/ano do organismo outorgante em processo de regularização



Tabela 8: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande

Deliberação CBH Verde Grande nº 50, de 28 de janeiro de 2015

VALOR TOTAL
$Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{DBO}) \times K_{gest\tilde{a}o}$
<p>Onde:</p> <p><b>Valor<sub>total</sub></b> = Valor anual total de cobrança, em R\$/ano  <b>Valor<sub>cap</sub></b> = Valor anual de cobrança pela captação de água, em R\$/ano  <b>Valor<sub>cons</sub></b> = Valor anual de cobrança pelo consumo de água, em R\$/ano  <b>Valor<sub>DBO</sub></b> = Valor anual de cobrança pelo lançamento de carga orgânica (R\$/ano)  <b>K<sub>gestão</sub></b> = Representa o efetivo retorno à Bacia do Verde Grande, sendo 1 por definição e zero caso haja a ocorrência de circunstâncias específicas previstas na deliberação</p>
Parcela captação
$Valor_{cap} = Q_{cap} \times PPU_{cap} \times K_{cap}$
<p><b>Q<sub>cap</sub></b> = Volume anual de água captado, em m<sup>3</sup>/ano  <b>PPU<sub>cap</sub></b> = Preço Unitário para captação, em R\$/m<sup>3</sup>  <b>K<sub>cap</sub></b> = Coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água</p>
$K_{cap} = K_{capclasse} \times K_t$
<p>Onde:</p> <p><b>K<sub>capclasse</sub></b> = Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação  <b>K<sub>t</sub></b> = Coeficiente que leva em conta a natureza do uso e/ou as boas práticas de uso e conservação da água</p>
Parcela consumo
$Valor_{cons} = Q_{cons} \times PPU_{cons} \times K_{cons}$
<p>Onde:</p> <p><b>Q<sub>cons</sub></b> = Volume anual consumido, em m<sup>3</sup>/ano  <b>PPU<sub>cons</sub></b> = Preço Unitário para o consumo de água, R\$/m<sup>3</sup>  <b>K<sub>cons</sub></b> = Coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pelo consumo de água, adimensional</p>
$Q_{cons} = (Q_{cap} - Q_{lan\tilde{c}})$
<p>Onde:</p> <p><b>Q<sub>cap</sub></b> = Volume anual de água captado, em m<sup>3</sup>/ano  <b>Q<sub>lanç</sub></b> = Volume anual lançado, em m<sup>3</sup>/ano</p>
<p>Para o caso específico da irrigação, <b>Q<sub>cons</sub></b> será calculado de acordo com a seguinte equação:</p>
$Q_{cons} = Q_{cap} \times K_{cons\ irrig}$
<p>Onde:</p> <p><b>Q<sub>cap</sub></b> = Volume anual de água captado, em m<sup>3</sup>/ano  <b>K<sub>cons irrig</sub></b> = Coeficiente que visa quantificar o volume de água consumido na irrigação.</p>
<p>O valor de <b>K<sub>cons</sub></b> será calculado pela seguinte equação:</p>



$K_{cons} = K_t$
<p>Onde:  <math>K_t</math> = Coeficiente que leva em conta a natureza do uso e/ou as boas práticas de uso e conservação da água, conforme o parágrafo único do artigo 2º.</p>
Parcela lançamento
$Valor_{DBO} = CO_{DBO} \times PPU_{DBO} \times K_{lan\grave{c}}$
<p>Onde:  <math>CO_{DBO}</math> = Carga anual de DBO<sub>5,20</sub> lançada, em kg/ano  <math>PPU_{DBO}</math> = Preço Unitário para lançamento de carga orgânica, em R\$/kg  <math>K_{lan\grave{c}}</math> = Coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pelo lançamento de carga orgânica, adimensional</p>
$CO_{DBO} = C_{DBO} \times Q_{lan\grave{c}}$
<p>Onde:  <math>C_{DBO}</math> = Concentração média de DBO<sub>5,20</sub> anual lançada, em kg/m<sup>3</sup>  <math>Q_{lan\grave{c}}</math> = Volume anual lançado, em m<sup>3</sup>/ano</p>

Tabela 9: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba

Deliberação CBH Paranaíba nº 61, de 10 de março de 2016

VALOR TOTAL
$Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{lan\grave{c}}) \times K_{gest\tilde{a}o}$
<p>Onde:  <math>Valor_{total}</math> = Valor anual total de cobrança, em R\$/ano  <math>Valor_{cap}</math> = Valor anual de cobrança pela captação de água, em R\$/ano  <math>Valor_{lan\grave{c}}</math> = Valor anual de cobrança pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano  <math>K_{gest\tilde{a}o}</math> = Coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à área de atuação do CBH Paranaíba dos valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos</p>
Parcela captação
$Valor_{cap} = (([K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med}] + K_{med\ extra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})) \times PPU_{cap} \times (K_{cap\ classe} \times K_t) - Valor_{md})$
<p>Onde:  <math>Valor_{total}</math> = Valor anual total de cobrança, em R\$/ano  <math>K_{out}</math> = Peso atribuído ao volume anual de captação outorgado, adimensional  <math>Q_{cap\ out}</math> = Volume anual de água captado, segundo valores da outorga, em m<sup>3</sup>/ano  <math>K_{med}</math> = Peso atribuído ao volume anual de captação medido, adimensional  <math>Q_{cap\ med}</math> = Volume anual de água captado, segundo dados de medição, em m<sup>3</sup>/ano  <math>K_{med\ extra}</math> = Peso atribuído ao volume anual disponibilizado no corpo d'água, adimensional  <math>PPU_{cap}</math> = Preço Unitário para captação, em R\$/m<sup>3</sup>  <math>K_{cap\ classe}</math> = Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, sendo igual a 1 enquanto o Enquadramento não estiver aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, adimensional  <math>K_t</math> = Coeficiente que leva em conta a natureza do uso e/ou as boas práticas de uso e conservação da água, adimensional  <math>Valor_{md}</math> = Valor correspondente ao mecanismo diferenciado de cobrança pelo uso de recursos hídricos,</p>



em R\$
Para usos industriais, de mineração e agroindustriais, o $K_t$ será determinado segundo a seguinte equação:
$K_t = K_{int} \times K_{ext}$
Onde: $K_{int}$ = Índice de reutilização, sendo a quantidade de água reutilizada dividida pela quantidade total de água utilizada no processo, adimensional $K_{ext}$ = Índice de água de reuso, sendo a quantidade de água de reuso adquirida de empresa externa dividida pela quantidade total de água utilizada/necessária no processo, adimensional Os valores atribuídos a $K_{out}$ , $K_{med}$ e $K_{med\ extra}$ variam de acordo com a relação $Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out}$ . Quando ( $Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out}$ ) for menor que 0,7 será adotado $K_{out}= 0,2$ ; $K_{med}= 0,8$ e $K_{med\ extra}= 1,0$ . Quando ( $Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out}$ ) for maior ou igual a 0,7 será adotado $K_{out}= 0,2$ ; $K_{med}= 0,8$ e $K_{med\ extra}= 0$ . Quando ( $Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out}$ ) for igual ou maior que 1,0 será adotado $K_{out}= 0$ ; $K_{med}= 1,0$ e $K_{med\ extra}= 0$ . Quando não houver medição, $K_{out}= 1$ ; $K_{med}= 0$ e $K_{med\ extra}= 0$ .
Parcela lançamento
$Valor_{lan\c} = CO_{DBO} \times PPU_{lan\c} \times K_{lan\c}$
Onde: $Valor_{lan\c}$ = Valor anual de cobrança pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano $CO_{DBO}$ = Carga anual de $DBO_{5,20}$ (Demanda Bioquímica por Oxigênio após 5 dias a 20°C) efetivamente lançada, em kg $PPU_{lan\c}$ = Preço Público Unitário para lançamento de carga orgânica, em R\$/Kg $K_{lan\c}$ = Coeficiente que leva em conta os objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança por lançamento de Carga orgânica. Sendo igual a 1, exceto para quando a eficiência de remoção da carga orgânica relativa à $DBO_{5,20}$ estiver entre 75% e 85%, quando o valor será igual a 0,90, e superior a 85%, quando o valor será igual a 0,80, adimensional
$CO_{DBO} = CD_{DBO} \times Q_{lan\c}$
Onde: $CD_{DBO}$ = Concentração média anual de $DBO_{5,20}$ lançada, em kg/m <sup>3</sup> $Q_{lan\c}$ = Volume anual de água lançado, em m <sup>3</sup> /ano

Tabela 10: Metodologias consultadas: Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

Deliberação CBHSF nº 40, de 31 de outubro de 2008

VALOR TOTAL
$Valor_{total} = (Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{DBO}) \times K_{Gest\ao}$
Onde: $Valor_{total}$ = Pagamento anual pelo uso da água, em R\$/ano. $Valor_{cap}$ = Pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano. $Valor_{cons}$ = Pagamento anual pelo consumo de água, em R\$/ano. $Valor_{DBO}$ = Pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano. $K_{Gest\ao}$ = Coeficiente que leva em conta o efetivo retorno dos recursos
Parcela captação
$Valor_{cap} = Q_{cap} \times PPU_{cap} \times K_{cap}$





Onde:

$Q_{cap}$  = Volume anual de água captado, em  $m^3$  /ano, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização;

$PPU_{cap}$  = Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/ $m^3$

$K_{cap}$  = Coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água, adimensional

$$K_{cap} = K_{cap \text{ classe}} \times K_t$$

Onde:

$Valor_{cap}$  = Pagamento anual pela captação de água, em R\$/ano

$Q_{cap \text{ out}}$  = Volume anual de água captado, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, em processo de regularização, em  $m^3$ /ano

$PPU_{cap}$  = Preço Público Unitário para captação superficial, em R\$/ $m^3$

$K_{cap}$  = Coeficiente que considera objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pela captação de água

$K_{cap \text{ classe}}$  = Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, adimensional

$K_t$  = Coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água, adimensional

#### Parcela consumo

$$Valor_{cons} = Q_{cons} \times PPU_{cons} \times K_{cons}$$

Onde:

$Q_{cons}$  = Volume anual consumido, é dado pela subtração do volume captado e lançado, em  $m^3$ /ano

$PPU_{cons}$  = Preço Público Unitário para o consumo de água, R\$/ $m^3$

$K_{cons}$  = Coeficiente que leva em conta os objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pelo consumo de água, adimensional

#### Parcela lançamento

$$Valor_{DBO} = CO_{DBO} \times PPU_{DBO} \times K_{lanç}$$

Onde:

$Valor_{DBO}$  = Pagamento anual pelo lançamento de carga orgânica, em R\$/ano.

$CO_{DBO}$  = Carga anual de  $DBO_{5,20}$  (Demanda Bioquímica por Oxigênio após 5 dias a 20°C) efetivamente lançada, em kg

$PPU_{DBO}$  = Preço Público Unitário para lançamento de carga orgânica, em R\$/kg

$K_{lanç}$  = Coeficiente que leva em conta objetivos específicos a serem atingidos mediante a cobrança pelo lançamento de carga orgânica

$$CO_{DBO} = C_{DBO} \times Q_{lanç}$$

Onde:

$C_{DBO}$  = Concentração média anual de  $DBO_{5,20}$  lançada, em kg/ $m^3$

$Q_{lanç}$  = Volume anual de água lançado, em  $m^3$ /ano



## SANEAMENTO

De acordo com a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, este pode ser entendido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

Dentre essas ações, a coleta e o tratamento dos efluentes constituem atividades de suma importância para a correta gestão dos recursos hídricos de uma região, considerando que o abastecimento de água e a consequente geração de efluentes sanitários são, geralmente, responsáveis por grande parte do consumo qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos dentro de uma Bacia Hidrográfica, possuindo, assim, grande impacto na disponibilidade de água.

O abastecimento de água e o esgotamento sanitário são os aspectos do saneamento básico considerados no âmbito da gestão de recursos hídricos no que diz respeito à cadastro, outorga e cobrança pelo uso da água.

Este tópico visa levantar os estudos realizados acerca da cobrança no setor Saneamento e explanar a proposta de metodologia elaborada como resultado destes estudos.

### Experiências analisadas em outras Bacias

Foram levantadas as metodologias presentes nos seguintes documentos e detalhadas a seguir:

- Decreto nº 5.361, de 26 de fevereiro de 2002, do Estado do Paraná;
- Deliberação CBH-DOCE nº 26, de 31 de março de 2011;
- Decreto nº 31.195, de 16 de abril de 2013, do Estado do Ceará;
- Deliberação CEIVAP nº 218, de 25 de setembro de 2014;
- Deliberação CBH Verde Grande nº 50, de 28 de janeiro de 2015;
- Deliberação CBH Paranaíba nº 61, de 10 de março de 2016; e
- Deliberação CBHSF Nº 94, de 25 de agosto de 2017.

A fórmula de cobrança do Ceará destaca-se pela simplicidade e também pelo valor de PPU associado, representando o PPU mais alto entre as metodologias analisadas no período do estudo. Destaca-se ainda a importante estrutura hidráulica, que permite aos usuários de água uma alternativa de abastecimento por adução da própria Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

O estado do Ceará realizou estudos de viabilidade tarifária fundamentados no custo marginal do gerenciamento dos recursos hídricos e na capacidade de pagamento da demanda de água nas várias modalidades de uso.



A diferenciação se dá por meio de tarifas padrão (T) praticadas no setor: para captação de água em mananciais da Região Metropolitana de Fortaleza (açudes, rios ou lagoas) ou fornecimento através de estruturas de adução gravitária (canais ou adutoras sem bombeamento)  $T = R\$ 158,79/1.000 \text{ m}^3$ ; para fornecimento de água nas demais regiões do Estado (captações em açudes, rios, lagoas e aquíferos sem adução da COGERH)  $T = R\$ 52,43/1.000 \text{ m}^3$ ; e fornecimento de água com captação e adução por parte da COGERH, através de tubulação de múltiplos usos, pressurizada por bombeamento  $T = R\$ 480,05/1.000 \text{ m}^3$ .

Nas Bacias do Alto Iguaçu e afluentes do Alto Ribeira, no estado do Paraná, a cobrança é realizada através de três parcelas: captação, consumo e lançamento, de maneira similar a maior parte dos Estados brasileiros em que o instrumento está legalmente constituído.

Para o setor Saneamento, a diferenciação se dá através das seguintes variáveis: volume captado médio, que assume o valor de 78% do captado outorgado; volume consumido cobrado, que assume o valor de 60% da perda total (valor divulgado anualmente pela operadora de saneamento) menos 20% do volume captado médio; volume lançado médio, que assume o valor de 62% do volume lançado outorgado e concentração média, que, para o setor, é igual a 85% da concentração outorgada.

Na Bacia do Paranaíba, foi inserido um coeficiente de captação ( $K_{cap}$ ), que é igual a um coeficiente de classe de enquadramento ( $K_{capclasse}$ ) multiplicado por um coeficiente “t” ( $K_t$ ), que varia de acordo com o setor em que será aplicada a cobrança. Para o setor Saneamento, o  $K_t$  varia de acordo com o índice de perdas na distribuição do prestador de serviço de saneamento.

Nota-se que no Paranaíba há uma distinção entre as demais fórmulas devido à retirada da parcela consumo e inserção de um conceito relativo à efetividade da gestão dos recursos.

Na metodologia utilizada pelo CEIVAP, na Bacia do rio Paraíba do Sul, o setor de saneamento é cobrado diferenciadamente dos demais setores por meio do coeficiente  $K_{pd}$ , aplicado como multiplicador da parcela de cobrança pela captação de água. Este coeficiente varia conforme o índice de perdas de água na distribuição informado pelo prestador de serviço.

Nas outras metodologias analisadas, especificamente nas metodologias das Bacias do rio Doce, do rio Verde Grande e do rio São Francisco, não existe diferenciação para o setor Saneamento.

Em relação à parcela de lançamento das fórmulas, foi observado que as metodologias destas Bacias consideram a carga orgânica para cálculo do valor cobrado. Ao contrário da fórmula aplicada no estado do Rio de Janeiro, que utiliza como variável a vazão do lançamento e despreza sua composição, a utilização da carga orgânica para calcular a parcela de lançamento direciona a cobrança para a quantidade de poluente que, de fato, está sendo despejada no corpo hídrico. A carga do poluente, em kg/s, é dada através do produto da concentração do poluente ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) pela vazão do efluente ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

A carga calculada é, então, multiplicada por um preço. O preço aplicado nestes casos não é o mesmo PPU aplicado nas parcelas de captação e consumo tradicionais, mas sim um preço por unidade de carga do poluente, dado em  $R\$/\text{kg}$ , diferenciado para cada tipo de poluente.



Com exceção do estado do Paraná, todas as metodologias consideram apenas a cobrança pela carga de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) – referente à parcela de matéria orgânica biodegradável, característica de efluentes sanitários domésticos. A metodologia do estado do Paraná considera também a carga de sólidos em suspensão e de Demanda Química de Oxigênio (DQO) – referente à parcela de matéria orgânica não biodegradável – e, ainda, deixa em aberto uma variável para parâmetros adicionais que sejam considerados relevantes para a cobrança do lançamento do efluente em questão.

Além das diferentes metodologias aplicadas no Brasil, foi levado em consideração o estudo realizado por Acseirad (2013) acerca da revisão da metodologia de cobrança no estado do Rio de Janeiro visando à incorporação de coeficientes que estimulem o uso racional da água.

Após análise das metodologias e do estudo, foram levantadas as variáveis que mais expressivamente poderiam contribuir para a cobrança no setor Saneamento.

a) Índice de perdas na distribuição

Esta variável foi encontrada nas fórmulas do CEIVAP e da Bacia do Paranaíba. Essa variável considera o índice de perdas na rede de distribuição de água para aplicar um coeficiente multiplicador na parcela de captação da fórmula de cobrança.

Em todos os dois casos, o índice varia em faixas de índice de perdas, conforme Figura 3 e Figura 4.

Figura 3: K de índice de perdas na distribuição na metodologia do CEIVAP

Índice de Perdas na Distribuição (I <sub>pd</sub> )	K <sub>pd</sub>	
	de 2015 a 2017	a partir de 2018
I <sub>pd</sub> ≤ 20%	0,85	0,85
20% < I <sub>pd</sub> ≤ 25%	0,90	0,90
25% < I <sub>pd</sub> ≤ 30%	0,95	0,95
30% < I <sub>pd</sub> ≤ 35%	1,00	1,00
35% < I <sub>pd</sub> ≤ 40%	1,00	1,05
I <sub>pd</sub> > 40%	1,00	1,10
não informado ou informação inconsistente	1,00	1,10

Figura 4: K de índice de perdas na distribuição na metodologia da Bacia do Paranaíba

Índice de Perdas na Distribuição - I <sub>pd</sub>	K <sub>ts</sub>	
	1º ao 4º ano	A partir do 5º ano
I <sub>pd</sub> < 32%	1,00 - 0.03 p/decréscimo de 1% no I <sub>pd</sub> até o limite de 0.60	
32 ≤ I <sub>pd</sub> ≤ 35%	1,00	
I <sub>pd</sub> > 35%	1,00	1,00 + 0.03 p/acrécimo de 1% no I <sub>pd</sub> até o limite de 1.20
Não informado	1,00	1.20



Considerando que, para todas as Bacias estudadas, o maior uso outorgado e cobrado refere-se ao setor Saneamento e que perdas de água vinculadas a esse setor representam grandes escalas de volume de água, optou-se por adicionar à fórmula proposta pelo GEAC um fator associado a perdas.

b) Índice de racionalização do uso da água

Acselrad (2013) propôs a incorporação de um Índice de Racionalização do Uso da Água (IR) na fórmula de cobrança para cada operador do serviço de abastecimento.

Este índice é o resultado do produto de três coeficientes: coeficiente de consumo *per capita*, coeficiente operacional e coeficiente de gestão do sistema.

- I- Coeficiente de consumo *per capita*: leva em consideração o consumo *per capita* da população atendida pelo operador – Figura 5.

Figura 5: Coeficiente de consumo per capita.

**Coeficiente de consumo per capita ( $K_{CPC}$ ):**

Retomando a discussão do item 4.4.1, neste trabalho optou-se por considerar o consumo per capita de água tratada como fato gerador de cobrança pelo uso da água bruta. Embora polêmica, a opção por inserir coeficiente relacionado ao consumo per capita médio do operador do serviço de abastecimento será tratado de forma conceitual, considerando a necessidade de atuação do sistema de gestão de recursos hídricos em situações de escassez extrema.

Considerando como referência um consumo per capita básico mínimo de  $R$ , o coeficiente  $K_{CPC}$  será calculado em função das seguintes faixas:

$$K_{CPC} = \begin{cases} 1, & \text{se } CPC \leq R \\ 1 + \frac{CPC}{R \times 10^2}, & \text{se } R < CPC \leq 2R \\ 1 + \frac{CPC}{2R \times 10}, & \text{se } 2R < CPC \leq 3R \\ 1 + \frac{CPC}{R \times 10}, & \text{se } CPC > 3R \end{cases}$$

Essas faixas foram estabelecidas em função do percentual desejado para estimular o operador cujo índice de consumo per capita seja superior ao consumo básico mínimo. Numa primeira faixa de estímulo, se o CPC variar entre o mínimo e o seu dobro, este percentual varia de 1 a 2%. Se o CPC varia entre o dobro e o triplo do mínimo estabelecido, a penalização fica entre 10 a 15%. Se o CPC maior do que o triplo em relação ao mínimo estabelecido, a penalização fica na faixa acima dos 30%, aumentando de acordo com o acréscimo do CPC.

Fonte: Acselrad (2013)

- II- Coeficiente operacional: leva em consideração o controle operacional das perdas de distribuição do operador. Já é aplicado em metodologias de cobrança no país, como mencionado, porém com faixas e valores diferentes, conforme Figura 6.



Figura 6: Coeficiente operacional

**Coeficiente de gestão operacional ( $K_O$ ):**

Este coeficiente leva em consideração as perdas de distribuição (reais + aparentes) ou perdas totais do operador. Foram consideradas faixas de perdas de distribuição inspiradas em TSUTIYA (2004)<sup>38</sup>, com algumas faixas adicionais para compor a proposta conceitual deste trabalho.

**Tabela 14: Proposta de faixas de variação do coeficiente de gestão operacional ( $K_O$ )**

$K_O$	Índice de perdas de distribuição SNIS (%)
0,9	$P_D \leq 15$
1,0	$15 < P_D \leq 20$
1,05	$20 < P_D \leq 25$
1,1	$25 < P_D \leq 30$
1,2	$30 < P_D \leq 35$
1,3	$35 < P_D \leq 40$
1,4	$P_D > 40$

Tomando como base os índices de perdas dos operadores estaduais (Figura 21), cuja média nacional é de 38,8%, considerou-se, na composição do coeficiente para a cobrança, que perdas menores do que 15% são desejáveis, recebendo um desconto de 10% ( $P_D \leq 15$ ). Entre 15 e 20%, as perdas são consideradas admissíveis, e o coeficiente, neste caso, não alteraria o valor da cobrança, sendo igual a 1. Para as demais cinco faixas, os percentuais variariam de 5 a 40%, incidindo sobre a parcela de captação da cobrança, conforme Tabela 14 acima.

Fonte: Acselrad (2013)

- III- Coeficiente de gestão do sistema: leva em consideração a gestão interna de entrada e faturamento de água dos sistemas, conforme Figura 7.

Figura 7: Coeficiente de gestão do sistema

**Coeficiente de gestão dos sistemas ( $K_{GS}$ ):**

Neste trabalho, entende-se que, para regiões com escassez crítica de água, é interesse da gestão dos recursos hídricos buscar incentivar a redução da parcela de água não faturada, por meio da introdução de elemento relativo a esta variável na formulação da metodologia de cobrança do setor de saneamento.



No capítulo anterior, ponderou-se que, além das perdas na distribuição em si, a diferença entre a perda de distribuição e de faturamento poderia ser utilizada na base de cálculo da cobrança visando alcançar a empresa que, mesmo com perdas totais em patamares aceitáveis, apresentem níveis de água não faturada elevados, em função principalmente do consumo autorizado não faturado.

Por isso, este coeficiente está relacionado à diferença observada entre os índices de perdas de faturamento e de distribuição apontadas no SNIS. Se a perda de faturamento for menor do que a perda de distribuição, não haveria alteração ao valor da cobrança. Caso contrário, o coeficiente sinalizaria para o operador a distorção observada, em função da diferença entre dois índices, como representado abaixo, pela expressão algébrica e pelo gráfico (Figura 34):

$$K_{gs} = \begin{cases} 1, & \text{se } P_F \leq P_D \\ 1 + \frac{P_F - P_D}{50}, & \text{se } P_F > P_D \end{cases}$$

Fonte: Acselrad (2013)

Apesar de haver consenso quanto à importância da aplicação dos fatores de racionalização propostos por Acselrad (2013), em consulta aos dados oficiais disponíveis para simulação de cobrança verificou-se que, atualmente, não há dados suficientes para contabilização de todas as informações de maneira consistida.

#### c) Coeficiente de eficiência de remoção de poluente

A metodologia de cobrança praticada atualmente no estado do Rio de Janeiro faz uso de dois coeficientes na parcela de lançamento da fórmula, um que leva em consideração a abrangência do tratamento e outro a eficiência, ambos fornecidos pelo usuário e ambos relacionados à DBO.

No entanto, independentemente dos percentuais de tratamento do efluente bruto e sua eficiência, estes coeficientes sempre reduzem o valor a ser pago referente ao lançamento de efluentes.

Analisando as metodologias e índices levantados e suas propostas, bem como as propostas da literatura, propõe-se uma fórmula para cobrança no setor Saneamento que inclua novos índices e mantenha outros já utilizados, porém de maneira atualizada.

No tópico seguinte, a fórmula proposta será detalhada em suas duas parcelas: *captação* e *lançamento*. Além disso, cada variável inserida na fórmula será explanada.

## Fórmula proposta para Saneamento

A fórmula proposta para o setor de saneamento é composta de duas parcelas, uma parcela de *captação* e uma parcela de *lançamento*.



$$Valor_{total} = Valor_{cap} + Valor_{lanç}$$

$$Valor_{total} = K_{cap} \times (Q_{cap} \times PPU) + K_{lan} \times (CO \times PCO + CN \times PC + CP \times PC)$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Captação}}$ 
 $\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Lançamento}}$

Sendo:

Valor<sub>total</sub> - Pagamento anual para usuários do setor Saneamento, em R\$/ano

Valor<sub>cap</sub> - Pagamento anual pela captação de água para usuários do setor Saneamento, em R\$/ano

Valor<sub>lanç</sub> - Pagamento anual pelo lançamento de efluentes para usuários do setor Saneamento, em R\$/ano

### Parcela de captação

A intenção da parcela de captação é promover o uso consciente da água e fornecer ao usuário a ideia de seu real valor, incentivando ações de melhoria visando à eficiência no uso da água em seu processo produtivo, incluindo o reuso, a manutenção em adutoras e demais equipamentos, sendo:

$$Valor_{cap} = K_{cap} \times (Q_{cap} \times PPU)$$

Onde:

Q<sub>cap</sub> - Volume anual de água captado, em m<sup>3</sup>/ano, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, durante o processo de regularização

PPU - Preço Público Unitário, em R\$/m<sup>3</sup>

K<sub>cap</sub> - Coeficiente de multiplicação da parcela de captação, equivalente ao produto dos coeficientes propostos para esta parcela, sendo:

$$K_{cap} = K_e \times K_{crise} \times K_p \times K_{cp} \times K_f$$

Onde:

K<sub>e</sub> - Coeficiente de classe de enquadramento, adimensional

K<sub>crise</sub> - Coeficiente de gestão de crise, adimensional

K<sub>p</sub> - Coeficiente de perdas na rede, adimensional

K<sub>cp</sub> - Coeficiente de consumo *per capita*, adimensional

K<sub>f</sub> - Coeficiente de fonte, adimensional





### Parcela de lançamento

Em relação à parcela de lançamento, foi assumido como principal objetivo incentivar o tratamento mais eficiente do efluente dos seus principais componentes, bem como aplicar a cobrança sobre a real carga que é lançada nos corpos hídricos, sendo:

$$Valor_{lan\grave{c}} = K_{lan} \times (CO \times PCO + CN \times PCN)$$

Onde:

CO - Carga de DBO do efluente, em kg/ano, dada através do produto da concentração de DBO do efluente, em kg/m<sup>3</sup>, pela vazão anual do efluente, em m<sup>3</sup>/ano

CN - Carga de nitrogênio do efluente, em kg/ano, dada através do produto da concentração de nitrogênio do efluente, em kg/m<sup>3</sup>, pela vazão anual do efluente, em m<sup>3</sup>/ano

PCO, PCN - Preço por unidade da carga lançada de, respectivamente, DBO e nitrogênio, em R\$/kg

K<sub>lan</sub> - Coeficiente de multiplicação da parcela de lançamento, equivalente ao produto dos coeficientes propostos para esta parcela, sendo:

$$K_{lan} = K_e \times K_{crise} \times K_{edbo} \times K_{en}$$

Onde:

K<sub>e</sub> - Coeficiente de classe de enquadramento, adimensional

K<sub>crise</sub> - Coeficiente de gestão de crise, adimensional

K<sub>edbo</sub> - Coeficiente de eficiência de remoção de DBO, adimensional

K<sub>en</sub> - Coeficiente de eficiência de remoção de Nitrogênio, adimensional

Para a cobrança do lançamento, deverão ser estimados e propostos os valores para os Preços por Unidade de Carga. Sugere-se que seja contratado estudo específico para determinação desses valores.

A seguir serão apresentadas as justificativas para escolha dos coeficientes.

### Coeficiente de classe de enquadramento (K<sub>e</sub>)

Este coeficiente faz parte tanto da parcela de captação, quanto da parcela de lançamento.

O coeficiente da classe do rio considera a classe preponderante de uso em que esteja enquadrado o corpo de água objeto de utilização para aplicar um multiplicador nas parcelas da fórmula base.

A escolha da faixa de valor do coeficiente relaciona-se ao nível de qualidade da água captada. Recomenda-se que sejam atribuídos valores de k crescentes quão melhor seja a água



captada, conforme Tabela 11.

Tabela 11: Classes para  $K_e$

Classe	$K_e$
Classe 4	
Classe 3	A ser definido pelo Comitê
Classe 2	
Classe 1	
Especial	

### Coeficiente de gestão de crise ( $K_{crise}$ )

Similar ao praticado na Inglaterra (EA, 2017), este coeficiente faz parte de ambas as parcelas da fórmula base e tem por objetivo recuperar custos de ações emergenciais decorrentes de eventos críticos, sejam eles de escassez ou cheias. Em situações normais, o valor do coeficiente é tomado como 1 (um), podendo ser alterado a critério do Comitê mediante a devida fundamentação frente a um evento crítico.

Sugestão de critérios para utilização:

- 1) Situação de emergência decretada em algum município na área de atuação; ou
- 2) Ocorrência de vazões inferiores a  $Q_{7,10}$ ; ou
- 3) Ocorrência de vazões superiores a  $TR_{100}$ ; ou
- 4) Deliberação da plenária do Comitê para ações emergenciais em resposta a evento extremo de deslizamento, de inundação ou de escassez hídrica.

O coeficiente de gestão de crise somente seria acionado mediante resolução específica do Comitê em questão, aprovada em plenária e posterior referendo do CERHI.

### Coeficiente de perdas na rede ( $K_p$ )

O coeficiente de perdas na rede, com base no Coeficiente de Gestão Operacional proposto em AcseRad (2013), leva em consideração as perdas na distribuição (reais e aparentes) ou perdas totais do operador. A autora considerou a média nacional de índice de perdas na distribuição dos operadores estaduais à época da publicação do estudo, de 38,8% para elaboração de faixas de índices.

O índice de perdas na distribuição ( $P_d$ ), calculado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) por meio das informações fornecidas pelos operadores, avalia em termos percentuais do volume de água produzido quanto é efetivamente consumido no sistema de abastecimento e é calculado da seguinte forma:



*Índices de perdas na rede*

$$= \left( \frac{\text{Volume produzido} + \text{Volume tratado importado} - \text{Volume consumido} - \text{Volume de serviço}}{\text{Volume produzido} + \text{Volume tratado importado} - \text{Volume de serviço}} \right) \times 100$$

Com o objetivo de adaptar o coeficiente proposto por AcseRad (2013) para a realidade dos Comitês integrantes dos Contratos de Gestão INEA nº 01 e 03/2010, foi realizado um levantamento dos índices de perdas na distribuição dos operadores dos municípios integrantes das regiões hidrográficas Guandu, Médio Paraíba do Sul, Piabanha, Rio Dois Rios e Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (RHs II, III, IV, VII e IX), através da plataforma Série Histórica do SNIS, utilizando a última publicação referente ao ano de 2015. As informações levantadas se encontram na Tabela 12.

Tabela 12: Índices de perdas na distribuição – municípios abrangidos pelas RHs II, III, IV, VII e IX.

Município	Sigla do Prestador	INO49 - Índice de perdas na distribuição (%)	Município	Sigla do Prestador	INO49 - Índice de perdas na distribuição (%)
Aperibé	CEDAE	53,66%	Paracambi	CEDAE	22,41%
Areal	SAAES	10,91%	Paraíba do Sul	CEDAE	19,24%
Barra do Piraí	CEDAE	23,71%	Paty do Alferes	CEDAE	51,55%
Barra do Piraí	PMBP	80,75%	Petrópolis	CAI	21,53%
Barra Mansa	SAAE	35,37%	Pinheiral	CEDAE	46,56%
Bom Jardim	CEDAE	24,09%	Piraí	CEDAE	41,92%
Bom Jesus do Itabapoana	CEDAE	21,70%	Porciúncula	CEDAE	35,48%
Cambuci	CEDAE	33,42%	Porto Real	PMPR	3,97%
Campos dos Goytacazes	CAP	44,01%	Quatis	PMQ	32,19%
Cantagalo	CEDAE	41,47%	Queimados	CEDAE	37,73%
Carapebus	CEDAE	25,77%	Resende	CAAN	35,82%
Cardoso Moreira	CEDAE	44,45%	Rio Claro	CEDAE	17,97%
Comendador Levy Gasparian	PMCLG	39,92%	Rio das Flores	PMRF	1,33%
Cordeiro	CEDAE	15,80%	Santa Maria Madalena	CEDAE	65,56%
Duas Barras	CEDAE	19,60%	Santo Antônio de Pádua	EASA	44,40%
Engenheiro Paulo de Frontin	CEDAE	18,98%	São Fidélis	CEDAE	49,61%
Itaguaí	CEDAE	28,65%	São Francisco de Itabapoana	CEDAE	55,55%
Italva	CEDAE	47,78%	São João da Barra	CEDAE	49,96%
Itaocara	CEDAE	30,99%	São José de Ubá	CEDAE	28,95%
Itaperuna	CEDAE	51,50%	São José do Vale do Rio Preto	PMSJVRP	20,00%
Itatiaia	PMI	50,51%	São Sebastião do Alto	CEDAE	43,66%
Japeri	CEDAE	53,38%	Sapucaia	CEDAE	33,47%
Laje do Muriaé	CEDAE	42,46%	Seropédica	CEDAE	30,61%
Macuco	CEDAE	34,67%	Sumidouro	CEDAE	17,29%
Mangaratiba	CEDAE	11,69%	Teresópolis	CEDAE	30,40%
Miguel Pereira	CEDAE	63,30%	Trajano de Moraes	CEDAE	50,00%
Miracema	CEDAE	40,79%	Três Rios	SAATRI	28,35%
Natividade	CEDAE	54,19%	Valença	CEDAE	13,10%
Nilópolis	CEDAE	38,28%	Varre-Sai	CEDAE	19,92%
Nova Friburgo	CANF	41,40%	Vassouras	CEDAE	39,51%
Nova Iguaçu	CEDAE	42,56%	Volta Redonda	SAAE	50,76%

A média de perdas na distribuição dos operadores dos municípios da Tabela 6 é igual a 35,6%. Esta média é inferior à média nacional atual desse índice, de 36,7%. Entretanto, se



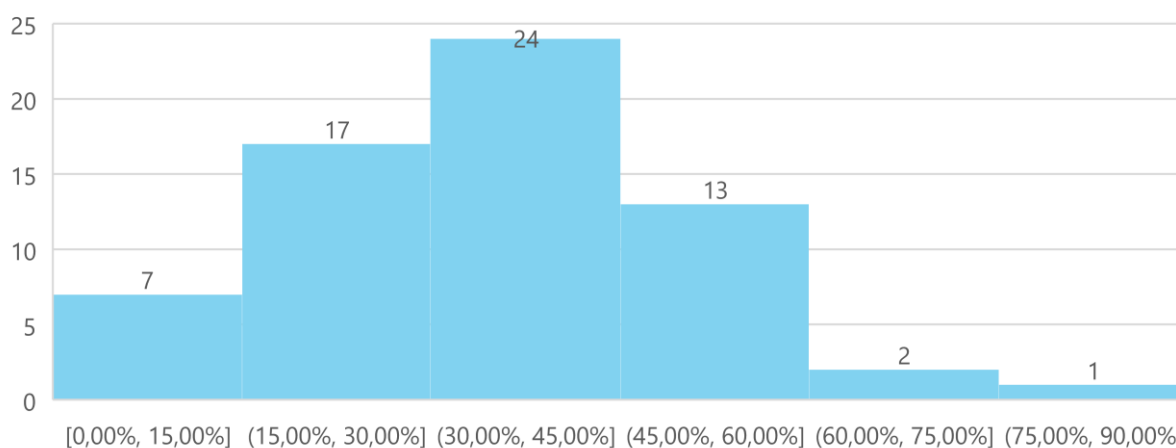
encontra ainda muito além do valor desejável, acarretando prejuízo para o setor e impedindo que seja possível a realização da expansão e melhoria em abastecimento de água e em esgotamento sanitário.

Segundo o Instituto Trata Brasil (2015), o custo anual para o país da perda de cerca de 37% da água produzida para consumo é de, aproximadamente, 8 bilhões de reais ao ano, recurso que poderia estar retornando ao sistema em formato de melhorias.

Ainda segundo o Instituto Trata Brasil (2015), o estado da Califórnia nos EUA apresenta um nível de perdas médio de 5,3%.

Ademais, divididos os índices em faixas de 0 - 15%, 15 - 30%, 30 - 45%, 45 - 60%, 60 - 75% e acima de 75%, percebe-se a maior incidência de ocorrências na faixa de 30% a 45% de perdas na distribuição e apenas 7 ocorrências de perdas até 15%, conforme ilustrado no Gráfico 33.

Gráfico 33: Frequência de índices de perda na distribuição.



Considerando todas as informações levantadas, foi realizada uma adaptação das faixas propostas por Acelrad (2013), conforme Tabela 13.

Tabela 13: Classes para  $K_p$

Faixa de índice de perdas na distribuição ( $P_d$ )	$K_p$
$P_d \leq 25\%$	A ser definido pelo Comitê
$25\% < P_d \leq 30\%$	
$30\% < P_d \leq 35\%$	
$35\% < P_d \leq 45\%$	
$45\% < P_d$	
Não informado	

Este coeficiente será aplicado com o intuito de incentivar o operador a adotar medidas preventivas de diminuição de perdas na distribuição e aumentar a fiscalização sobre perdas de



processo, levando, assim, a uma redução nos volumes captados nos corpos hídricos e sua consequente disponibilização para demais usos, em consonância com os usos múltiplos da água preconizados na Lei Federal nº 9.433/97.

### Coeficiente de consumo *per capita* ( $K_{cp}$ )

A exemplo do coeficiente  $K_p$ , este coeficiente também foi baseado no proposto por Acselrad (2013). A autora considerou a inserção deste coeficiente no Índice de Racionalização do Uso da Água como uma forma conceitual de considerar a necessidade de atuação do sistema de gestão de recursos hídricos em situações de escassez.

O consumo *per capita* é um indicador calculado e fornecido pelo SNIS de acordo com as informações sobre o sistema de abastecimento de água que os operadores declaram a cada ano. Este indicador é calculado da seguinte forma:

$$\text{Consumo per capita} = \left( \frac{\text{Volume consumido} - \text{Volume tratado exportado}}{\text{População total atendida}} \right) \times \frac{10^6}{365}$$

Foram levantados os dados de consumo *per capita* declarados pelos operadores dos municípios de interesse ao SNIS para o ano de referência de 2015, para que fosse possível adaptar o proposto por Acselrad (2013) para as regiões de estudo, conforme Tabela 14.

Tabela 14: Consumo *per capita* – municípios abrangidos pelas RHs II, III, IV, VII e IX

Município	Sigla do Prestador	INO22 - Consumo médio per capita de água (l/hab.dia)	Município	Sigla do Prestador	INO22 - Consumo médio per capita de água (l/hab.dia)
Aperibé	CEDAE	171,58	Paracambi	CEDAE	195,45
Areal	SAAES	179,42	Paraíba do Sul	CEDAE	186,2
Barra do Pirai	CEDAE	259,98	Paty do Alferes	CEDAE	162,71
Barra do Pirai	PMBP	44,71	Petrópolis	CAI	119,33
Barra Mansa	SAAE	152,24	Pinheiral	CEDAE	173,14
Bom Jardim	CEDAE	235,46	Pirai	CEDAE	199,97
Bom Jesus do Itabapoana	CEDAE	282,47	Porciúncula	CEDAE	196,66
Cambuci	CEDAE	188,62	Porto Real	PMPR	332,38
Campos dos Goytacazes	CAP	103,4	Quatis	PMQ	477,5
Cantagalo	CEDAE	164,37	Queimados	CEDAE	210,38
Carapebus	CEDAE	175,01	Resende	CAAN	162,9
Cardoso Moreira	CEDAE	227,57	Rio Claro	CEDAE	174,65
Comendador Levy Gasparian	PMCLG	265,54	Rio das Flores	PMRF	332,22
Cordeiro	CEDAE	183,43	Santa Maria Madalena	CEDAE	176,06
Duas Barras	CEDAE	127,79	Santo Antônio de Pádua	EASA	173,68
Engenheiro Paulo de Frontin	CEDAE	180,68	São Fidélis	CEDAE	232,93
Itaguaí	CEDAE	199,21	São Francisco de Itabapoana	CEDAE	113,87
Italva	CEDAE	221,7	São João da Barra	CEDAE	230,98
Itaocara	CEDAE	334,09	São José de Ubá	CEDAE	195,33
Itaperuna	CEDAE	192,17	São José do Vale do Rio Preto	PMSJVRP	95,3
Itatiaia	PMI	239,67	São Sebastião do Alto	CEDAE	192,44

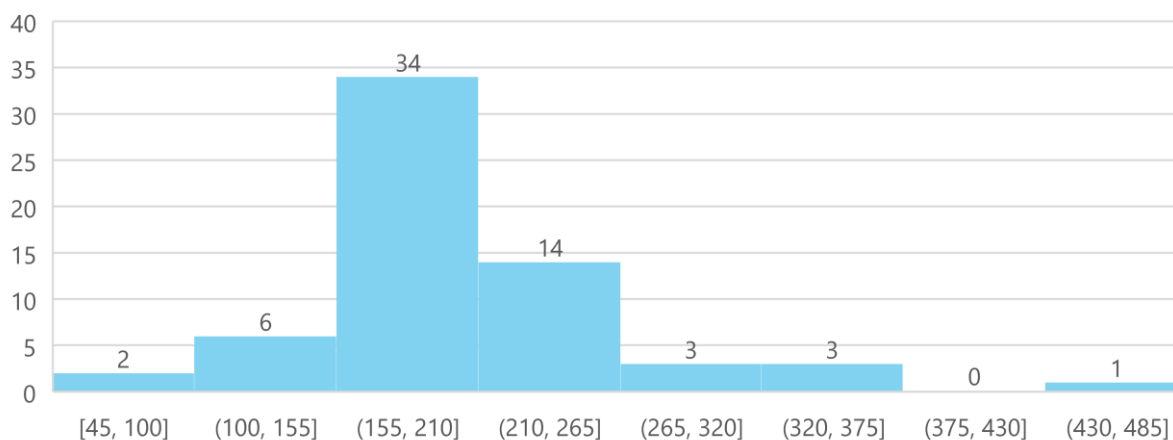


Município	Sigla do Prestador	IN022 - Consumo médio per capita de água (l/hab.dia)	Município	Sigla do Prestador	IN022 - Consumo médio per capita de água (l/hab.dia)
Japeri	CEDAE	160,05	Sapucaia	CEDAE	190,34
Laje do Muriaé	CEDAE	179,01	Seropédica	CEDAE	210,81
Macuco	CEDAE	265,23	Sumidouro	CEDAE	214,17
Mangaratiba	CEDAE	229,5	Teresópolis	CEDAE	206,62
Miguel Pereira	CEDAE	171,9	Trajano de Moraes	CEDAE	159,19
Miracema	CEDAE	186,04	Três Rios	SAAETRI	231,45
Natividade	CEDAE	196,29	Valença	CEDAE	178
Nilópolis	CEDAE	222,65	Varre-Sai	CEDAE	170,88
Nova Friburgo	CANF	150,13	Vassouras	CEDAE	170,76
Nova Iguaçu	CEDAE	236,6	Volta Redonda	SAAE	170,01

A média de consumo *per capita* encontrada para estes municípios foi de 199,9 l/hab.dia. A média nacional dos últimos três anos de levantamento de dados pelo SNIS foi de 165,3 l/hab.dia. A título de comparação, segundo a Organização Mundial da Saúde (2003), uma pessoa necessita de 100 litros de água por dia para garantir que suas necessidades básicas sejam atendidas plenamente.

A frequência de ocorrências por faixa de consumo *per capita* se encontra no Gráfico 34.

Gráfico 34: Frequência das ocorrências de valores de consumo *per capita* por faixas



Analisando e considerando os dados levantados, foram traçadas 4 faixas de valores de consumo *per capita*, conforme Tabela 15.

Tabela 15: Classes para  $K_{cp}$

Faixa de consumo <i>per capita</i> (CPC)	$K_{cp}$
$CPC \leq 160$	A ser definido pelo Comitê
$160 < CPC \leq 240$	
$240 < CPC \leq 320$	
$320 < CPC$	



Onde CPC é o valor do consumo *per capita* declarado pelo operador. Recomenda-se que sejam aplicados valores de  $K_{cp}$  progressivos à medida que se aumenta o consumo *per capita*. O principal intuito é fomentar ações que visem à conscientização da população quanto à quantidade de água consumida e incentivem a redução do desperdício de água.

## Coeficiente de fonte ( $K_f$ )

Este coeficiente diz respeito à fonte utilizada para captação de água, conforme Tabela 16, e será melhor detalhado no item correspondente à metodologia proposta para a Indústria.

Tabela 16. Divisão sugerida para o coeficiente de fonte

Classe	$K_f$
Superficial	A ser definido pelo Comitê
Subsuperficial	

## Coeficiente de eficiência de remoção de DBO ( $K_{edbo}$ )

Este coeficiente está relacionado à eficiência do tratamento no que concerne à remoção de DBO do efluente lançado pelo operador.

A DBO é definida como quantidade de oxigênio utilizada na oxidação bioquímica de matéria orgânica, principal componente dos efluentes sanitários domésticos.

Segundo a Resolução CONAMA nº 430/11, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam à condição de remoção mínima de 60% da DBO, dentre outras exigências dispostas na Resolução.

Por estar disposto em Resolução um limite mínimo de eficiência, o limite inferior das faixas do coeficiente de eficiência de remoção de DBO será considerado 60% para fins de bonificação pela eficiência do tratamento.

O coeficiente foi dividido em faixas, conforme Tabela 17. Recomenda-se a aplicação de decréscimos no fator  $K_{edbo}$  à medida que a companhia apresentar tratamentos mais eficientes.

Tabela 17: Classes e valores para  $K_{edbo}$

Eficiência de remoção de DBO ( $E_f$ )	$K_{edbo}$
$90\% \leq E_f$	A ser definido pelo Comitê
$75\% \leq E_f < 90\%$	
$60\% \leq E_f < 75\%$	
$E_f < 60\%$	



## Coeficiente de eficiência de remoção de Nitrogênio ( $K_{en}$ )

Este coeficiente está relacionado à eficiência do tratamento no que concerne à remoção de nitrogênio do efluente lançado pelo operador.

Os efluentes domésticos, além de serem compostos de matéria orgânica e outros componentes, também são ricos em nutrientes, notadamente nitrogênio e fósforo.

No esgoto doméstico bruto, as formas predominantes são o nitrogênio orgânico e a amônia. O nitrogênio orgânico corresponde a grupamentos amina. A amônia tem sua principal origem na ureia, que é rapidamente hidrolisada e raramente encontrada no esgoto bruto. Estes dois, conjuntamente, são determinados em laboratório pelo método Kjeldahl, constituindo o assim denominado Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK). O nitrogênio presente nestes efluentes tem origem majoritariamente fisiológica (MOTA & VON SPERLING, 2009). As demais formas de nitrogênio têm concentrações desprezíveis no esgoto doméstico (VON SPERLING, 2005).

A presença destes nutrientes nos efluentes brutos e, também, nos efluentes de muitos processos de tratamento que não têm tecnologia suficiente para removê-los, pode acarretar alterações no meio receptor.

Destaca-se, nesse caso, o problema de eutrofização. A eutrofização pode causar danos aos corpos receptores, entre eles problemas estéticos e recreacionais, condições anaeróbias no fundo do corpo d'água e eventuais condições anaeróbias no corpo d'água como um todo, mortandade de peixes, maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento da água, problemas com o abastecimento de água industrial, toxicidade das algas, modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial, redução na navegação e capacidade de transporte. Além disso, a amônia pode causar problemas de toxicidade aos peixes e implicar em consumo de oxigênio dissolvido. Em termos de águas subterrâneas, a maior preocupação é com o nitrato, que pode contaminar águas utilizadas para abastecimento, podendo causar problemas de saúde pública (metemoglobinemia).

A Resolução CONAMA nº 430/11 dispõe padrão de lançamento apenas para nitrogênio amoniacal, na concentração máxima de 20 mg/L. Ainda, de acordo com VON SPERLING (2005), a concentração de nitrogênio amoniacal no efluente doméstico bruto varia na faixa de 20 a 35 mg/L, sendo típica a ocorrência de valores de 25 mg/L.

Dessa forma, considerando o nitrogênio amoniacal como referência para este índice, uma vez que é o único que consta na Resolução CONAMA nº 430/11, e o valor típico de sua concentração de 25 mg/L, a eficiência de remoção deste nutriente deve ser de 20% para que esteja dentro dos padrões legais.

O coeficiente de eficiência de remoção de nitrogênio será, então, dividido em duas faixas, conforme proposta apresentada na Tabela 18. Propõe-se ainda que o Comitê delibere que este índice seja implementado futuramente, de forma que os prestadores de serviço de esgotamento sanitário, bem como o sistema de informação do órgão ambiental, possam se adequar.





Tabela 18: Classes para  $K_{En}$

Eficiência de remoção de Nitrogênio ( $E_n$ )	$K_{En}$
$20\% \leq E_n$	A ser definido pelo Comitê
$E_n < 20\%$	A ser definido pelo Comitê

## Recomendações complementares à cobrança para Saneamento

Com base nas informações levantadas e nos coeficientes propostos, pode-se traçar as seguintes recomendações futuras:

### a) Inserção de cobrança de poluentes na parcela de lançamento

Conforme a consolidação da metodologia, é interessante que sejam inseridos novos parâmetros de qualidade da água na parcela de lançamento, no formato:

$$CP \times PP$$

Onde CP (em kg/ano) é a carga e PP (em R\$/kg) o preço por unidade de carga do poluente em questão. Sugere-se a realização de estudos para a inclusão da cobrança pela carga de fósforo lançada. Para os demais poluentes, deverá ser estudada a pertinência e aplicabilidade de sua inserção na cobrança, conforme a Região Hidrográfica.

### b) Inserção de coeficiente de eficiência de remoção de fósforo

Concomitantemente à inserção da cobrança pela carga de fósforo na parcela de lançamento, sugere-se a incorporação do coeficiente de eficiência de remoção de fósforo como integrante do  $K_{lan}$ , multiplicador da parcela de lançamento.

Recomenda-se a realização de estudos para definição das faixas de valores do coeficiente.

Demais poluentes incorporados nas metodologias, conforme recomendação do item a, deverão ser acompanhados, também, do respectivo coeficiente de eficiência de remoção.

Ressalta-se a importância do preenchimento adequado do SNIS, de forma a alcançar no futuro a possibilidade de adição dos fatores em sua íntegra nas metodologias a serem atualizadas. Além disso, propõe-se que os dados do SNIS sejam integrados ao CNARH 40, de forma a facilitar a gestão dos dados por parte do órgão gestor de recursos hídricos.



## AGROPECUÁRIA

A agropecuária brasileira está relacionada com atividades da agricultura, pecuária e aquicultura. A produção agropecuária é desenvolvida no espaço rural, em áreas ocupadas pelo setor primário da economia.

Segundo o Plano Agrícola e Pecuário 2017, o setor agropecuário é uma das atividades mais importantes para a economia do país. O Brasil ocupa posição significativa na produção e exportação de produtos agropecuários.

De acordo com o Caderno Setorial de Recursos Hídricos sobre Agropecuária (MMA, 2006), do Ministério do Meio Ambiente, o setor agropecuário se divide nos seguintes grupos tipológicos:

- a) Agricultura de sequeiro: cultura agrícola que cresce sem a necessidade de adição de água ao solo por meio de irrigação;
- b) Agricultura irrigada: possui um conjunto de técnicas e equipamentos, programados e operados de maneira racional, para alcançar seu objetivo que é o de irrigar as plantas, proporcionando uma boa produtividade;
- c) Pecuária: conjunto de técnicas utilizadas e destinadas à criação e reprodução de animais com fins econômicos; e
- d) Aquicultura: cultivo de organismos aquáticos, geralmente em um espaço confinado e controlado, incluindo peixe, molusco, crustáceo e outros animais que tenham qualquer fase de seu desenvolvimento na água.

Sobre os impactos destas atividades, Souza; Santin e Alvim (2007) afirmam:

Algumas atividades agropecuárias com forte presença nas áreas rurais brasileiras, como a criação de suínos e bovinos e o cultivo de arroz irrigado, possuem grande importância econômica, mas ao mesmo tempo, são consideradas críticas quanto aos seus impactos ambientais e uso dos recursos hídricos.

No Caderno Setorial de Recursos Hídricos (MMA, 2006), é preconizado que a utilização racional da água pelo setor agropecuário deve ser entendida pelos diversos usuários como sendo resultado da preocupação com a conservação da água, ou seja, deve refletir a percepção da necessidade de se harmonizar a oferta com a demanda pelos diversos usos consuntivos e não consuntivos, de forma a reduzir o risco de conflitos. Ainda, conforme o Caderno Setorial de Recursos Hídricos (MMA, 2006):

Com estes cuidados, os próprios setores usuários são favorecidos, minimizando a possibilidade de serem afetados pela redução da quantidade ou deterioração da qualidade da água, atendendo, inclusive, às necessidades dos ecossistemas e evitando que os seus empreendimentos agropecuários tenham suas atividades paralisadas antes do tempo estimado nos respectivos planos de viabilidade.

No caso da agricultura irrigável, o uso eficiente da água de irrigação pode ser alcançado atuando-se de três maneiras: a) na estrutura de irrigação então existente, em termos de tipos



de cultivo, sistemas de irrigação e gestão do uso de água; b) nos métodos de manejo da irrigação e c) nas técnicas que permitem aumento da eficiência do uso da água. (COELHO; FILHO E OLIVEIRA, 2005).

Palhares (2012) relata que a dependência hídrica é elevada no que diz respeito à criação animal, sendo a água utilizada na produção de alimentos e insumos, na higienização das instalações de animais, como veículo para limpeza dos resíduos (fezes, urina, restos de alimentos e camas), na dessedentação, assim como no abate e no processamento dos produtos.

No que cabe a prática da aquicultura, Millani (2007) esclarece que, apesar de representar uma prática antiga, nos últimos 30 (trinta) anos a atividade sofreu um significativo incremento, e precisa considerar aspectos de sustentabilidade em sua produção.

Tal atividade demanda um grande volume de água, acarretando alteração temporal da disponibilidade hídrica, além de poluição dos corpos d'água por nutrientes e antibióticos (MILLANI, 2007).

## Experiências analisadas em outras Bacias

No âmbito do GEAC foi realizada análise da cobrança no setor da agropecuária em diversas Bacias do País, conforme descrito no item “Metodologias de Cobrança Consultadas”. A consulta teve como objetivo elaborar um embasamento da metodologia proposta. As deliberações/decretos levantadas foram dos Comitês/Estado:

- Decreto nº 5.361, de 26 de fevereiro de 2002, do estado do Paraná;
- Deliberação CBH-DOCE nº 26, de 31 de março de 2011;
- Decreto nº 31.195, de 16 de abril de 2013, do estado do Ceará;
- Deliberação CEIVAP nº 218, de 25 de setembro de 2014;
- Deliberação CBH Verde Grande nº 50, de 28 de janeiro de 2015;
- Deliberação CBH Paranaíba nº 61, de 10 de março de 2016; e
- Deliberação CBHSF Nº 94, de 25 de agosto de 2017.

Entre as análises feitas, o grupo realizou simulação da variação em valores pagos fazendo uso das fórmulas praticadas nos Comitês supracitados. No comparativo, verificou-se que em muitas regiões este setor se beneficia de diversos fatores redutores, totalizando um baixo valor cobrado, exceto na Bacia Verde Grande.

Como resultado do levantamento de usuários, para o setor de agropecuária, foi detectado que existe uma grande defasagem de usuários cadastrados, o que comprova que a atualização dos cadastros deste setor é fundamental.

Para dimensionar, mesmo que de maneira subestimada, o nível de defasagem nos cadastros vinculados ao setor de aquicultura, o GEAC realizou um levantamento do número de Pesque e Pague no Estado do Rio de Janeiro, conforme Tabela 19. Totaliza-se nas Bacias analisadas 58 (cinquenta e oito) empreendimentos, havendo apenas um usuário cadastrado e



cobrado no setor de aquicultura, localizado na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

Tabela 19: Lista de municípios e número de Pesque e Pague encontrados

Municípios	Número de Pesque e Pague	Municípios	Número de Pesque e Pague
Barra do Piraí	4	Pinheiral	6
Engenheiro Paulo de Frontin	2	Resende	2
Japeri	3	Valença	2
Seropédica	1	Vassouras	1
Mendes	2	Bom Jardim	3
Miguel Pereira	1	Nova Friburgo	2
Nova Iguaçu	1	São Fidélis	2
Paracambi	1	Aperibé	1
Queimados	1	Miracema	2
Rio Claro	2	Natividade	1
Barra Mansa	2	Santa Maria Madalena	1
Itatiaia	2	Santo Antônio de Pádua	2
Quatis	1	São Francisco de Itabapoana	1
Paraíba do Sul	4	Trajano de Moraes	1
Paty do Alferes	3	Varre-Sai	1

Estratégias para reduzir esta defasagem apresentada foram estudadas, e uma alternativa apontada, para viabilizar uma análise dos produtores existentes e sua regularidade quanto ao uso dos recursos hídricos, foi o levantamento dos Registros Gerais da Atividade Pesqueira – RGP. Este instrumento do poder executivo legaliza os usuários para o exercício da atividade pesqueira, com o credenciamento de todas as pessoas físicas ou jurídicas que exerçam a respectiva atividade.

## Fórmula proposta para Agropecuária

Para o processo de cobrança do setor de agropecuária serão considerados os seguintes segmentos:

- a) Irrigação;
- b) Pecuária;
- c) Aquicultura.

Nos dois primeiros segmentos, apenas será considerada a parcela de captação, uma vez que a parcela de lançamento é de difícil mensuração frente aos instrumentos atualmente disponíveis de medição. Na aquicultura, além da captação, será considerada também a parcela referente ao lançamento.

Para a construção das fórmulas presentes neste estudo, foi definido pelo GEAC que todos os coeficientes propostos deveriam ser de fácil obtenção por parte das instituições que operacionalizam a cobrança, com o objetivo de aumentar a aplicabilidade da metodologia. Por este motivo, estabeleceu-se o REGLA como sistema de informação para a disponibilização de informações necessárias ao estudo. Os coeficientes apresentados nas fórmulas possuem estimativa passível de consulta no sistema gerenciado pela ANA.



## Fórmula proposta para Irrigação e Criação Animal

A fórmula proposta para os setores é composta de uma parcela, relacionada à *captação*:

$$\begin{aligned} \text{Valor}_{total} &= \text{Valor}_{cap} \\ \text{Valor}_{cap} &= K_{cap} \times (Q_{cap} \times PPU) \end{aligned}$$

Sendo:

Valor<sub>total</sub> e Valor<sub>cap</sub> - Pagamento anual pela captação de água para usuários dos setores Irrigação e Criação Animal, em R\$/ano

## Fórmula proposta para Aquicultura

A fórmula proposta para o setor de aquicultura é composta de duas parcelas, uma parcela de *captação* e uma parcela de *lançamento*.

$$\begin{aligned} \text{Valor}_{total} &= \text{Valor}_{cap} + \text{Valor}_{lanç} \\ \text{Valor}_{total} &= \underbrace{K_{cap} \times (Q_{cap} \times PPU)}_{\text{Captação}} + \underbrace{K_t \times (Q_{lan} \times PPU)}_{\text{Lançamento}} \end{aligned}$$

Sendo:

Valor<sub>total</sub> - Pagamento anual para usuários do setor Aquicultura, em R\$/ano

Valor<sub>cap</sub> - Pagamento anual pela captação de água para usuários do setor Aquicultura, em R\$/ano

Valor<sub>lanç</sub> - Pagamento anual pelo lançamento de efluentes para usuários do setor Aquicultura, em R\$/ano

### Parcela de captação

A intenção da parcela de captação e seus coeficientes é promover o uso consciente da água e fornecer ao usuário a ideia de seu real valor, sendo:

$$\text{Valor}_{cap} = K_{cap} \times (Q_{cap} \times PPU)$$

Onde:

Q<sub>cap</sub> - Volume anual de água captado, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, durante o processo de regularização, em m<sup>3</sup>/ano

PPU - Preço Público Unitário, em R\$/m<sup>3</sup>

K<sub>cap</sub> - Coeficiente de multiplicação da parcela de captação, equivalente ao produto dos



coeficientes propostos para esta parcela, sendo:

$$K_{cap} = K_e \times K_{crise} \times K_t$$

Onde:

$K_e$  - Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, adimensional

$K_{crise}$  - Coeficiente de Gestão de Crise, adimensional

$K_t$  - Coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água na propriedade rural onde se dá o uso de recursos hídricos, adimensional

### Parcela de lançamento

Em relação à parcela de lançamento, foi assumido como principal objetivo incentivar boas práticas no setor Aquicultura, fomentadas através de benefícios de redução àqueles que realizam o tratamento do efluente lançado, sendo:

$$Valor_{lanç} = K_t \times (Q_{lan} \times PPU)$$

Onde:

$Q_{lan}$  - Volume anual, em m<sup>3</sup>/ano, de água lançado total em corpos d'água de domínio da União, dos estados e em redes públicas de coleta de esgotos ou em sistemas de disposição em solo

PPU - Preço Público Unitário, em R\$/m<sup>3</sup>

$K_t$  - Coeficiente que leva em consideração a existência de tratamento do efluente final lançado

### Coeficiente de classe de enquadramento ( $K_e$ )

Para todos os setores relacionados à agropecuária – irrigação, pecuária e aquicultura – propõe-se que haja progressão do coeficiente de classe de enquadramento quão melhor seja a qualidade da água do corpo hídrico utilizado, conforme explicado previamente no tópico “Saneamento”.

### Coeficiente de gestão de crise ( $K_{crise}$ )

O coeficiente de gestão de crise seria acionado mediante resolução específica do Comitê em questão, aprovado em plenária e posteriormente referendado no CERHI, conforme explicado anteriormente no tópico “Saneamento”.

### Coeficiente de boas práticas ( $K_t$ )

OCDE, 2017, sugere a criação de alternativas a fim de superar as isenções no setor de



irrigação. Como forma de incentivar a utilização de técnicas mais eficientes, visando melhores práticas, propõe-se a inclusão do coeficiente de boas práticas para os setores de Aquicultura e Irrigação.

Este coeficiente foi fundamentado por meio do Anexo I – Indicadores de Uso Racional da Água e Conflitos pelo Uso da Água da Resolução ANA nº 707, de 21 de dezembro de 2004, que dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga, e dá outras providências. Sendo este coeficiente subdividido em: (a) irrigação, (b) criação animal e (c) pecuária.

a) Irrigação:  $K_{Tirrig}$

Quanto à finalidade irrigação, propõe-se a utilização do parâmetro Tecnologia de Irrigação, apresentado a seguir nas Tabela 20 e Tabela 21.

A utilização desse parâmetro tem como principal foco fomentar o uso racional da água no setor, a partir da utilização de tecnologia mais eficientes de irrigação.

Tabela 20: Valores de eficiência por tecnologia de irrigação

Eficiência da tecnologia de irrigação (%)	
Gotejamento	95%
Microaspersão	90%
Aspersão por Pivô Central	85%
Tubos perfurados	85%
Aspersão	75%
Sulcos	60%
Inundação	50%

Fonte: Resolução ANA nº 707, de 21 de dezembro de 2004

O gotejamento é a tecnologia de maior eficiência (acima de 90 %), uma vez que as perdas de água por evaporação são as menores possíveis, pela própria posição do emissor no solo. As perdas por evaporação tendem a aumentar para a microaspersão, que expõe maior área molhada ou área de evaporação de água, mas ainda assim possui uma eficiência alta se comparada com as outras tecnologias existentes.

Propõe-se a utilização de valores crescentes para  $K_{Tirrig}$  quanto menor for a eficiência da tecnologia utilizada pelo irrigante, com as proporções apresentadas na Tabela 21.

Tabela 21: Classes para  $K_{Tirrig}$  por eficiência da tecnologia de irrigação

Eficiência	$K_{Tirrig}$
$Ef > 90\%$	A ser definido pelo Comitê
$70\% \leq Ef \leq 90\%$	
$Ef < 70\%$	



b) Criação Animal:  $K_{\text{Criação}}$

Para o caso da criação animal, apesar de terem sido buscadas e fundamentadas diversas boas práticas no setor, entre as possibilidades levantadas, não há recursos disponíveis atualmente no REGLA que possibilitem sua execução. Dessa forma, as boas práticas para esse setor serão citadas ao fim desse capítulo com objetivo de implementação em uma visão futura para a cobrança. A priori, recomenda-se que o  $K_{\text{Criação}}$  seja equivalente a 1 para o setor, de modo a não gerar acréscimos no valor a ser pago.

c) Aquicultura:  $K_{\text{Taqui}}$

Para o setor de aquicultura, propõe-se a definição do  $K_{\text{Taqui}}$  na parcela relativa ao lançamento, a partir da análise de existência de tratamento de efluente lançado, sendo o seu valor definido conforme Tabela 22. No caso da parcela de captação, por não haverem mecanismos disponíveis para identificação de boas práticas, recomenda-se que, neste caso seja adotado o valor 1, de modo a não gerar acréscimos ao valor a ser pago.

Tabela 22: Classes associadas à realização de tratamento pelo setor de aquicultura

Tratamento	$K_{\text{Taqui}}$
Com tratamento	A ser definido pelo Comitê
Sem tratamento	

## Recomendações complementares à cobrança para Agropecuária

Ao abordar a questão da valorização da água do setor Agropecuária em geral, OCDE (2017), salienta a necessidade da integração da cobrança pelo uso de recursos hídricos com as políticas agrícola e aquícola, tendo em vista que existem restrições e tributos para as atividades desempenhadas pelos atores destes setores. Estas restrições podem afetar a viabilidade destes usuários de custearem o pagamento pelo uso de recursos hídricos.

Ainda, de acordo com OCDE (2017) a coerência das políticas entre agricultura e água é necessária para evitar sinais e incentivos conflituosos, em particular para que os agricultores atinjam uma gestão sustentável da água. A cobrança pelo uso de recursos hídricos tem um papel importante a desempenhar.

Para a construção do estudo proposto neste relatório, foram elaborados cenários de cobrança, utilizando-se, para isso, os valores cobrados pelo uso dos recursos hídricos praticados por alguns Comitês de Bacia. Através da análise dos cenários produzidos, verificou-se que para os setores Agropecuária e Aquicultura é imprescindível um estudo pormenorizado sobre a manutenção do PPU diferenciado, uma vez que haveria um impacto significativo aos usuários caso o valor da água seja o mesmo dos demais setores, o que poderia comprometer a exequibilidade das atividades deste setor.

Ressalta-se que essa reflexão diz respeito à diferenciação e não à inexistência de cobrança para os mesmos. O relatório publicado por OCDE (2017) apresenta, em uma das três





sugestões a considerar, que o aumento da cobrança para agricultores precisa ocorrer “para refletir os custos ambientais e de oportunidade”, sendo iniciada a cobrança pelos usuários de maior impacto na quantidade e qualidade da água, devendo ser considerada “uma abordagem distinta entre os pequenos agricultores de subsistência e os agricultores de escala industrial”.

Durante o período de estudo, o GEAC levantou alguns mecanismos que, embora não possuam formas atuais de controle, a longo prazo poderiam ser utilizados para estimular o uso racional desse setor.

Entre esses mecanismos ressalta-se a análise de boas práticas na pecuária. Entre os fatores que poderiam ser associados a boas práticas para o setor podem ser citados a utilização de sistemas semi-intensivos na criação, utilização de locais apropriados para criação animal evitando o pisoteamento das margens do rio, realização de manejo de pastagem, entre outros. Essas boas práticas podem, no futuro, agregar um incentivo à racionalização através do  $K_t$  (índice relativo a boas práticas).

Na Agricultura, sugere-se que seja adicionado um fator de boas práticas associado à logística reversa de embalagens de agrotóxicos, de modo a garantir que esse tipo de embalagem contendo resíduos de potenciais poluentes não chegue aos corpos hídricos. Para implementação desse coeficiente, seria necessário realizar integração de dados do Sistema de integração Agropecuária (SIAPEC) com os dados do cadastro de usuário de recursos hídricos. Pode ainda ser utilizado um fator diferenciado para irrigantes que utilizem de agricultura orgânica, de modo a incentivar a adoção dessa prática, que reduz a quantidade de poluentes que chega ao corpo hídrico.

Para o caso do setor da aquicultura, com vistas a reduzir a defasagem do número de usuários para este setor, recomenda-se consulta ao Ministério da Pesca. O órgão possui cadastros relativos ao Registro Geral da Atividade Pesqueira – RGP e, por conseguinte, é responsável por conceder licenças, permissões e autorizações para o exercício dessa atividade.

A partir desses dados, pode ser iniciado um processo de regulação desses usuários junto ao REGLA. Recomenda-se ainda uma interlocução entre o Ministério da Pesca e a ANA, de modo a analisar a viabilidade integração entre sistemas. Tornando o cadastro no REGLA parte das exigências para concessão de licenças na atividade.



## INDÚSTRIA

O relatório publicado por OCDE (2017) traz diversas sugestões a considerar na definição de mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos. Em especial, no setor indústria há duas questões que merecem especial atenção, conforme OCDE (2017):

Uma diz respeito à implementação da cobrança pela captação, onde todas as indústrias devem ser consideradas. Ao mesmo tempo, as oportunidades para usar fontes alternativas de água devem ser identificadas e monitoradas, incluindo o incentivo ao reúso da água.

A outra questão refere-se à cobrança pelo lançamento. Atualmente, baseia-se na DBO, que é considerado ser um proxy fraco das externalidades geradas pelas descargas industriais. As ações devem focar no monitoramento das consequências negativas de uma ampla gama de poluentes das descargas industriais. A cobrança pelo lançamento seria aprimorada para refletir melhor o custo que as cargas poluentes têm para a sociedade e para definir padrões mais rigorosos para as outorgas de lançamento. Por fim, deve-se dirigir a atenção às consequências econômicas de tais ajustes.

A relevância da cobrança pela captação na gestão da demanda industrial da água depende da elasticidade do uso da água ao preço. A elasticidade dos preços mais elevados da demanda industrial da água significa que, ao longo do tempo, os usuários industriais podem ajustar o consumo de água às mudanças no preço. A elasticidade-preço mais alta, em valores absolutos, para usuários industriais, pode estar relacionada ao potencial de recirculação de água nas instalações (OCDE, 2017).

No que diz respeito à parcela de lançamento, Férres et al. (2005) cita que, há mais de uma década, o IPEA demonstrou que os valores estimados para o custo marginal de tratamento de efluentes, em média 0,95 R\$/m<sup>3</sup>, encontrava-se muito acima do valor praticado pela cobrança por diluição de efluentes na Bacia do rio Paraíba do Sul, cujo o valor máximo era de 0,02 R\$/m<sup>3</sup> (até 2014) para efluentes descartados sem qualquer tipo de tratamento, demonstrando, assim, a ineficácia dessa cobrança como mecanismo de incentivo a atividades de controle de poluição hídrica por parte dos estabelecimentos.

É recomendável que a cobrança pelo uso da água, assim como os instrumentos econômicos adotados na gestão ambiental em geral, atenda a critérios relativos a aplicabilidade, eficiência e efetividade. Em relação ao comportamento do usuário, os principais critérios de avaliação de um instrumento econômico são, de acordo com Santos (2003):

**Eficiência econômica:** para garantir a alocação eficiente do recurso, o preço deve refletir o custo marginal da provisão desse recurso; no caso dos diferentes usos da água, a cobrança deve ter a capacidade de incorporar os custos sociais (externalidades) derivados do uso;

**Impacto ambiental:** é função do instrumento influenciar o comportamento dos poluidores e consumidores de forma a melhorar a qualidade ambiental;

**Aceitabilidade:** como o instrumento é aceito e recebido pelos que são impactados por ele, idealmente a implantação deve ser progressiva para permitir planejamento de



longo prazo e evitar grandes aumentos do custo de produção e tornar-se perigoso para competitividade.

A metodologia de cobrança deve ser uma ferramenta técnica consistente com os objetivos a que se pretende. Nesse sentido, pode utilizar-se de coeficientes que busquem atribuir pesos de importância a um conjunto de critérios direcionados a um segmento. De acordo com ANA (2017), a demanda de água na indústria reflete o tipo de produto ou serviço que está sendo produzido e os processos industriais associados. A intensidade do uso da água depende de vários fatores, dentre eles, o tipo de processo e de produtos, tecnologias empregadas, boas práticas e maturidade da gestão.

À experiência do CBH Paranaíba, é recomendável que os Comitês, por demanda dos usuários, proponham mecanismos específicos para compensar o usuário que comprovar por medições atestadas pelo órgão gestor de recursos hídricos, em articulação com o órgão ambiental competente, que a carga orgânica presente no lançamento de seus efluentes é menor que a carga orgânica presente na água captada de um mesmo corpo de água, superando-se as metas de enquadramento no trecho de lançamento.

## Experiências analisadas em outras Bacias

Em relação aos volumes outorgados e aos efetivamente praticados, à exceção do CBHSF, os Comitês Federais oferecem como opção aos usuários, em suas respectivas metodologias de cobrança, a opção de informação das vazões efetivamente praticadas. Possibilitando, dessa forma, um desconto em relação aos valores outorgados.

Apesar de ser uma medida que visa à flexibilização, destaca-se que o usuário pode, sempre que necessário, proceder a retificação da sua outorga. A superestimava no pedido de outorga pode ser passível de penalização por reserva hídrica.

No caso do Estado do Rio de Janeiro, considerando os dados disponíveis na base do INEA e a forma de operacionalização da cobrança, cujos boletos de cobranças são emitidos com base nos valores outorgas, verificou-se que tal consideração de vazões medidas pode dificultar a operacionalização da nova proposta.

Por outro lado, considerando que um dos objetivos da cobrança é incentivar o uso racional dos recursos hídricos, caso um usuário tenha possibilidade de reduzir seu consumo dentro do período contábil em que já houve o pagamento anual da outorga, recomenda-se que seja considerado um mecanismo de compensação pelos volumes reduzidos.

Para construção da metodologia proposta, foram consultadas as seguintes resoluções/deliberações:

- Resolução CEIVAP nº 8/2003 e Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003;
- Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 25, de 21 de outubro de 2005;
- Deliberação CBHSF nº 40, de 31 de outubro de 2008;
- Deliberação CBH-DOCE nº 26, de 31 de março de 2011;
- Deliberações CEIVAP nº 65, de 28 de setembro de 2006 e nº 218, de 25 de setembro



de 2014; e

- Deliberação CBH Paranaíba nº 61, de 10 de março de 2016.

## Fórmula proposta para Indústria

A fórmula proposta para o setor industrial é composta de duas parcelas, a primeira relacionada à *captação* e a segunda relacionada ao *lançamento*.

Cabe destacar que a tradicional parcela de consumo vem sendo repensada no âmbito das discussões sobre a cobrança, e foi, neste estudo, de certa maneira, reajustada e incluída na parcela de captação. Essa análise será explicada detalhadamente no item “Coeficiente de Consumo e coeficiente de reuso”.

A partir das considerações apresentadas, o GEAC propõe a utilização da seguinte fórmula:

$$Valor_{total} = Valor_{cap} + Valor_{lanç}$$

$$Valor_{total} = \underbrace{K_{cap} \times (Q_{cap} \times PPU)}_{Captação} + K_e \times \underbrace{[(Q_{lanç} \times PPU \times K_{lan}) + CO \times PPU_{DBO}]}_{Lançamento}$$

Onde:

Valor<sub>total</sub> - Pagamento anual pela captação de água e pelo lançamento de efluentes para usuários do setor Indústria, em R\$/ano

Valor<sub>cap</sub> - Pagamento anual pela captação de água para usuários do setor Indústria, em R\$/ano

Valor<sub>lanç</sub> - Pagamento anual pelo lançamento de efluentes para usuários do setor Indústria, em R\$/ano

Para todos os coeficientes que serão apresentados, recomenda-se a definição de valores maiores que 1,0, salvo o Coeficiente de Eficiência e o Coeficiente de Reuso, cuja concepção é compensar o efeito do Coeficiente Consumo e o Coeficiente Potencial Poluidor, respectivamente.

### Parcela de captação

A intenção da parcela de captação e seus coeficientes é promover o uso consciente da água e fornecer ao usuário a ideia de seu real valor, incentivando ações de melhorias visando à eficiência no uso da água em seu processo produtivo, incluindo o reuso da água, sendo:

$$Valor_{cap} = K_{cap} \times (Q_{cap} \times PPU)$$



Onde:

$Q_{cap}$  - Volume anual de água captado, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, durante o processo de regularização, em m<sup>3</sup>/ano

PPU - Preço Público Unitário, em R\$/m<sup>3</sup>

$K_{cap}$  - Coeficiente de multiplicação da parcela de captação, equivalente ao produto dos coeficientes propostos para esta parcela, sendo:

$$K_{cap} = K_e \times K_{crise} \times K_f \times K_R \times K_c$$

Onde:

$K_e$  - Coeficiente de classe de enquadramento, adimensional

$K_{crise}$  - Coeficiente de gestão de crise, adimensional

$K_f$  - Coeficiente relacionado ao tipo de manancial utilizado, adimensional

$K_R$  - Coeficiente de reuso, adimensional

$K_c$  - Coeficiente de consumo, adimensional

#### Parcela de lançamento

$$Valor_{lan\grave{c}} = K_e \times [(Q_{lan\grave{c}} \times PPU \times K_{lan}) + (CO \times PPU_{DBO})]$$

Onde:

$K_e$  - Coeficiente de classe de enquadramento, adimensional

$Q_{lan\grave{c}}$  - Volume anual de água lançado, em m<sup>3</sup>/ano, segundo valores da outorga ou verificados pelo organismo outorgante, durante o processo de regularização, em m<sup>3</sup>/ano

PPU - Preço Público Unitário, em R\$/m<sup>3</sup>

CO - Carga de DBO do efluente, em kg/ano

$PPU_{DBO}$  - Preço Público Unitário da Carga Orgânica, em R\$/kg

$K_{lan\grave{c}}$  - Coeficiente de multiplicação da parcela de lançamento, equivalente ao produto dos coeficientes propostos para esta parcela, sendo:

$$K_{lan} = K_{PP} \times K_{ef}$$

Onde:

$K_{PP}$  - Coeficiente relacionado ao Potencial Poluidor da atividade, adimensional

$K_{ef}$  - Coeficiente de eficiência do tratamento, considerado para empresas cuja eficiência de remoção de DBO é maior que 90%, adimensional



## Coeficiente de classe de enquadramento ( $K_e$ )

Este coeficiente faz parte tanto da parcela de captação, quanto da parcela de lançamento, e está consolidado na maior parte das metodologias consultadas para construção dessa proposta.

Sua lógica de construção foi apresentada no tópico “Saneamento”

## Coeficiente de gestão de crise ( $K_{crise}$ )

O coeficiente de gestão de crise seria acionado mediante resolução específica do Comitê em questão, aprovado em plenária e posteriormente referendado no CERHI, conforme explicado anteriormente no tópico “Saneamento”.

## Coeficiente de fonte ( $K_f$ )

Este coeficiente faz parte da parcela de captação, e a justificativa para sua adoção refere-se às diferenças entre tempo de recarga do aquífero e tempo de resposta da vazão de um rio. Considerando que o tempo de recarga dos aquíferos é demasiadamente superior à resposta correspondente da vazão de um rio, é razoável esperar que os recursos tenham atribuídos ao seu uso um fator multiplicativo maior que aquele correspondente à água superficial.

Além disso, usualmente, tais recursos possuem qualidade superior à maior parte dos rios. Apesar do custo associado à sua extração superar os custos associados à extração de água superficial, considera-se que estes podem ser compensados com a redução do custo de tratamento para o uso pretendido. Em linha gerais, para efeito de gestão de recursos hídricos, considera-se importante avaliar o tempo de recarga dos aquíferos e que haja a diferenciação apresentada na Tabela 23.

Tabela 23: Classes para coeficiente de fonte

Classe	$K_f$
Superficial	A ser definido pelo Comitê
Sub-superficial	

## Coeficiente de consumo e coeficiente reuso ( $K_c$ e $K_r$ )

A realização de investimentos em reuso pode ser induzida por um mecanismo de cobrança efetivo (FÉRES *et al.*, 2007). Dessa forma, é coerente introduzir um fator de ponderação no cálculo da cobrança pela captação que compense os usuários que apresentem boas práticas de reuso da água, de modo que tal fator seja capaz de influenciar o fator consumo.

Conforme destacado anteriormente, a tradicional parcela de consumo foi reajustada para o coeficiente consumo, que por sua vez é ponderado pelo coeficiente reuso.



Ao avaliar o balanço hídrico de uma determinada indústria, considerando simplesmente as diferenças entre os volumes captados e os volumes lançados, será gerada uma parcela considerada como “consumida”, ou seja, uma parcela da água que por características do processo produtivo da indústria não é retornada para a disponibilidade hídrica da Bacia, como, por exemplo, indústrias de bebidas e alimentos que incorporam ao seu produto final uma parcela da água captada.

No caso do reuso da água, uma parcela do volume captado é reciclada no processo e, na metodologia corrente, pode ser considerada como uma parcela consumida tendo em vista que sua recirculação, em primeiro momento, não implicará no correspondente lançamento de efluente tratado.

Da mesma forma que o alto consumo de água deve ter maior valor agregado por reduzir a quantidade de água disponível no corpo d’água, é razoável haver um fator de ponderação que compense os usuários que apresentem boas práticas de reuso da água, de modo que tal fator seja capaz de influenciar o fator consumo.

O CBHSF, por meio da Deliberação nº 40/2008, no Parágrafo Único do Artigo 2º, previu um coeficiente que leva em conta boas práticas de uso e conservação da água, porém estabeleceu seu valor como 1, de acordo com a Tabela 2 do Anexo 2 da referida resolução.

Foram previstas, neste estudo, cinco faixas de possibilidade de reuso, iniciada por uma faixa de reuso de 50%. Indica-se que seja implementado um K gradualmente menor quanto maior a faixa de reuso, conforme faixas da Tabela 24.

Tabela 24: Classes para coeficiente de reuso

% de reuso	Kr
Reuso > 80%	A ser definido pelo Comitê
70% < Reuso ≤ 80%	
60% < Reuso ≤ 70%	
50% < Reuso ≤ 60%	
50% < Reuso	

De maneira similar à utilização de fatores de supressão para incentivo ao reuso, o consumo também deve ser considerado. É razoável possuir um fator de ponderação que penalize a retirada de água da Bacia. Assim, os usuários que reduzem a disponibilidade hídrica local, ou seja, captam água de um corpo hídrico e não realizam o respectivo lançamento dos efluentes tratados, podem ser cobrados de maneira diferenciada dos demais usuários.

As faixas de consumo desenhadas encontram-se apresentadas na Tabela 25.



Tabela 25: Classes para coeficiente de consumo

% de reuso	$K_r$
Consumo > 60%	A ser definido pelo Comitê
50% < Consumo ≤ 60%	
40% < Consumo ≤ 50%	
30% < Consumo ≤ 40%	
30% < Consumo	

Destaca-se que tanto as faixas de consumo como as faixas de reuso são sugestões que devem ser avaliadas pelos Comitês. Do mesmo modo, recomenda-se que os Coeficientes de Reuso recebam valores menores que a unidade e que os Coeficientes de Consumo sejam calculados de maneira inversamente proporcional ao Coeficiente de Reuso. Dessa forma, a penalização por consumo pode ser compensada pelo benefício aplicado ao reuso. Com isso, evita-se que usuários que apresentem reuso sejam penalizados por seu consumo, mesmo que em primeira análise.

### Coeficiente de Potencial Poluidor ( $K_{PP}$ )

Este coeficiente faz parte da parcela de lançamento e tem por objetivo compensar a cobrança por outros parâmetros, além da DBO, que ainda, por questões de cadastro, não são possíveis de se analisar.

O conhecimento e a quantificação da demanda hídrica atrelada à cadeia produtiva são fundamentais. Para a realidade brasileira, a disponibilização das medições das vazões de retirada e retorno de plantas industriais é escassa. Outorgas de direito de uso da água são as informações disponíveis que possuem o maior grau de sistematização em escala regional e nacional. Apesar disso, há um conjunto de dificuldades para a consolidação das estimativas da demanda hídrica para o setor, sendo necessária a aplicação de métodos indiretos para cálculo das vazões de retirada, de consumo e de retorno aos corpos hídricos (ANA, 2017). Dessa forma, em 2017, a ANA atualizou os coeficientes técnicos de retirada e de consumo para o refinamento das estimativas de uso da água na indústria de transformação brasileira.

Se em termos quantitativos a disponibilização de dados é escassa, ainda mais escassos são os dados qualitativos dos efluentes industriais. No caso do Estado do Rio de Janeiro (ERJ) tais dados são reportados pelas indústrias ao INEA, cujos processos de licenciamento são vinculados ao Programa de Autocontrole de Efluentes Líquidos – PROCON ÁGUA (INEA DZ-942.R-7). O referido programa conta com base de dados própria, on-line<sup>1</sup>, e operada pela Coordenadoria de Monitoramento da Qualidade Ambiental – COQUAM, parte integrante da Diretoria de Pós Licença – DIPOS.

A cobrança pelo uso de recursos hídricos no ERJ utiliza a plataforma de dados do

<sup>1</sup> Disponível em: <http://sistemas.inea.rj.gov.br/meioambiente/portal/login.aspx>.





CNARH40 como fonte de informação para o cálculo da cobrança. Considerando que as plataformas do CNARH e do PROCON ÁGUA não estão vinculadas, recomenda-se empreender esforços no sentido de integração das bases.

Na impossibilidade imediata de integração de bases e considerando que as implementações de mecanismos de cobrança devem possuir operacionalização factível, alguns critérios podem ser utilizados para, minimamente, compensar o potencial de poluição de determinados segmentos industriais. No caso do ERJ, a Classificação de Atividades Poluidoras definida pelo manual INEA MN-050.R-5 pode ser uma alternativa quando não for possível a obtenção de dados individuais de unidades industriais. Certamente, é necessário fazer as devidas ressalvas de que o potencial de poluição não estima as cargas poluentes lançadas e tampouco são construídos de forma direcionada à gestão de recursos hídricos. Além disso, reforça-se que as indústrias devem atender aos parâmetros de lançamentos estabelecidos na legislação pertinente.

A tabela do Capítulo 5 do manual MN-050.R-5 apresenta o potencial poluidor correspondente a cada tipo de empreendimento ou atividade e deve ser consultada de acordo com cada empreendimento em análise. Vale destacar que todas as licenças emitidas pelo INEA possuem essa codificação.

A metodologia adotada no manual MN-050.R-5 prevê quatro níveis de potencial poluidor:

- A – Alto
- M – Médio
- B – Baixo
- I – Insignificante

A codificação de atividades adotada no referido manual tem o formato XX.YY.ZZ, onde:

- XX – Grupo
- YY – Subgrupo
- ZZ – Subdivisão

Os coeficientes propostos em função do Potencial Poluidor se encontram na Tabela 26.

Tabela 26: Classes para  $K_{PP}$

Classe	$K_{PP}$
A - Alto	A ser definido pelo Comitê
M – Médio	
B – Baixo	
I – Insignificante	

Tendo em vista que indústrias com alto potencial poluidor podem apresentar avançados sistemas de tratamento, buscou-se um mecanismo de compensação para tais casos. O Coeficiente de Eficiência tem a capacidade de contrabalancear o Coeficiente Potencial



Poluidor, bastando para isso que seja construída uma relação inversamente proporcional entre os coeficientes.

## Coeficiente de eficiência ( $K_{ef}$ )

O Coeficiente de Eficiência é aplicado na parcela de lançamento e seu uso compensa o Coeficiente do Potencial Poluidor para indústrias que apresentem eficiência superior ao preconizado na DZ205/2007. Sugere-se que o coeficiente de eficiência seja aplicado a indústrias que possuem remoção de DBO acima de 90%. Para as demais, o coeficiente deve ter o valor de 1 (Tabela 27).

Os Comitês PCJ possuem uma sistemática parecida, tendo adotado por meio da Deliberação Conjunta 025/2008 um coeficiente que leva em consideração a percentagem de remoção (PR) de carga orgânica ( $DBO_{5,20}$ ), na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos – ETEL (industriais e domésticos), a ser apurada por meio de amostragem representativa dos efluentes bruto e tratado (final) efetuada pelo usuário. Quando não declarado, ou não comprovado pelo usuário valor remoção, o coeficiente é tomado como 1.

Tabela 27: Classes para PP com eficiência de remoção superior a 90%

Potencial Poluidor com eficiência de remoção superior a 90%	$K_{ef}$
A - Alto	A ser definido pelo Comitê (Sugestão 1/kpp)
M – Médio	
B – Baixo	
I - Insignificante	

## Análise do preço por unidade da carga lançada ( $PPU_{DBO}$ )

Este tópico apresenta apenas um exemplo ilustrativo, dentre o conjunto de possíveis técnicas para valorar a unidade de carga lançada.

Os trabalhos desenvolvidos por Kelman (1997a, 1997b e 2000 apud COPPETEC 2006 p. 17) constituem uma das primeiras propostas no país sobre outorga e cobrança de qualidade utilizando o conceito de diluição de efluentes através do enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, de modo a fazer a ligação entre a gestão da quantidade e a gestão da qualidade da água.

Depois de mais de uma década, a cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia do rio Paraíba do Sul recebeu diversos avanços, como a revisão da metodologia de cobrança que passou a incorporar a cobrança por carga de DBO lançada (Deliberação CEIVAP nº 218/2014) e a revisão dos preços públicos praticados. Ainda assim, o valor cobrado pela DBO lançada é 0,0763 R\$/kg.



Para que a cobrança possa servir como um instrumento eficaz de sinalização do valor de escassez de qualidade da água na Bacia, capaz de alterar o comportamento dos usuários industriais em termos de tratamento de efluentes, seu valor deveria ser reajustado substancialmente (FÉRRES et al. 2005, p.35). Tal realidade pode ser observada em países europeus, onde os valores cobrados pelo lançamento de efluentes, entre US\$0,5 a US\$1,3 por quilo, são baixos comparativamente aos custos de remoção - até US\$2,8/kg para níveis de remoção de até 80%, podendo alcançar US\$4,7/kg para níveis de remoção até 95%, no setor industrial (SANTOS 2002 p. 218).

Em se tratando de economia da poluição, o custo de utilização da água para fins de diluição de efluentes deve ser superior ao custo marginal de abatimento da poluição. Apenas dessa forma haverá sinalização e estímulo ao mercado para adoção de tecnologias de tratamento.

Reforçando o conceito de vazão de diluição, o CNRH, por meio da Resolução Nº 16, de 08 de maio de 2001, estabelece, no Artigo 15, que a outorga de direito de uso para lançamento de efluentes será dada em quantidade de água necessária à diluição da carga poluente

Por exemplo, no meio ambiente, o oxigênio dissolvido na água (OD) pode vir da fotossíntese da biota aquática ou pela difusão desse gás, que está presente no ar, na superfície da água. Estima-se a solubilidade do O<sub>2</sub> em água, a 25 °C e no nível do mar, como sendo 8,6 mg/L (Fiorucci e Filho, 2005).

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, a DBO em rios de classe 2 deve ser inferior a 5mg/L e o OD não pode ser inferior a 5mg/L.

Considerando que o valor teórico de OD “natural-teórico” disponível é de 8,6 mg/L e que em rios classe 2 a DBO deve ser inferior a 5mg/L, há disponibilidade de 3,6 mg/L para o “processo” de depuração/diluição de efluentes. É apresentado a seguir a simulação de cálculo de quantos litros de água são necessários para diluição de 1 kg (10<sup>6</sup> mg) de DBO:

$$\frac{10^6(mg)}{8,6\left(\frac{mg}{L}\right) - 5\left(\frac{mg}{L}\right)} = \frac{10^6(mg)}{3,6\left(\frac{mg}{L}\right)} \cong 278.000L = 278m^3$$

Utilizando o valor atual de PPU de R\$ 0,04 /m<sup>3</sup>, o índice associado à depuração do efluente é:

$$278m^3 \times 0,04 \frac{R\$}{m^3} = R\$ 11,12$$

Dessa forma, o preço do PPU da DBO para diluição de efluentes poderia ser calculado como R\$ 11,12 por quilo. Destaca-se que nos cálculos realizados não foi considerado o processo de aeração natural dos rios. Bem como salienta-se que impactos sinérgicos devem ser considerados na avaliação de outros empreendimentos.



## Recomendações complementares à cobrança para Indústria

Recomenda-se que no futuro sejam direcionados esforços para que a cobrança pelo lançamento de efluentes seja realizada por carga incremental de poluente. Para isso, são necessárias informações das cargas poluentes efetivamente lançadas. Nesse aspecto, a integração com o banco de dados do PROCON Água do INEA será imprescindível. Aos usuários que não fornecerem as informações solicitadas, recomenda-se aplicar um fator de penalização por não declaração de informações.

Recomenda-se ainda a contratação de estudo que avalie o custo marginal de abatimento por tipologia de contaminante considerado.

Recomenda-se a avaliação de impacto nos usuários. Para tal, deve ser avaliado o custo de produção das empresas. Tal custo é um dado contábil que consta do “Demonstrativo Anual de Resultados” ou “Balanco Anual” das empresas que, por sua vez, só é obrigatoriamente disponibilizado ao público pelas empresas constituídas na forma de sociedades anônimas de capital aberto. Por outro lado, as empresas que não apresentam essa característica são dispensadas de apresentar publicamente seu balanço e, quase sempre, se negam a fornecê-lo a terceiros (COPPETEC 2006 p. 75).



## MINERAÇÃO

Historicamente, o Brasil possui uma relação importante entre o aproveitamento dos recursos minerais e o crescimento da economia nacional. Os registros iniciais da mineração remontam ao final do século XVII com a descoberta do ouro em Minas Gerais. Atualmente, a mineração é um dos setores básicos da economia do Brasil, representa cerca de 9% do PIB e gera aproximadamente 500 mil empregos diretos.

A atividade da mineração, bem como outras atividades econômicas, possui a ela atrelada a geração de impactos ambientais de modo geral, e aos recursos hídricos em particular. Os principais impactos associados aos recursos hídricos referem-se à poluição das águas e à degradação de áreas sob exploração mineral.

A regularização do uso da água na mineração é feita por meio da outorga. Em esfera nacional, pode ser citada a Resolução nº 29, de 11 de dezembro de 2002, do CNRH, que considera como usos de recursos hídricos relacionados à atividade minerária que carecem de outorga:

- I – A derivação ou captação de água superficial ou extração de água subterrânea, para consumo final ou insumo do processo produtivo;
- II – O lançamento de efluentes em corpos de água;
- III – Outros usos e interferências, tais como:
  - a) Captação de água subterrânea com a finalidade de rebaixamento de nível de água;
  - b) Desvio, retificação e canalização de cursos de água necessários às atividades de pesquisa e lavra;
  - c) Barramento para decantação e contenção de finos em corpos de água;
  - d) Barramento para regularização de nível ou vazão;
  - e) Sistemas de disposição de estéril e de rejeitos;
  - f) Aproveitamento de bens minerais em corpos de água; e
  - g) Captação de água e lançamento de efluentes relativos ao transporte de produtos minerários.

No que tange à cobrança associada ao setor de mineração, a Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, prevê em seu Artigo 21:

Os usos de recursos hídricos em atividades de mineração que alterem o regime dos corpos de água de domínio estadual deverão ter os procedimentos de cobrança definidos no prazo máximo de 6 (seis) meses, contado a partir do início efetivo da cobrança [...].

Embora haja regulamentação para iniciar a cobrança neste setor desde 2003, até o momento não há procedimentos instituídos, acarretando na não realização da cobrança. As atividades minerárias cobradas, apresentadas por Região Hidrográfica no início deste documento, referem-se à mineração em que a água é usada de forma indireta para jateamento, limpeza ou para fins administrativos.

No que concerne ao uso da água na mineração há duas extrações de maior relevância a se destacar: a extração de areias e a extração de britas.

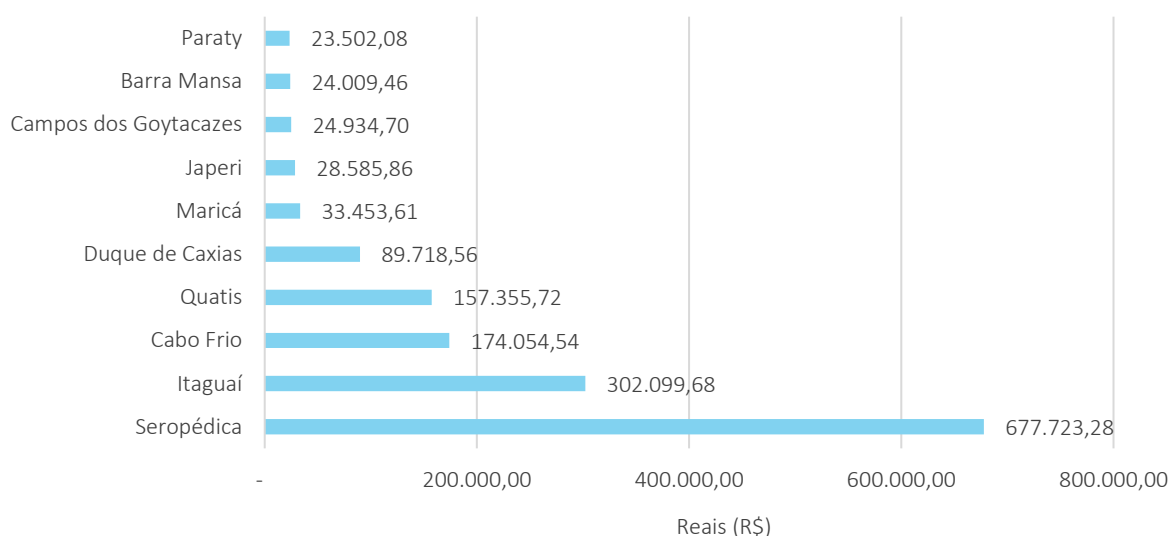
A extração de areia para construção civil, importante atividade econômica para



manutenção da vida urbana, é uma atividade que causa impactos ambientais inerentes ao seu exercício, devendo-se buscar soluções de mitigação de impactos com a mesma intensidade com a qual se procura aprimorar os processos extrativos.

Segundo dados de 2012 do Departamento de Recursos Minerais (DRM) do Estado do Rio de Janeiro, os municípios de Seropédica e Itaguaí, incluídos totalmente na RH II – Guandu, correspondem aos municípios com maior arrecadação associada à extração de areia, conforme Gráfico 35.

Gráfico 35: Municípios do ERJ com maior arrecadação associada à extração de areia em 2011



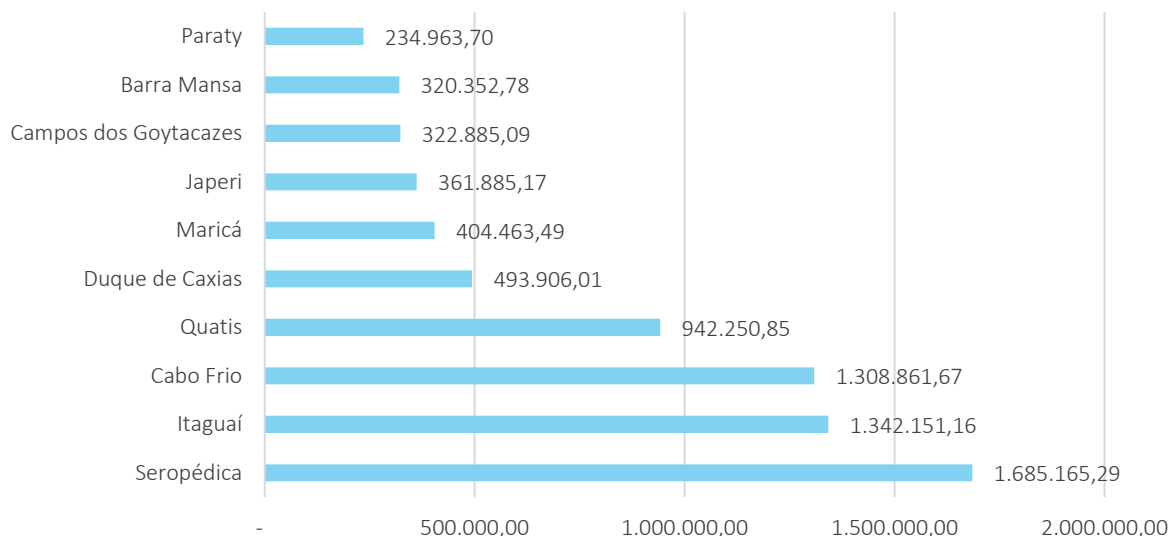
Fonte: Adaptado de Departamento de Recursos Minerais (DRM) – RJ (2012)

Outro processo de grande relevância para extração mineral que ocorre no Estado é a extração de britas, em que há o uso da água para desprendimento do mineral da jazida através de jateamento de água para separação e, em alguns processos, na lavagem do minério. Segundo dados de 2012 do DRM – RJ, os municípios de Seropédica, Rio de Janeiro e Nova Iguaçu, incluídos em parte ou integralmente na RH II – Guandu, correspondem aos municípios com maior arrecadação associada à extração de brita, conforme Gráfico 36.

O processo de extração de britas é uma atividade minerária que utiliza a água apenas como insumo do processo, sendo utilizada basicamente para lavagem do minério. Neste processo de extração ocorre o lançamento e possível carreamento de partículas para os cursos hídricos, porém trata-se de um lançamento difuso e seria necessária a realização de medições de concentração de sedimentos a montante e a jusante dos locais de extração para isolar e quantificar as alterações causadas pelo processo de extração. Cabe assim, para o futuro, uma discussão de como pautar medidas de monitoramento desses parâmetros para a qualidade dos corpos d'água.



Gráfico 36: Municípios do ERJ com maior arrecadação associada à extração de brita em 2011



Fonte: Departamento de Recursos Minerais (DRM) – RJ (2012)

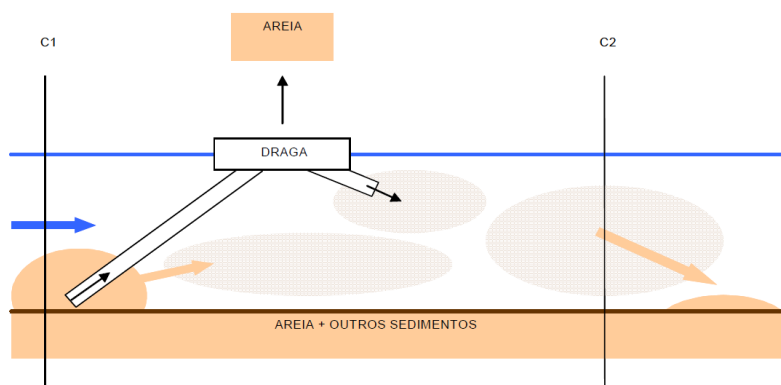
A formulação indicada pelo GEAC para esse setor tem origem na proposta de Thomas e Gomes (2014), publicada no portal da ANA, e tem como enfoque a extração de areia. Para o caso de extração de britas, deverá ser considerada a fórmula detalhada para a indústria no capítulo anterior desta publicação.

Evidenciando o processo de extração de areia, podemos destacar dois principais tipos de extração: em leito e em cava.

### Fórmula proposta para Mineração em leito de rio

Durante o processo de extração de areia em leito, a areia é retirada do rio com o uso de dragas flutuantes, e em seguida é estocada em pátios nas margens do rio, conforme Figura 8.

Figura 8. Extração de areia em leito



Fonte: THOMAS e GOMES (2005)



De acordo com Thomas e Gomes (2005):

A draga bombeia a areia e outros sedimentos que estão depositados no fundo do rio, utilizando a água como veículo. A mistura de areia e água bombeada, denominada de polpa, contém normalmente uma proporção de 60% de água e 40% de areia. No ponto de bombeamento há grande revolvimento de material, levando a alterações na concentração de sólidos em suspensão no local da dragagem. A areia bombeada fica depositada na draga e a água retorna ao rio juntamente com os sedimentos finos.

Thomas e Gomes (2005) indicam que um dos riscos da extração irregular é a possibilidade de aprofundamento da calha do rio por breves momentos, o que pode comprometer captações de outros usuários devido ao rebaixamento do nível d'água. Os autores relatam que, com o decorrer do tempo, o nível tende a voltar ao normal, devido à reposição do material retirado pela própria dinâmica do rio.

No que tange ao uso da água no processo de extração, considera-se que a vazão captada corresponde à vazão retirada do rio e que fica indisponível durante certo período.

Na parcela resultante do lançamento, os autores indicam que uma possibilidade é considerar o lançamento de sólidos em suspensão resultantes deste processo, conforme ocorre na França. Entretanto, para isso seriam necessárias medições de concentração de sedimentos a montante e a jusante dos locais de extração. Considerando que o relatório prioriza dados disponíveis no sistema CNARH 40, a inserção dessa parcela será tratada como recomendação futura.

A indicação do GEAC é a utilização da parcela de captação da fórmula proposta pelos autores supramencionados com alguns parâmetros adicionais que serão abordados em seguida, sendo:

$$Valor_{LR} = Valor_{cap}$$

$$Valor_{LR} = K_{cap} \times \underbrace{(Q_{areia} \times R \times PPU)}_{\text{Captação}}$$

Onde:

Valor<sub>LR</sub> - Pagamento anual para usuários de Mineração por extração em leito de rio, em R\$/ano

Valor<sub>cap</sub> - Pagamento anual pela captação de água para usuários do setor Mineração por extração em leito de rio, em R\$/ano

### Parcela de captação

Para a parcela de captação, será considerada a seguinte proposta:

$$Valor_{cap} = K_{cap} \times (Q_{areia} \times R \times PPU)$$





Onde:

$Q_{\text{areia}}$  - Volume de areia produzida, em  $\text{m}^3/\text{ano}$

R - Razão de mistura da polpa dragada (água/areia), adimensional

PPU - Preço Público Unitário, em  $\text{R}\$/\text{m}^3$

$K_{\text{cap}}$  - Coeficiente de multiplicação da parcela de captação, equivalente ao produto dos coeficientes propostos para esta parcela, sendo:

$$K_{\text{cap}} = K_e \times K_{\text{crise}} \times K_{\text{PP}}$$

Onde:

$K_e$  - Coeficiente de classe de enquadramento, adimensional

$K_{\text{crise}}$  - Coeficiente de gestão de crise, adimensional

$K_{\text{PP}}$  - Coeficiente relacionado ao Potencial Poluidor da atividade, adimensional

### Fórmula proposta para Mineração por extração em cava

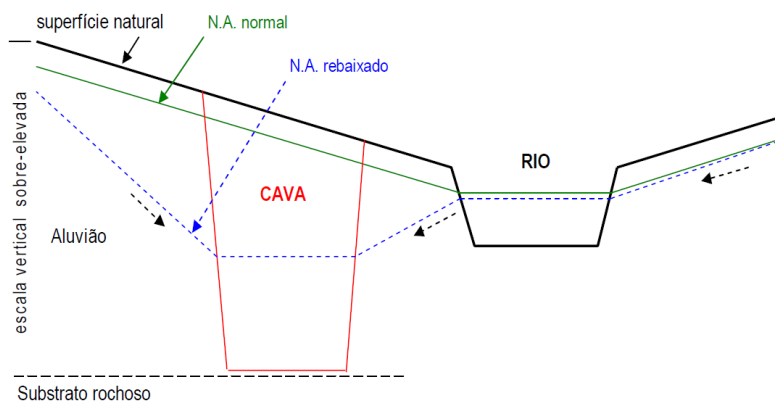
Thomas e Gomes (2005) descrevem que, similar ao processo de extração em leito, o processo em cava ocorre da seguinte maneira: a areia é retirada de antigos depósitos aluvionares correspondentes às planícies marginais de inundação, localizadas próximas aos rios. Primeiramente, é aberta uma cava por meio da retirada do solo superficial até alcançar o lençol freático. Nesse momento, os sedimentos e a água são bombeados através da draga e é realizado o processo de separação, similar ao da extração em leito. Em seguida, a água retorna à cava, conforme Figura 9.

Da análise da Figura 9, é possível inferir que ocorre o rebaixamento do nível d'água com a extração, sendo variável conforme a permeabilidade do solo e distância da cava do rio. Há casos em que, devido a estes rebaixamentos, o nível do lençol freático e nível d'água da cava ficam abaixo do nível d'água do rio, podendo haver alimentação do lençol pelas águas do rio, acarretando a perda de vazão e comprometendo a disponibilidade hídrica do rio.

Os autores sugerem adotar, como volume de captação, a vazão que é retirada do rio e alimenta o lençol, e que causa lentidão ou até mesmo bloqueia a descarga deste lençol freático no rio. Entretanto, os mesmos apontam que, devido à falta de estudos de monitoramento sistemático do fluxo de água entre o rio e a cava, para uma quantificação exata da vazão propriamente retirada do rio, uma alternativa é considerar como parcela de captação a vazão bombeada da cava. Sendo assim, a obtenção do volume captado seria similar ao trabalhado na extração em leito.



Figura 9. Extração de areia em cava



Fonte: THOMAS e GOMES (2005)

Há ainda de se considerar mudanças em relação à extração em cava, pois, além da parcela de água que fica agregada à areia, e, assim não retorna ao corpo hídrico, deve ser considerada também a parcela de água que evapora, decorrente da formação artificial de espelhos d'água. Tais espelhos d'água tem uma evaporação média de 0,11383 m<sup>3</sup>/mês a cada m<sup>2</sup> de espelho d'água, segundo o PERH Guandu (2006).

Para avaliar o impacto das taxas de evaporação de espelho d'água, pode ser citado o estudo realizado no Reservatório de Furnas/Guapé (MG). Neste reservatório, que possui cerca de 22,95 bilhões de m<sup>3</sup>, tem-se uma evaporação média de 0,15% de seu volume ao dia, ou 55,6% ao ano, segundo o estudo realizado pela própria empresa no ano de 2015. A partir da análise das taxas de evaporação, o estudo aponta que sem entrada alguma de água e mesmo sem geração de energia, o reservatório poderia desaparecer em pouco menos que dois anos apenas devido ao processo de evaporação.

Recomenda-se, assim, que o volume captado para extração em cava seja a soma entre parcela de água agregada à areia e a parcela evaporada no espelho d'água criado.

Ademais, considerando que ao final da exploração da jazida de areia o espelho d'água continua exposto e sofrendo os efeitos da evaporação, temos assim um uso perpétuo da água. A fim de antecipar a cobrança referente a este uso, o estudo realizado por Thomas e Gomes (2005) sugere a criação de uma parcela de antecipação baseada na fórmula do valor presente da perpetuidade:

(...) sugere-se que a cobrança relativa à evaporação após o fim da extração seja cobrada antecipadamente durante o período de extração, ou seja, durante a vida útil da jazida, que é definida no plano de lavra, apresentado pelo extrator ao DNPM quando da solicitação do direito de lavra.

Visando permitir a antecipação do pagamento de parcelas anuais num período de anos que tende ao infinito propõe-se a adoção de uma fórmula na matemática financeira que determina o valor presente de um fluxo de caixa infinito aplicando-se um determinado índice de antecipação, como apresentado na equação

$$VP = \frac{P}{i}$$



Onde:

VP – Valor presente da compensação pela evaporação perpétua

P – Parcela anual de pagamento referente ao uso perpétuo

i – Índice de antecipação

Com o objetivo de facilitar o pagamento deste valor, sugere-se que o montante total seja dividido em n parcelas correspondendo ao período de vida útil da jazida, definido no plano de lavra. O valor anual do pagamento referente à antecipação da cobrança pelo uso perpétuo será definido por:

$$VA = \frac{VP}{\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n}}$$

Onde:

VA - O valor anual do pagamento referente à antecipação da cobrança pelo uso perpétuo

n - Vida útil da jazida em anos

Finalmente, substituindo-se (1) em (2) encontra-se:

$$VA = \frac{P \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Portanto, a cobrança anual do setor de extração de areia seria composta de duas parcelas. A primeira correspondente ao uso da água durante a extração e a segunda referente antecipação do uso perpétuo da água.

O PERH Guandu (2006) prevê que, no caso da adoção de uma evaporação média anual, pode-se considerar uma evaporação média de 0,11383 m<sup>3</sup>/mês a cada m<sup>2</sup> de espelho d'água, sendo assim 1,36596 m<sup>3</sup>/ano para cada m<sup>2</sup> de espelho. Portanto, como a informação não é atualmente disponível no REGLA, sugere-se a adoção do valor apontado no PERH Guandu.

Para o valor de área final da cava poderá ser considerada a área inicial equivalente a área final, visto que esta informação é declarada no REGLA. Também, recomenda-se adotar o tempo médio de vida útil da jazida, que segundo o DNPM *apud* Thomas e Gomes (2005) de 20 anos.

O índice de antecipação pode variar conforme IGPM, ou outro índice conforme decisão do Comitê. Dessa forma, a fórmula de cobrança possuirá uma parcela associada à captação e uma à antecipação:

$$Valor_{cava} = Valor_{cap} + Valor_{antec}$$

$$Valor_{cava} = \underbrace{K_{cap} \times (Q_{cap} \times PPU)}_{\text{Captação}} + \underbrace{[(A_{FinCava} \times E_M) \times PPU \times \frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}]}_{\text{Antecipação}}$$

Valor<sub>cava</sub> - Pagamento anual para usuários de Mineração por extração em cava, em R\$/ano

Valor<sub>cap</sub> - Pagamento anual pela captação de água para usuários do setor Mineração por



extração em cava, em R\$/ano

Valor<sub>antec</sub> - Pagamento anual pela antecipação do consumo de água para usuários do setor Mineração por extração em cava, em R\$/ano

### Parcela de captação

Quanto à parcela de captação, será considerada a seguinte proposta:

$$Valor_{cap} = K_{cap} \times (Q_{cap} \times PPU)$$

Sendo:

PPU - Preço Público Unitário, em R\$/m<sup>3</sup>

Q<sub>cap</sub> - Volume de água captado, em m<sup>3</sup>/ano, sendo:

$$Q_{cap} = Q_{areia} \times R + A_{cava} \times E_M$$

Onde:

Q<sub>areia</sub> - Volume de areia produzida, em m<sup>3</sup>/ano

R - Razão de mistura da polpa dragada (água/areia), adimensional

A<sub>cava</sub> - Área final da cava, em m<sup>2</sup>

E<sub>M</sub> - Evaporação média anual, em metros

K<sub>cap</sub> - Coeficiente de multiplicação da parcela de captação, equivalente ao produto dos coeficientes propostos para esta parcela, sendo:

$$K_{cap} = K_e \times K_{crise} \times K_{PP}$$

Onde:

K<sub>e</sub> - Coeficiente de classe de enquadramento, adimensional

K<sub>crise</sub> - Coeficiente de gestão de crise, adimensional

K<sub>PP</sub> - Coeficiente relacionado ao Potencial Poluidor da atividade, adimensional

### Parcela de antecipação

Relacionando a área final da cava, a evaporação média e o PPU multiplicado pela fórmula do valor presente da perpetuidade, tem-se:

$$Valor_{antec} = [(A_{FinCava} \times E_M) \times PPU \times \frac{(1+i)^n}{[(1+i)^n - 1]}]$$

Onde:

A<sub>FinCava</sub> - Valor de área final da cava, em m<sup>2</sup>



$E_M$  - Evaporação média anual, em metros

$i$  - Índice de antecipação, adimensional

$n$  - Vida útil da jazida, em anos

Caso, a curto prazo, seja considerado de difícil mensuração as informações relativas ao índice de antecipação e à vida útil da jazida, recomenda-se a adoção do tempo médio de vida útil de 20 anos, previsto pelo DNPM, e a aplicação de uma taxa de juros equivalente a caderneta de poupança, de 0,5% ao mês, portanto, 6% ao ano. Realizando a substituição dos valores citados na parcela multiplicativa  $(1 + i)^n / [(1 + i)^n - 1]$ , encontra-se um valor aproximado de 1,45.

### Coeficiente de classe de enquadramento ( $K_e$ )

O coeficiente da classe do rio considera a classe preponderante de uso em que esteja enquadrado o corpo de água objeto de utilização para aplicar um multiplicador na fórmula base. Se detalhamento é apresentado no tópico “Saneamento”.

### Coeficiente de gestão de crise ( $K_{crise}$ )

Este coeficiente tem por objetivo recuperar custos de ações emergenciais decorrentes de eventos críticos, sejam eles de escassez ou cheias. O coeficiente de gestão de crise somente seria acionado mediante resolução específica do Comitê em questão, aprovada em plenária e posterior aprovação do CERHI. Seu detalhamento é apresentado no tópico “Saneamento”.

### Coeficiente de Potencial Poluidor ( $K_{PP}$ )

Este coeficiente tem por objetivo compensar a cobrança por outros parâmetros, inclusive aspectos qualitativos de lançamento, que ainda, por questões de cadastro, podem ser analisados, e teve sua descrição detalhada no tópico “Indústria”.

### Recomendações complementares à cobrança para Mineração

Ao abordar a questão da valorização do uso da água no setor de mineração, é importante que, em avaliações futuras, seja analisado o impacto causado in loco no processo de extração em leito de rio. Dessa análise, podem ser viabilizados mecanismos para quantificar o levantamento de material particulado, que gera alteração na qualidade da água e pode comprometer os usos a jusante do empreendimento. Essa alteração poderia ser considerada na parcela de lançamento da futura fórmula da cobrança.

Além da valoração do impacto gerado pelo lançamento, recomenda-se um estudo voltado à utilização de boas práticas no setor e à aplicação de um fator redutor associado a empreendimentos que as promovam. Entre estas boas práticas, podem ser usados como exemplo, empreendimentos que utilizam de Bacia de decantação, visando à sedimentação dos



resíduos sólidos e à clarificação da água. Outro exemplo é a adoção de procedimentos operacionais que objetivem mitigar os impactos provocados pela atividade. Destaca-se que, para a adoção deste coeficiente, seria ideal que o próprio usuário pudesse alimentar em seu processo no REGLA esse tipo de dados a fim de garantir a confiabilidade dos mesmos.



## PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS – PCHs

Conforme redação dada pela Resolução Normativa ANEEL nº 673, de 4 de agosto de 2015, são considerados empreendimentos com características de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), aqueles destinados à autoprodução ou produção independente de energia elétrica, cuja potência seja superior a 3.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW e com área de reservatório de até 13 km<sup>2</sup>, excluindo a calha do leito regular do rio.

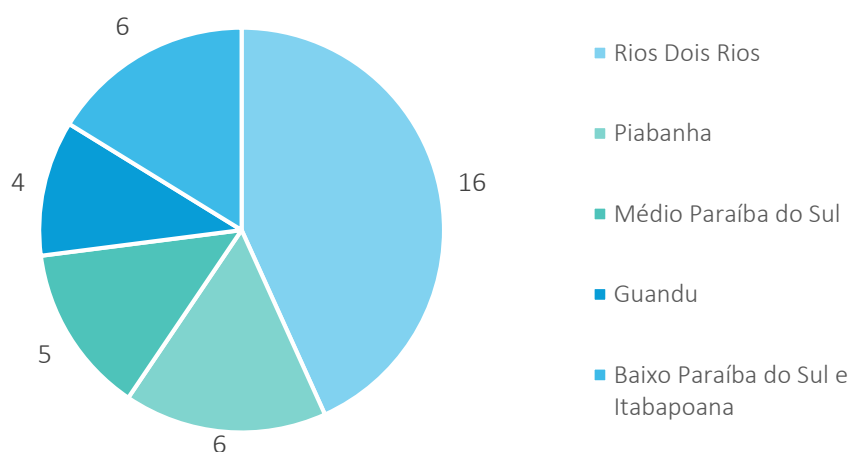
Apesar de prevista na Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, a cobrança pelo uso da água em PCHs até o momento não foi efetivada. Um dos prováveis fatores que dificultam essa efetivação pode estar associado a Lei Federal nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, que isenta do pagamento de compensação financeira a energia elétrica produzida:

- a) Por instalações geradoras com capacidade nominal igual ou inferior a 10.000 kW (dez mil quilowatts); e
- b) Gerada e consumida para uso privativo de produtor (autoprodutor).

Portanto, antes de iniciar a cobrança destes empreendimentos, é necessário verificar se os mesmos se enquadram nas características de PCH e se não são isentos pela Lei Federal nº 7.990/1989.

Tomando-se por base a Resolução nº 673/2015 da ANEEL, o GEAC realizou um levantamento da existência de PCHs nas regiões hidrográficas em estudo. Dentre os Comitês Piabanha, Médio Paraíba do Sul, Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, Rio Dois Rios e Guandu, há um total de 37 (trinta e sete) PCHs que se encontram em fase licenciamento, instalação ou operação, distribuídas conforme Gráfico 37.

Gráfico 37: Número de PCH's por Região Hidrográfica em estudo

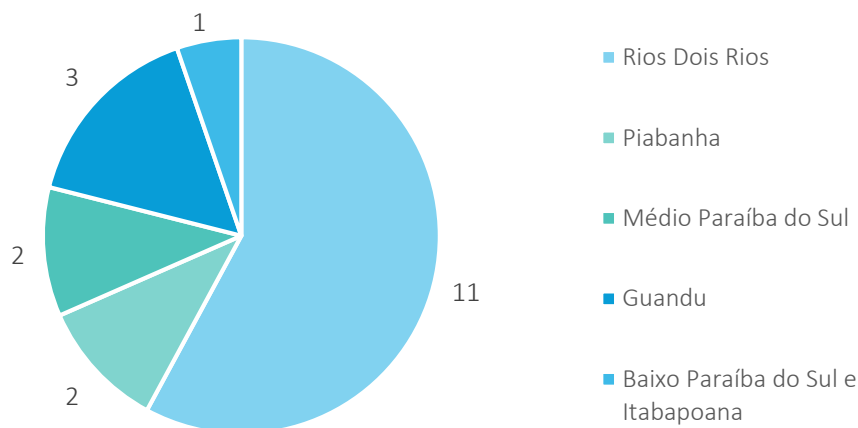


Quando analisados separadamente, os empreendimentos cuja potência instalada localiza-se entre 10.000 kW e 30.000 kW, os quais não estariam contemplados *a priori* na regra de isenção estabelecida pela Lei Federal nº 13.360/2016, o número de empreendimentos é reduzido para 19 (dezenove), dividido entre as Regiões Hidrográficas em estudo conforme



Gráfico 38. Entretanto, para confirmar a possibilidade de efetuar a cobrança nesses empreendimentos, é necessário contatar a ANEEL a fim de verificar se os mesmos são considerados autoprodutores, fator que pode corroborar para a isenção do pagamento da compensação financeira.

Gráfico 38: Número de PCH's com potência instalada entre 10.000 e 30.000 kW por Região Hidrográfica



## Fórmula proposta para Pequenas Centrais Hidrelétricas

Para as PCH's passíveis de cobrança, o GEAC recomenda que seja mantida a mesma fórmula utilizada para os demais aproveitamentos hidrelétricos. O valor cobrado para fins de compensação é calculado da seguinte forma:

$$Valor_{total} = GH \times TAR \times P$$

Onde:

Valor<sub>total</sub> - Pagamento anual para o setor de PCH's, em R\$/ano

GH - Total de Energia Gerada, informada pela concessionária, em MWh

TAR - Tarifa fixada pela ANEEL com base nos preços de venda de energia destinada ao suprimento das concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica, excluindo-se os encargos setoriais vinculados à atividade de geração, os tributos e empréstimos compulsórios, bem como os custos incorridos na transmissão de energia elétrica, em R\$/MWh

P - Percentual definido a título de cobrança sobre a energia gerada, em porcentagem





## REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, M. V. Proposta de aperfeiçoamento da metodologia de cobrança do setor de saneamento básico no estado do Rio de Janeiro à luz do objetivo de racionalização do uso dos recursos hídricos. Rio de Janeiro: 2013.
- ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). Água na indústria: uso e coeficientes técnicos. Brasília, 2017, 37 p. ISBN: 978-85-8210-047-9.
- BRASIL, Lei Federal nº 13.360, de 17 de novembro de 2016. Conversão da Medida Provisória nº 735, de 2016.
- BRASIL, Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.
- BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
- BRASIL. Lei n. 11.959, de 29 de junho de 2009. BRASIL. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l11959.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11959.htm)>. Acesso em 16 de fevereiro de 2018.
- BRONZATTO, L. A., AMORIM, M. A. M. A Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos e seu impacto no setor agropecuário da Bacia hidrográfica do rio Verde Grande. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Jul. 2012.
- CONNELL, D.W. Basic concepts of environmental chemistry. Boca Raton: Lewis, 1997.
- COPPETEC/UFRJ. Cobrança pela diluição de efluentes na Bacia do rio Paraíba do Sul. Relatório final. Chamada Pública MCT/FINEP/CT-HIDRO-GRH – 01/2004. Convênio FINEP nº 3511/04. 2016,92p.
- COUTINHO, L. S. Estimativa dos fluxos de calor de superfície no reservatório de Furnas/Guapé (MG), por meio de dados in situ e infravermelho termal orbital. São José dos Campos: INPE, 2015.
- DELIBERAÇÃO CBH PARANAÍBA Nº 61/2016. Dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, propõe as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão na Bacia hidrográfica do rio Paranaíba e dá outras providências.
- DELIBERAÇÃO CBH-DOCE Nº26/2011. Dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia hidrográfica do rio Doce.
- DELIBERAÇÃO CBHSF Nº 40/2008. Estabelece mecanismos e sugere valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia hidrográfica do rio São Francisco.
- DELIBERAÇÃO CEIVAP Nº 218/2014. Estabelece mecanismos e propõe valores para a cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a partir de 2015.



DELIBERAÇÃO CEIVAP Nº 65/2006. Estabelece mecanismos e propõe valores para a cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a partir de 2007.

DELIBERAÇÃO CONJUNTA DOS COMITÊS PCJ Nº 078/2007. Aprova propostas de revisão dos mecanismos e de ratificação dos valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União nas Bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e dá outras providências.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – DRM. Panorama Mineral do Estado do Rio de Janeiro 2014. Rio de Janeiro, 2014.

DZ-942.R-7 - DIRETRIZ DO PROGRAMA DE AUTOCONTROLE DE EFLUENTES LÍQUIDOS - PROCON ÁGUA

EA. Environment Agency. LIT 9909: Abstraction Charges Scheme 2017/18. 2016, 14p. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/publications/abstraction-charges-scheme>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2018.

ELETROBRÁS/FURNAS. Informações sobre Reservatório. Disponível em: <[http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina\\_hidr\\_furnas.asp](http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina_hidr_furnas.asp)>. Acesso em 20 de setembro de 2017.

FEEMA/RJ. DZ – 205.R-5. DIRETRIZ DE CONTROLE DE CARGA ORGÂNICA EM EFLUENTES LÍQUIDOS DE ORIGEM INDUSTRIAL.

FEEMA/RJ. DZ – 942.R-7. DIRETRIZ DO PROGRAMA DE AUTOCONTROLE DE EFLUENTES LÍQUIDOS – PROCON ÁGUA.

FÉRES, J.; THOMAS, A.; REYNAUD, A; MOTTA, R.S. Demanda por água e custo de controle da poluição hídrica nas indústrias da Bacia do Rio Paraíba do Sul. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para Discussão nº 1084. 2005, 54p.

FÉRES, J.; THOMAS, A.; REYNAUD, A; MOTTA, R.S. Water reuse in Brazilian manufacturing firms. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para Discussão nº 1257a. 2007, 22p.

FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. A importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos. Química e Sociedade. Nº 22,2005, p.10-16.

FREITAS, C. A., BACHA, C.J.C., FOSSATTI, D.M. Avaliação do desenvolvimento do setor agropecuário no Brasil: período de 1970 a 2000. Revista de Economia e Sociedade, Campinas, v. 16, n. 1 (29), p. 111-124, abr. 2007.

GUANDU. Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (PERH – Guandu). Disponível em: <<http://www.comiteguandu.org.br/plano-de-Bacia.php>> Acesso em 10 de outubro de 2017.

INEA/MN- 050.R-5. MANUAL DE CLASSIFICAÇÃO DE ATIVIDADES POLUIDORAS. Resolução CONEMA nº. 30 de 04 de abril de 2011.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à



- Escassez Hídrica. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-desafios-ao-avanco-do-saneamento-basico-e-a-escassez-hidrica-2>>. Acesso em 14 de dezembro de 2017.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. Situação Saneamento no Brasil. Disponível em: <<http://m.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em 15 de dezembro de 2017.
- MILLANI, T.J. Subsídios à Avaliação do Ciclo de Vida do pescado: avaliação ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague, estudo de caso da Bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. São Carlos: USP, 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Caderno setorial de recursos hídricos: agropecuária. Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 96 p.: il. Color.; 27 cm. Nov. 2006.
- MOTA, F. S. B., VON SPERLING, M (coordenadores). Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
- OCDE. Cobranças pelo uso de recursos hídricos no Brasil: Caminhos a seguir, Éditions OCDE, Paris. 2017,215p.
- RIO DE JANEIRO, na Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.
- SANTOS, M. R. M. O impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário. 2002. 231 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2002.
- SEROA DA MOTTA, R. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. IPEA/MMA/PNUD/CNPq - Rio de Janeiro, setembro de 1997.
- THOMAS, Patrick; GOMES, Paulo Marcelo. Mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos para o setor de extração de areia da Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. 2005