

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AMANDA DE SOUZA OLIVEIRA

**PROPOSTAS PARA APERFEIÇOAMENTO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA
UTILIZADA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI**

Uberlândia - MG

2020

AMANDA DE SOUZA OLIVEIRA

**PROPOSTAS PARA APERFEIÇOAMENTO DA METODOLOGIA DE COBRANÇA
UTILIZADA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia, para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Ambiental pelo Instituto de Ciências Agrárias.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Anne Caroline Malvestio

Uberlândia - MG

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária
Rodovia BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 208 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: 34 2512-6711/6712 - coamb@iciag.ufu.br



ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

Curso de Graduação em:	Engenharia Ambiental				
Defesa de:	GET059 - Trabalho de Conclusão de Curso 2				
Data:	18/12/2020	Hora de início:	17:00	Hora de encerramento:	18:40
Matrícula do Discente:	11421EAB032				
Nome do Discente:	Amanda de Souza Oliveira				
Título do Trabalho:	Propostas para aperfeiçoamento da metodologia de Cobrança utilizada na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari.				

Reuniu-se em vídeo conferência na plataforma virtual Webconferência RNP, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, assim composta: Sueli Moura Bertolino - ICIAG/UFU; Felipe Roberto Dias Rodrigues- Graduação/UFU e Anne Caroline Malvestio - ICIAG/UFU orientadora do candidato.

Iniciando os trabalhos, a presidente da mesa, Prof.^a Dr.^a Anne Caroline Malvestio, apresentou a Comissão Examinadora e o(a) candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu o(a) discente a palavra, para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do(a) discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do curso.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado. Nota: 95

A defesa do trabalho de conclusão de curso foi gravada, e a gravação arquivada.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Anne Caroline Malvestio, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/12/2020, às 18:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **Felipe Roberto Dias Rodrigues, Usuário Externo**, em



18/12/2020, às 18:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sueli Moura Bertolino, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/12/2020, às 18:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2462890** e o código CRC **0A0EF92E**.

AGRADECIMENTOS

Ao final deste trabalho, e desta jornada que foi a graduação, gostaria de agradecer a todos que passaram (ou que ainda passarão) por mim e que de alguma forma me moldaram para que eu pudesse chegar até aqui da maneira como cheguei e me tornar o que sou hoje. Agradeço principalmente aos meus pais, Roberto e Cláudia, por terem sido minha inspiração e meu sustento. Agradecer às minhas irmãs que também me apoiaram e sempre me ajudaram muito. Agradecer a cada um dos amigos que fiz ao longo do caminho. Um especial agradecimento à minha orientadora Prof.^a Dr.^a Anne Caroline por toda orientação, confiança e estímulo para a finalização deste trabalho. E agradecer, sobretudo, à Deus que olhou por mim e me guiou.

RESUMO

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é um dos instrumentos previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos e tem como objetivo incentivar os usuários de água da bacia ao uso racional desse recurso a fim de evitar desperdícios e garantir que haja água suficiente para as atuais e futuras gerações (IGAM, 2009). O objetivo do presente trabalho foi de identificar oportunidades de alteração da metodologia da cobrança atualmente praticada na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari e simular uma dessas alterações. O trabalho foi dividido em duas grandes partes; na primeira parte a metodologia de cobrança praticada na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari foi comparada com outras metodologias utilizadas em outras bacias do país, e na segunda parte os valores de PPU – preço público unitário – utilizados atualmente na bacia sofreram atualização monetária e foi verificado de que modo a alteração desses valores impactaria na cobrança e nos usuários de água da bacia. Ao final deste trabalho percebe-se que dentre as bacias estudadas, a Bacia Hidrográfica do Rio Araguari é a única que não sofreu nenhuma alteração tanto no seu mecanismo quanto nos valores praticados. Mesmo após a atualização monetária dos valores a simulação feita não apresentou resultados satisfatórios, indicando que a atualização do mecanismo é de fundamental importância para que a cobrança seja mais eficaz e justa.

Palavras-Chave: Bacia Hidrográfica do Rio Araguari; Cobrança pelo uso de recursos hídricos; instrumentos econômicos

ABSTRACT

Charging for the use of water resources is one of the instruments provided for in the National Water Resources Policy and aims to encourage water users in the basin to rationally use this resource in order to avoid waste and ensure that there is enough water for current and future generations (IGAM, 2009). The objective of the present work was to identify opportunities to change the charging method currently practiced in the Araguari River Basin and to simulate one of these changes. The work was divided into two major parts; in the first part, the charging method practiced in the Araguari River Basin was compared with other methods used in other basins in the country, and in the second part the PPU - public unit price - currently used in the basin have undergone monetary update and were verified as how changing these values would impact collection and water users in the basin. At the end of this work, it can be seen that among the studied basins, the Araguari River Basin is the only one that has not undergone any changes either in its mechanism or in the practiced values. Even after the monetary update of the amounts, the simulation did not present satisfactory results, indicating that the update of the mechanism is of fundamental importance for the collection to be more effective and fair.

Keywords: Araguari River Basin; Charging for the use of water; economic instruments

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Caracterização da bacia.....	16
3.2 Aspectos legais da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em Minas Gerais	17
3.3 A prática da cobrança pelo uso da água.....	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 Levantamento e caracterização das metodologias de cobrança em diferentes bacias	23
4.2 Análise da cobrança na bacia do Rio Araguari em relação às bacias estudadas	24
4.3 Simulações para a Bacia do Rio Araguari	24
4.3.1 Índices utilizados na análise de impacto da cobrança	26
4.3.2 Setor de Saneamento.....	28
4.3.3 Irrigação	28
4.3.4 Pecuária.....	28
4.3.5 Indústria e mineração.....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1 Levantamento e caracterização das metodologias de cobrança em diferentes bacias	29

5.1.1	Bacias Hidrográficas dos rios PCJ.....	29
5.1.2	Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	34
5.1.3	Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.....	39
5.1.4	Sistema de cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari.....	42
5.2	Comparação das metodologias de cobrança pelo uso da água estudadas.....	46
5.3	Identificação de falhas e pontos passíveis de melhoria no sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari	54
5.4	Simulação para a Bacia Hidrográfica do Rio Araguari	55
5.4.1	Saneamento	57
5.4.2	Irrigação	62
5.4.3	Pecuária.....	66
5.4.4	Indústria e mineração.....	69
6.	DISCUSSÃO.....	73
7.	CONCLUSÃO.....	75
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Municípios pertencentes à Bacia do Rio Araguari.	16
Figura 2: Bacias hidrográficas mineiras com a cobrança implementada.....	21
Figura 3: Simulação SAQUA-Araguari.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índices e equação do cálculo de acordo com o tipo de uso	27
Tabela 2: Valores de $K_{cap\ classe}$	30
Tabela 3: Valores de $K_{consumo}$ e K_t	32
Tabela 4: Valores de PUB de acordo com os usos da água - Bacias PCJ	34
Tabela 5: Valores de $K_{cap\ classe}$	35
Tabela 6: Valores de K_{pd}	36
Tabela 7: Valores de $K_{consumo}$	37
Tabela 8: Valores de $K_{Agropec}$	38
Tabela 9: Valores totais cobrados de acordo com o uso da água	39
Tabela 10: Valores de PPU de acordo com os usos da água – Bacia Paraíba do Sul	39
Tabela 11: Valores de K_{cap}	40
Tabela 12: Valores de PPU por tipo de uso.....	42
Tabela 13: Valores de $K_{cap\ classe}$	43
Tabela 14: Valores de $K_{consumo}$	44
Tabela 15: Valores de K_t	45
Tabela 16: Valores de PPU por tipo de uso da água.....	46
Tabela 17: Variáveis utilizadas nas equações de cobrança	47
Tabela 18: Resumo das metodologias de cobrança pelos usos da água aplicadas nas bacias estudadas	50
Tabela 19: Valores mensais IPCA 2010 a 2019	56
Tabela 20: Atualização monetária dos valores dos PPU	56
Tabela 21: Síntese de indicadores para simulação da cobrança no setor de saneamento	57
Tabela 22: Balanço de arrecadação dos municípios da bacia – valores com base na inflação de 2009.....	58

Tabela 23: Balanço de arrecadação dos municípios da bacia – valores com base na inflação de 2019.....	59
Tabela 24: Estimativa de cobrança pelo uso da água aplicável às concessionárias de saneamento, baseado na inflação do ano de 2009	59
Tabela 25: Cenário 1.....	60
Tabela 26: Cenário 2.....	61
Tabela 27: Síntese de indicadores para simulação da cobrança pelo uso da água na irrigação	62
Tabela 28: Estimativa de cobrança pelo uso da água aplicável à irrigação de café utilizando diferentes técnicas, baseado na inflação de 2009.	63
Tabela 29: Estimativa de cobrança pelo uso da água aplicável na irrigação de alho nobre, batata inglesa, cebola híbrida e trigo, baseado na inflação de 2009.	63
Tabela 30: Cenário 1 para o café	64
Tabela 31: Cenário 2 para o café	64
Tabela 32: Cenário 1 para outras culturas como alho nobre, batata inglesa, cebola híbrida e trigo	65
Tabela 33: Cenário 2 para outras culturas como alho nobre, batata inglesa, cebola híbrida e trigo.	65
Tabela 34: Síntese de indicadores para simulação de cobrança na pecuária	66
Tabela 35: Estimativa de cobrança pelo uso da água aplicável à pecuária.	67
Tabela 36: Cenário 1	68
Tabela 37: Cenário 2.....	68
Tabela 38: Síntese de indicadores para simulação da cobrança pelo uso da água na Indústria e Mineração.....	70
Tabela 39: Estimativa da cobrança pelo uso da água na indústria e mineração.....	71
Tabela 40: Cenário 1	71
Tabela 41: Cenário 2	72

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o domínio privado da água foi extinto pela Constituição de 1988, passando este para a esfera pública. Assim, rios que correm em dois ou mais estados, que estão compartilhados com outros países, que estão situados em terrenos da União ou são frutos de obras da União, são de domínio Federal. Já os corpos hídricos superficiais que estão localizados apenas em um estado e as águas subterrâneas, são de domínio estadual (BARCELLOS; ACSELRAD; COSTA, 2010).

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, também conhecida como “Lei das águas” institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 1997). Thomas (2002) sugere que grande parte do atual modelo de gestão de recursos hídricos que surgiu com a PNRH é baseado no modelo francês de gerenciamento de recursos hídricos, que é centrado no conjunto comitê de bacias/agência de bacias, em que o comitê é o fórum de discussões de tomada de decisões e a agência é o órgão executivo e de apoio técnico. A política define alguns instrumentos para serem aplicados na gestão das águas, sendo eles: o Plano de Recursos Hídricos, o Enquadramento dos corpos de água em classes, a Outorga de direito de uso dos recursos hídricos, a Cobrança pelo uso dos recursos hídricos e o Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

No âmbito do estado de Minas Gerais, a Lei Estadual nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999 estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. O inciso IV do Art. 3º da PERH observa que a unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento é a bacia hidrográfica, vista como um sistema integrado que engloba os meios físico, biótico e antrópico (MINAS GERAIS, 1999). Alinhado ao que a PNRH define, a PERH possui 9 instrumentos de gestão, são eles: o Plano Estadual de Recursos Hídricos; os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas; o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos d’água em classes, segundo seus usos preponderantes; a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos; a cobrança pelo uso dos recursos hídricos; a compensação a municípios pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos; o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo; as penalidades. O Art. 43 da PERH define os comitês de bacia como órgãos

deliberativos e normativos na sua área territorial de atuação e lista suas competências.

Os comitês de bacias hidrográficas são organismos de Estado, colegiados e estratégicos para o sistema de gerenciamento, que promovem a gestão integrada e participativa das águas. Fazem parte dos comitês o poder público (municipal e estadual), os usuários de água e a sociedade civil organizada (MINAS GERAIS, 2009). Os membros são responsáveis por discutir, negociar e deliberar sobre a gestão local das águas, utilizando instrumentos técnicos de gestão (CORREIA et al., 2018). Em Minas Gerais foram criadas 36 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, sendo criado para cada uma delas um comitê de bacia hidrográfica.

Dentre os comitês instituídos em MG está o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, que abrange 20 municípios (incluindo o município de Uberlândia) e possui sede de 13 destes municípios, sendo representada por 72 conselheiros. O CBH Araguari utiliza quatro dos cinco instrumentos de gestão de águas definidos pela PNRH: o Plano de Recursos Hídricos, o Enquadramento de Corpos de Água em Classes, a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos e a Cobrança pelo Uso de Recurso Hídricos. Já o Sistema de Informações em Recursos Hídricos encontra-se em processo de implementação na bacia (CORREIA et al., 2018).

De acordo com o Decreto Estadual nº 44.046, de 13 de junho de 2005, a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos é um instrumento econômico de gestão das águas. Esse instrumento tem como objetivo incentivar os usuários de água, podendo ser públicos ou privados, a usar esse recurso natural de forma racional, a fim de evitar o desperdício e garantir que haja água suficiente para as atuais e futuras gerações (IGAM, 2009). Os recursos obtidos pela cobrança são utilizados para financiar ações e intervenções necessárias ou que estejam previstas no Plano de Recursos Hídricos da bacia, com a finalidade de proteger e melhorar a quantidade e a qualidade da água disponível para cada região (CBH ARAGUARI, 2019).

A aplicação da cobrança pelo uso da água não se trata da privatização da água, pois a água é um bem público inalienável, mas por ela se tornar gradativamente escassa e disputada entre os usuários, esta passa a ter um valor econômico para que seu uso seja regulado, ou seja, a água passa a ter valor econômico para que sua gestão seja bem-feita e assim se garanta o uso múltiplo desse recurso dentro da bacia (ANA, 2019).

Nas bacias em que há a cobrança esse recurso financeiro é importante para a gestão dos

recursos hídricos, às vezes sendo a maior fonte de financiamento, como é o caso das Bacias Piracicaba, Capivari e Jundiá (PROFILL; RHAMA, 2018). No caso da Bacia do Rio Araguari, a realidade é parecida com as bacias anteriormente citadas, em que a maior fonte de financiamento de programas e projetos executados na bacia provém da arrecadação da cobrança na bacia.

Apesar da importância desse instrumento, em especial em situações de escassez do recurso hídrico, como é o caso na bacia do Rio Araguari, os valores cobrados geralmente são insignificantes, salvo para o setor de saneamento (GAMA, 2009), o que pode ter como consequência a inefetividade do instrumento com relação a incentivar o uso racional do recurso hídrico. É neste contexto que este trabalho tem por objetivo identificar oportunidades de alterações na metodologia da cobrança atualmente praticada na Bacia do Rio Araguari, visando um maior incentivo à racionalização do uso da água.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar oportunidades de alterações da metodologia de cobrança utilizada atualmente na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, visando o aumento da efetividade da cobrança com relação ao seu objetivo de incentivar o uso racional dos recursos hídricos da bacia.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as metodologias de cobrança usadas em diferentes bacias hidrográficas, bem como diferenças e semelhanças entre elas;
- Apresentar a metodologia de cobrança utilizada atualmente na Bacia do Rio Araguari;
- Identificar pontos a serem alterados na atual metodologia aplicada na cobrança pelo uso de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari; e
- Avaliar os impactos das alterações propostas, a partir de simulação dos valores cobrados atualmente e valores a serem cobrados após a aplicação das alterações.

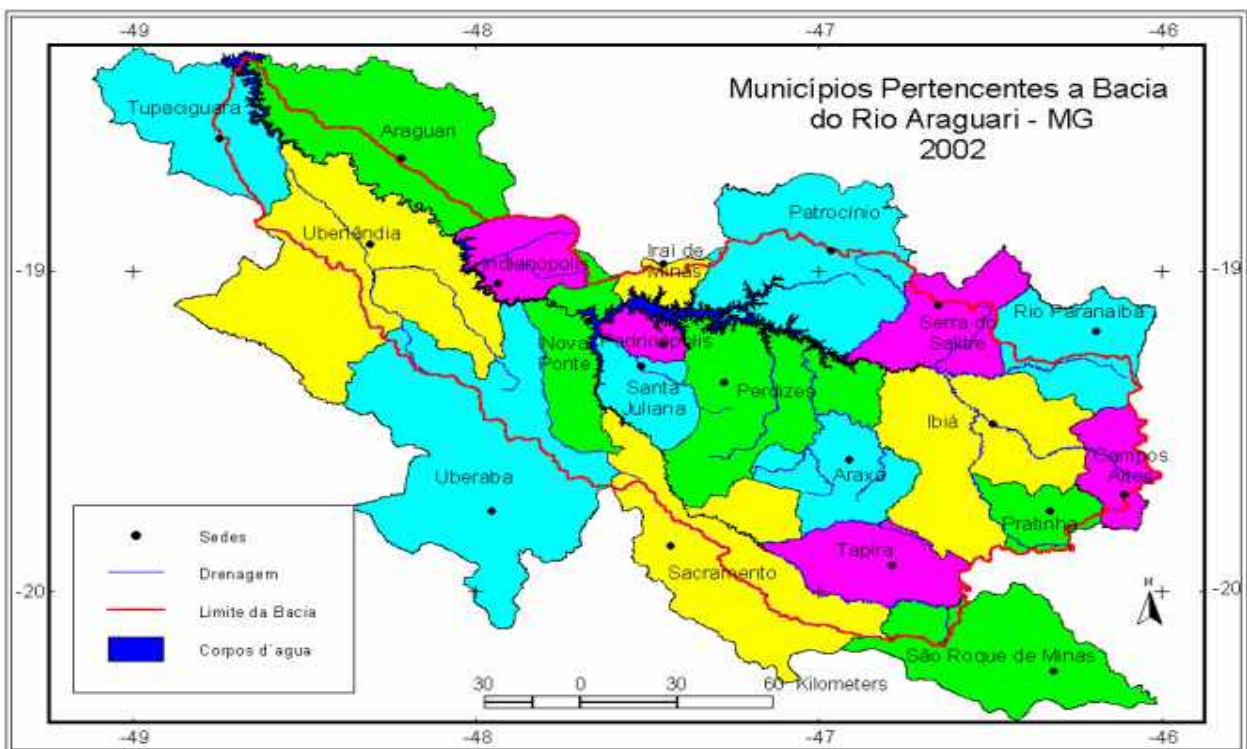
3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Caracterização da bacia

A Bacia do Rio Araguari está situada na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na porção oeste do estado de Minas Gerais. Possuindo 22.091 km², as coordenadas que englobam a bacia são 18°20' e 20°10' na latitude sul e 46°00' e 48°50' na longitude oeste (ROSENDO, 2005). Nascido na Serra da Canastra, o Rio Araguari percorre um longo caminho (cerca de 475 km), até desaguar no Rio Paranaíba (CBH ARAGUARI, 2019).

A bacia abrange 20 municípios, com 13 possuindo sede na bacia (Figura 1). São elas: Araguari, Araxá, Campos Altos, Ibiá, Indianópolis, Iraí de Minas, Nova Ponte, Patrocínio, Pedrinópolis, Perdizes, Pratinha, Rio Paranaíba, São Roque de Minas (onde está situada a nascente do rio), Sacramento, Santa Juliana, Serra do Salitre, Tapira, Tupaciguara, Uberaba e Uberlândia (CBH ARAGUARI, 2019). De acordo com o censo 2010 do IBGE a população total da bacia é de 941.842 habitantes, tendo uma densidade populacional de 41,1 hab/km² (IGAM, 2019).

Figura 1: Municípios pertencentes à Bacia do Rio Araguari.



Fonte: ROSA et al., (2004).

O clima da bacia é similar ao do Centro-Oeste e grande parte do sudeste brasileiro (ROSA

et al., 2004 apud ROSENDO, 2005), apresentando estações climáticas bem definidas, uma seca, que abrange os meses de abril a setembro, e outra úmida, de outubro a março. Segundo Rosendo (2005), a pluviometria anual da bacia possui uma irregularidade considerável, variando de 800 a 2.000 mm, com uma média que varia entre 1.200 e 1.500 mm/ano. Essa condição climática propicia um alto potencial agrícola para esta bacia, levando em conta o período de crescimento das culturas para o seu desenvolvimento pleno (LIMA; CABRAL; MIGUEZ, 2001).

Devido às condições físicas favoráveis, a bacia tem destaque na agricultura e na pecuária possuindo um campo dinamizado e processos modernos. Em consequência da produção existente na área da bacia, um importante complexo agroindustrial foi desenvolvido, sendo constituído por agroindústrias processadoras de grãos, carnes, frutas, vegetais e laticínios e também por indústrias que atendem às demandas do campo, ou seja, indústrias de insumos e equipamentos agrícolas e indústrias associadas ao segmento de biotecnologia animal (SOARES et al., 2004 apud ROSENDO, 2005).

O Rio Araguari possui uma grande importância econômica para a região oeste de Minas Gerais, pois este fornece água para inúmeros projetos de irrigação e contempla quatro usinas hidrelétricas em operação (Nova Ponte, Miranda e Capim Branco 1 e 2) (ASSUNÇÃO; BRITO; SOARES, 2006). O grande dinamismo econômico da bacia e o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos têm modificado radicalmente a quantidade e a qualidade das águas desta bacia (RODRIGUES, 2002).

3.2 Aspectos legais da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em Minas Gerais

À medida que o desenvolvimento econômico se processou no país aliado ao crescimento populacional das cidades, a utilização dos recursos hídricos disponíveis aumentou. Fatores como a intensificação da agricultura, industrialização, transporte de produtos e o despejo de efluentes nos corpos hídricos contribuíram para uma sobrecarga destes (GAMA, 2009). A partir do momento que a água passa a se tornar escassa e disputada pelos seus diversos usos, esta passa a ter valor econômico. Incumbir valor econômico à água e regular o seu uso previne que a captação e o consumo de certa quantidade de água por um usuário impeçam outros usuários de utilizarem o mesmo recurso e previne que lançamentos irregulares de efluentes no corpo hídrico prejudiquem outros usuários ou impactem outras funções ambientais que a água possui (ANA,

2019)

Em 1997, a Lei Federal nº 9.433, mais conhecida como “Lei das águas” instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. O capítulo IV desta Lei apresenta os instrumentos que regem a PNRH, sendo um desses instrumentos, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Em 1999 a Lei Estadual nº 13.199 estabeleceu, em Minas Gerais, a Política Estadual de Recursos Hídricos, elencando também, a cobrança pelo uso de recursos hídricos como um de seus instrumentos.

No dia 08 de fevereiro de 2020, o Diário Oficial de Minas Gerais publicou o Decreto nº 47.860 que “Dispõe sobre a implantação a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos no Estado e dá outras providências”. Este decreto lista em seu Art. 2º os seguintes objetivos da cobrança:

I - Reconhecer a água como bem público limitado, dotado de valor econômico e dar ao usuário uma indicação do seu real valor;

II - Incentivar a racionalização do uso da água e a sua conservação, recuperação e manejo sustentável;

III - Obter recursos financeiros para o financiamento de estudos, projetos, programas, obras e intervenções contemplados nos Planos de Recursos Hídricos, de modo a promover benefícios diretos e indiretos à sociedade;

IV - Estimular investimento em despoluição, reuso, proteção e conservação, e a utilização de tecnologias limpas e poupadoras dos recursos hídricos, de acordo com o enquadramento dos corpos de água em classes de usos preponderantes;

V - Induzir, estimular e conservar o manejo integrado, a proteção e a recuperação dos recursos hídricos, com ênfase nas áreas inundáveis e de recargas dos aquíferos, mananciais e matas ciliares, por meio de compensações e incentivos aos usuários. (MINAS GERAIS, 2020)

A cobrança não é um imposto ou taxa, e sim um preço a ser pago pelo uso de um bem público cujo valor, obrigatoriamente, é decidido através da participação dos usuários da água, da sociedade civil e do poder público no âmbito do comitê de bacia (ANA, 2019). É um dos instrumentos previstos na PERH, sendo ele de caráter econômico e um dos mais complexos, uma vez que ao mesmo tempo em que reconhece a água como um bem público dotada de valor econômico, também incentiva o uso racional desse recurso (MINAS GERAIS, 1999).

Para que haja a implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia, a legislação estadual impõe alguns critérios que precedem essa implantação, e são eles: o desenvolvimento de programa de comunicação social sobre a necessidade econômica, social e ambiental da utilização racional e proteção das águas; a implantação do sistema integrado de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, devidamente compatibilizados com os sistemas

de licenciamento ambiental; o cadastramento de usuários das águas e da regularização dos direitos de uso; a proposição de critérios e normas para fixação de tarifas, definição de instrumentos técnicos e jurídicos indispensáveis à implantação da cobrança pelo uso da água; a definição dos usos insignificantes pelo respectivo comitê de bacia; a aprovação da proposta de cobrança pelo CERH-MG; e a instituição de uma agência de bacia hidrográfica ou entidade a ela equiparada, na mesma área de atuação de um ou mais comitês de bacia. As agências de bacias hidrográficas são responsáveis por elaborar estudos financeiros, jurídicos e técnicos para fundamentar a análise da proposta de cobrança, incluindo os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelo comitê de bacia hidrográfica (MINAS GERAIS, 2005).

O Decreto Estadual nº 44.046 de 13 de junho de 2005 regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do estado e em seu Art. 9º considera os seguintes critérios para o cálculo da cobrança:

- I - As vazões de captação e derivação das coleções hídricas superficiais e subterrâneas, declaradas, estimadas, medidas ou outorgadas;
- II - As vazões de lançamento nos cursos d'água, no solo ou nos aquíferos subterrâneos, declaradas, estimadas, medidas ou outorgadas;
- III - A duração, periodicidade e sazonalidade das derivações e captações e dos lançamentos;
- IV - As variações de regime artificialmente introduzidas pelos usuários, estabelecidas em relação às vazões extremas naturais do respectivo curso d'água;
- V - As variações artificialmente introduzidas pelos usuários no regime natural de escoamento das calhas fluviais;
- VI - As modificações artificialmente introduzidas pelos usuários na morfologia e na constituição das margens e no álveo dos cursos d'água;
- VII - As alterações de qualidade introduzidas pelos usuários nos corpos d'água em relação a parâmetros de referência estabelecidos; e
- VIII - As condições naturais mantidas ou restabelecidas, bem como as condições artificiais introduzidas para aumentar e assegurar as capacidades potenciais de recarga dos mananciais (MINAS GERAIS, 2005).

Dos valores arrecadados com a cobrança, até 7,5% do total poderão ser aplicados no custeio administrativo dos órgãos e entidades responsáveis pelo gerenciamento da bacia, como, por exemplo, as agências de bacia ou entidades a elas equiparadas. O restante, 92,5% do valor arrecadado com a cobrança, deve ser aplicado em projetos e obras que alterem a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água de modo que seja benéfico para toda a coletividade da bacia e conforme recomendação da agência de bacia hidrográfica ou entidade a ela equiparada (MINAS GERAIS, 2005).

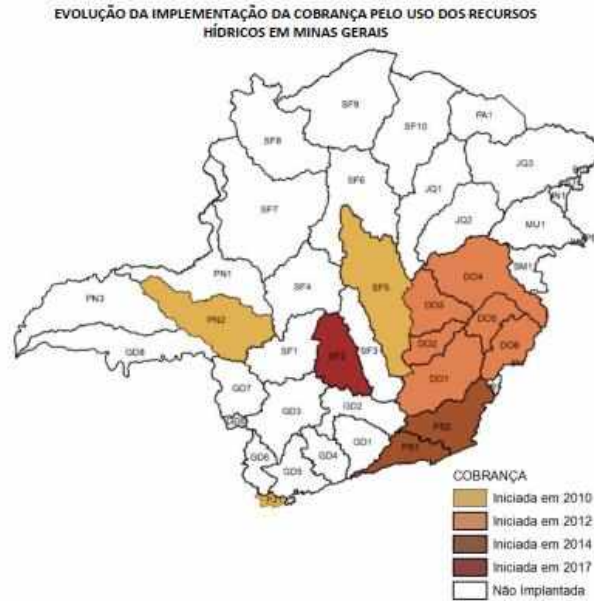
3.3 A prática da cobrança pelo uso da água

Até o final do ano de 2019, somente seis bacias interestaduais tinham a cobrança implementada. São elas a Bacia do Rio Paraíba do Sul, as Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, a Bacia do Rio São Francisco, a Bacia do Rio Doce, a Bacia do Rio Paranaíba e a Bacia do Rio Verde Grande (ANA, 2020).

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul foi a pioneira na implantação da cobrança pelos usos de águas de domínio da União no país (GAMA, 2009). O Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP publicou e aprovou a primeira proposta de cobrança em março de 2001. Essa mesma proposta sofreu alterações em novembro de 2002 e foi aprovada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), entrando em vigor de fato em março de 2003. No final do ano de 2005, o CNRH aprovou a proposta de cobrança apresentada pelo Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH PCJ) para implantar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos da união nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Até o final do ano de 2019, das 36 bacias existentes no estado de Minas Gerais, apenas 12 (Figura 2) tinham a cobrança implementada. São elas a Bacia do Rio Piranga (DO1), a Bacia do Rio Piracicaba (DO2), a Bacia do Rio Santo Antônio (DO3), a Bacia do Rio Suaçuí (DO4), a Bacia do Rio Caratinga (DO5), a Bacia do Rio Manhuaçu (DO6), a Bacia do Rio Preto e Paraibuna (PS1), a Bacia do Rio Pomba e Muriaé (PS2), a Bacia dos Rios Piracicaba e Jaguari (PJ1), a Bacia do Rio Pará (SF2), a Bacia do Rio das Velhas (SF5) e a Bacia do Rio Araguari (PN2).

Figura 2: Bacias hidrográficas mineiras com a cobrança implementada



Fonte: CORREIA et al., 2018.

Em 2017, 25 dos 36 comitês de bacias hidrográficas receberam recursos do FHIDRO – Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais – para custearem suas atividades de funcionamento. A Lei 15.190/2005 prevê o repasse de até 7,5% do valor total anual do FHIDRO para o custeio de ações de estruturação física e operacional dos comitês de bacia hidrográfica. Ressaltando que essa lei prevê o repasse de recursos a bacias que não possuam a cobrança implementada ou para bacias em que a cobrança está em fase inicial de implantação (até três anos), como é o caso da Bacia do Rio Pará (CORREIA et al., 2018).

Dessa maneira, entende-se que esses comitês que ainda não possuem a cobrança implementada precisam passar por uma reestruturação do seu sistema operacional. Apesar de Minas Gerais possuir alguns CBHs que são referência no cenário nacional, há ainda muito que melhorar no restante dos comitês do estado. Destacam-se a seguir alguns dos desafios encontrados pelos membros do IGAM quando em reuniões: melhoria da estrutura operacional dos comitês; sustentabilidade financeira do sistema descentralizado de gestão; acesso às informações e conhecimentos de maneira ampla e igualitária; atuação efetiva na discussão e implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos; criação de uma agenda de

discussão que dialogue com os instrumentos e ferramentas de planejamento e gestão na bacia (CORREIA et al., 2018).

Em 2009, empresa consultora GAMA Engenharia de Recursos Hídricos foi contratada para elaborar a metodologia de cobrança utilizada atualmente na Bacia do Rio Araguari. Para tal, a empresa liberou uma série de relatórios à medida que as reuniões do comitê aconteciam, para que a população geral tivesse acesso ao processo de elaboração do sistema de cobrança. Os relatórios se encontram de fácil acesso no site do CBH Araguari. Em suas reuniões, foram escolhidos usuários de água da bacia que representassem cada setor e como os dados seriam obtidos para cada grupo de usuários. Os setores escolhidos para simulações foram: saneamento, irrigação, pecuária, indústria e mineração.

Os dados coletados de cada usuário foram os dados necessários para o cálculo da cobrança (por exemplo: quantidade de água captada, quantidade de água lançada, carga de DBO lançada, sistema de irrigação utilizado, número de dias de uso) e os dados do usuário (como: quantia gasta com as despesas do serviço e quantia arrecadada com o serviço). GAMA, em 2009, enfrentou algumas dificuldades em coletar dados para suas simulações, pois alguns usuários não puderam compartilhar algumas informações ou não tinham informações disponíveis, dessa maneira os dados faltantes foram baseados na literatura existente na época.

Para dar início ao processo de elaboração do mecanismo de cobrança a ser adotado na CBH Araguari, algumas bacias com características geográficas e econômicas similares à bacia do Rio Araguari foram escolhidas como exemplos de mecanismos. A escolha assertiva dessas bacias colaborou para que o processo de elaboração do mecanismo fosse um processo mais rápido quando comparado ao processo de outras bacias. No âmbito técnico, os mecanismos de cobrança aprovados na bacia do Rio Araguari foram derivados dos mecanismos utilizados na bacia do Rio Piracicaba-Jaguari, que é uma extensão dos mecanismos utilizados na CBH PCJ. A razão para a escolha desse mecanismo, é que nele a cobrança pelo uso da água no setor de irrigação é mais detalhada, o que pareceu adequado uma vez que o uso preponderante das águas da bacia do Rio Araguari é do setor de irrigação (GAMA, 2009).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi organizada em três etapas: a primeira foi a levantamento e caracterização das metodologias de cobrança em diferentes bacias hidrográficas; a segunda tratou de comparar as metodologias identificadas e, a partir disso, identificar possíveis alterações para a metodologia da Bacia do Rio Araguari; e a terceira foi a simulação de alterações na metodologia de cobrança da bacia do Rio Araguari. Os métodos usados e cada etapa estão descritos na sequência.

4.1 Levantamento e caracterização das metodologias de cobrança em diferentes bacias

Para que fosse possível identificar as bacias hidrográficas que possuem cobrança pelo uso da água, bem como as metodologias aplicadas, os métodos utilizados neste trabalho foram as pesquisas bibliográfica e documental. Ambas se assemelham muito quanto à forma de coleta de dados, elas se valem da chamada fontes de papel (PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C., 2013). Gil (2008) aponta que a diferença entre essas pesquisas é a natureza da fonte de ambas, enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza de artigos científicos e livros acadêmicos, a pesquisa documental é baseada em documentos que não receberam tratamento analítico como: documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, gravações, etc.

No primeiro momento de delineamento da pesquisa, para definir quais comitês de bacias escolher e quais variáveis de cobrança comparar entre elas, foram usados artigos científicos publicados em anais e revistas que tratavam de assunto semelhante ao desta pesquisa. Ou seja, foi realizada pesquisa bibliográfica. Foram selecionados, dessa forma, três Bacias Hidrográficas: a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e a Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Já no segundo momento, de identificação e caracterização das metodologias de cada bacia, foram utilizados como fonte de pesquisa os sites dos comitês de bacias selecionados. Nos sites foram identificados documentos como: decretos, resoluções, relatórios oficiais e deliberações que foram posteriormente analisados. No site, a busca pela metodologia da cobrança começou na aba das deliberações de cada comitê de bacia.

Para a caracterização das metodologias de cobrança identificou-se: quais os tipos de uso

eram cobrados (ex. captação, consumo, lançamento, rural) e quais as variáveis e coeficientes são usados nas fórmulas para o cálculo do valor cobrado.

4.2 Análise da cobrança na bacia do Rio Araguari em relação às bacias estudadas

Utilizando as informações adquiridas na etapa 1, as metodologias de cobrança utilizadas por cada bacia foram comparadas a partir das seguintes variáveis: vazões utilizadas, preço público unitário (PPU) ou preço unitário básico (PUB) e os coeficientes específicos para cada tipo de uso da água. A escolha dessas variáveis foi feita a partir da análise dos métodos de cobrança (ou seja, a posteriori) e é justificada pelo fato de que são essas as variáveis comuns aos principais mecanismos de cobrança adotados nas bacias federais e estaduais (a diferença dos mecanismos se encontra, na verdade, nos coeficientes específicos que cada bacia adota como critério de acordo com os usos preponderantes de água delas).

A comparação foi feita para todos os tipos de uso de todas as bacias, mesmo aqueles tipos de uso que não eram comuns para todas as bacias, ou os tipos de uso que eram exclusivos de uma só bacia. Para melhor visualização da comparação, as informações comparadas foram organizadas em tabelas possibilitando que as diferenças e semelhanças entre as metodologias comparadas pudessem ser notadas com mais facilidade.

A partir de uma comparação minuciosa de todas as quatro metodologias estudadas neste trabalho, pode-se identificar pontos comuns entre todas, quais pontos falhos e passíveis de melhoria no sistema da Bacia do Rio Araguari quando comparado às outras bacias estudadas.

4.3 Simulações para a Bacia do Rio Araguari

Após a identificação e listagem de quais seriam as possíveis falhas e melhorias, uma das melhorias foi escolhida para ser simulada. A simulação escolhida foi a de propor novos preços de PPU corrigindo a inflação desde o ano em que foi proposta a metodologia até os dias atuais.

Para a correção dos valores de PPU, a metodologia de Assis (2016) foi utilizada. Foram pesquisados no site do IBGE os valores mensais do IPCA para cada mês dos anos de 2010 a 2019. O montante foi somado, obtendo-se a inflação total acumulada dos anos de 2010 a 2019.

Para realizar as simulações dos preços praticados e dos preços a serem praticados após a atualização monetária, fez-se necessário a escolha de usuários de água da bacia. Para a simulação,

foram usados os dados apresentados pela empresa GAMA Engenharia de Recursos Hídricos à época da proposição da cobrança (GAMA, 2009).

Utilizando uma planilha de simulação do mecanismo da cobrança utilizada na Bacia do Rio Araguari e disponibilizada pelo CBH Araguari (disponível em: http://cbharaguari.org.br/uploads/3_gestao_das_aguas/1_instrumentos_de_gestao/2_cobranca/simulador.xls), foi possível realizar os cálculos dos valores de cada usuário selecionado para cada setor. Inicialmente foram feitos os cálculos considerando os PPU's aprovados pela metodologia em 2009 e, posteriormente, foram feitas simulações para o ano de 2020.

Gama Engenharia de Recursos Hídricos Ltda. (2009) comparou em suas simulações alguns indicadores para análise do impacto da cobrança de água sobre os usuários. Esses indicadores serão apresentados individualmente de acordo com o tipo de uso da água nos próximos tópicos. Para fins de comparação, a mesma metodologia foi utilizada neste trabalho. Para melhor aproximação com a realidade, os valores encontrados pelos consultores da GAMA acerca da arrecadação total e do custo de despesas de cada usuário também foram atualizados de acordo com a inflação do período 2010 - 2019.

No Relatório Final do Estudo de Metodologia e Avaliação dos Impactos da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, elaborado pela empresa consultora Gama Engenharia de Recursos Hídricos (2009), o item 8 demonstra a estimativa de impactos da cobrança no custo de produção de cada setor usuário das águas da bacia. Para as simulações deste trabalho, os dados utilizados foram os mesmos utilizados no relatório para fins de comparação. Os setores avaliados foram: saneamento, agricultura irrigada, pecuária, indústria e mineração.

O SAQUA-Araguari é o Simulador para Apoio à Cobrança pelos Usos da Água na Bacia do Rio Araguari que consiste em uma planilha do Excel formulada para simular os valores de acordo com o sistema de cobrança utilizado atualmente na bacia. Esta planilha foi formulada por uma consultoria para o CBH Araguari e encontra-se de fácil acesso no site da bacia. Os valores simulados pela planilha são apresentados da seguinte maneira (figura 3).

Figura 3: Simulação SAQUA-Araguari

Simulador para Apoio à Cobrança pelos Usos da Água na Bacia do rio Araguari												
apenas células em branco podem ser alteradas												
Abastecimento, Indústria e Mineração												
(X)												
Número médio de dias de uso/ano:	365	Vazão insignificante (l/s): 1,0										
Captação de água superficial ?	x	<i>Nota: supõe-se não haver medições sobre a vazão efetivamente usada; captação é a outorga.</i>										
Captação de água subterrânea ?		<i>Nota: se não for água superficial, automaticamente é marcada a água subterrânea</i>										
Classe enquadramento captação ?	2	<i>Nota: classe enquadramento do corpo hídrico da captação</i>										
Eficiência tratamento (%) ?	59%											
Q_{Cap} (m ³ /ano) ¹ =	63.147.000	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Valores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>\$_{Cap/ano} =</td> <td>R\$ 568.323,00</td> </tr> <tr> <td>\$_{Cons/ano} =</td> <td>R\$ 637.900,00</td> </tr> <tr> <td>\$_{Lanç/ano} =</td> <td>R\$ 1.573.365,60</td> </tr> <tr> <td>\$_{Total/ano} =</td> <td>R\$ 2.779.588,60</td> </tr> </tbody> </table>	Valores		\$ _{Cap/ano} =	R\$ 568.323,00	\$ _{Cons/ano} =	R\$ 637.900,00	\$ _{Lanç/ano} =	R\$ 1.573.365,60	\$ _{Total/ano} =	R\$ 2.779.588,60
Valores												
\$ _{Cap/ano} =	R\$ 568.323,00											
\$ _{Cons/ano} =	R\$ 637.900,00											
\$ _{Lanç/ano} =	R\$ 1.573.365,60											
\$ _{Total/ano} =	R\$ 2.779.588,60											
Q_{Cons} (m ³ /ano) ² =	31.895.000											
$Q_{Lanç}$ (m ³ /ano) ³ =	31.252.000											
DBO _{5,20} (kg/ano) ⁴ =	15.733.656											
Indicadores para análise do impacto da cobrança pelo uso da água												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Valores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Custo unitário água captada (R\$/m³)</td> <td>R\$ 0,044</td> </tr> <tr> <td>Custo unitário água consumida (R\$/m³)</td> <td>R\$ 0,087</td> </tr> </tbody> </table>	Valores		Custo unitário água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,044	Custo unitário água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,087				
Valores												
Custo unitário água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,044											
Custo unitário água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,087											
Custo unitário água captada (R\$/m ³)												
Custo unitário água consumida (R\$/m ³)												

Fonte: IGAM, 2019.

Os valores das células brancas são os valores inseridos para iniciar a simulação, os valores nas células azuis são os valores em Reais da cobrança calculada de acordo com os parâmetros inseridos. Os valores da seção de indicadores também são calculados automaticamente pela planilha e serão utilizados para analisar o impacto da cobrança nos custos do empreendimento.

4.3.1 Índices utilizados na análise de impacto da cobrança

Para a análise do impacto da cobrança sobre cada usuário estudado de cada setor, foi definida uma série de índices, identificados a partir da leitura do estudo elaborado pela empresa GAMA Engenharia quando da elaboração da metodologia de cobrança utilizada atualmente na Bacia Hidrográfica do rio Araguari. A tabela 1 apresenta quais são esses índices de acordo com o tipo de uso e como são calculados. Alguns índices são comuns a todos os usuários e são eles: o custo unitário da água captada e o custo unitário da água consumida. Ambos os índices são calculados automaticamente pela planilha do SAQUA através da soma do valor total da cobrança (captação + consumo + lançamento) sobre o volume de água – captado ou consumido.

Tabela 1: Índices e equação do cálculo de acordo com o tipo de uso (continua)

Índice	Equação
Saneamento	
Custo unitário de água captada	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons} + \$_{lanç}}{Q_{cap}}$
Custo unitário de água consumida	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons} + \$_{lanç}}{Q_{cons}}$
Custo/tarifa média aplicada	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons} + \$_{lanç}}{Q_{cap}}$ <i>tarifa média aplicada</i>
Custo/arrecadação total	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons} + \$_{lanç}}{\text{arrecadação total}}$
Custo/despesas totais	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons} + \$_{lanç}}{\text{despesas totais}}$
Irrigação	
Custo unitário de água captada	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons}}{Q_{cap}}$
Custo unitário de água consumida	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons}}{Q_{cons}}$
Custo/custo de produção	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons}}{\text{custo de produção}}$
Pecuária	
Custo unitário de água captada	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons}}{Q_{cap}}$
Custo unitário de água consumida	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons}}{Q_{cons}}$
Custo/custo total de produção	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons}}{\text{custo total de produção}}$
Custo/receita total	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons}}{\text{receita total}}$

Indústria e mineração

Índice	Equação
Custo unitário de água captada	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons} + \$_{lanç}}{Q_{cap}}$
Custo unitário de água consumida	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons} + \$_{lanç}}{Q_{cons}}$
Custo/custo médio de produção	$\frac{\$_{cap} + \$_{cons} + \$_{lanç}}{\text{Custo médio de produção}}$

Fonte: A autora, 2020

4.3.2 Setor de Saneamento

Com base no estudo da empresa GAMA (2009), para o setor de saneamento, o custo sobre a tarifa média aplicada por cada usuário, representado em porcentagem, indica o impacto da cobrança em cima da tarifa aplicada à população. Esse cálculo é feito levando em consideração o custo unitário de água captada. O custo total sobre a arrecadação total e o custo total sobre o total de despesas com o serviço são calculados a partir da razão entre os indicadores de mesmo nome.

4.3.3 Irrigação

Para a irrigação, o custo total sobre o custo de produção é baseado nos custos de produção de cada cultivo que são previamente apresentados no trabalho e que foram baseados em dados coletados pela empresa GAMA quando do estudo realizado para as simulações (GAMA, 2009). Todos os valores encontrados são calculados por ha por ano (R\$/ha/ano).

4.3.4 Pecuária

Na pecuária, é considerado que todo o volume captado é consumido. Portanto o cálculo do valor total da cobrança é a soma do custo de captação e do custo de consumo. Não há cobrança para o lançamento. Para simplificação dos cálculos, os valores considerados no índice para a criação de aves são calculados a cada mil aves e para gado os índices são representados por cabeça de gado (GAMA, 2009).

O índice custo sobre despesa total é o custo total da cobrança dividido pelas despesas totais com a produção. E o índice custo sobre receita total é o custo total da cobrança dividido pela receita total da produção. Os valores das despesas e das receitas foram os dados que a

empresa GAMA encontrou após estudos e coletas de dados dos produtores da região.

4.3.5 Indústria e mineração

No setor de indústria e mineração para o cálculo do custo médio de produção dos insumos, uma estimativa foi feita pela empresa GAMA utilizando os dados de mercado e alguns dados obtidos através de entrevistas e formulários aplicados aos usuários. O custo médio dos insumos é dado em R\$/m³, para que se obtivesse um valor em Real, que pudesse ser utilizado na razão custo total da cobrança sobre custo médio dos insumos, o valor do custo médio foi multiplicado pela vazão de água captada (GAMA, 2009).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Levantamento e caracterização das metodologias de cobrança em diferentes bacias

A fim de possibilitar embasamento teórico conceitual, os mecanismos de cobrança de outras três unidades de gestão de bacias hidrográficas foram estudados neste trabalho. São elas a Bacia do Rio das Velhas, a Bacia do Rio Paraíba do Sul e as Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Essas bacias foram escolhidas neste trabalho para melhor comparação com o trabalho realizado por Gama (2009) quando foi proposta a metodologia de cobrança atualmente utilizada na Bacia do Rio Araguari. Gama (2009) utilizou as metodologias das Bacias Paraíba do Sul, PCJ, São Francisco e Piracicaba-Jaguari. Neste trabalho a Bacia do Rio das Velhas é uma das afluentes da Bacia do Rio São Francisco e a Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí é a bacia federal em que a Bacia dos Rios Piracicaba-Jaguari está inserida.

5.1.1 Bacias Hidrográficas dos rios PCJ

No dia 05 de outubro de 2007, foi publicada a Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ n° 078/07 que aprovou as propostas de revisão dos mecanismos e ratificação dos valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Nas bacias dos rios PCJ os usos de água cobrados são a captação, o consumo, o uso rural (captação e consumo, porém levando em conta diferentes coeficientes), o lançamento de carga

orgânica, a geração de energia por PCHs e a transposição de águas. Para a realização da cobrança nas bacias dos rios PCJ as variáveis levadas em conta são o volume anual de água captada – Q_{cap} , o volume anual de água captada e transposta – Q_{transp} , o volume anual de água lançada no corpo hídrico – $Q_{lanç}$, o volume anual de água consumida - Q_{cons} , e a carga orgânica lançada no corpo hídrico – CO_{DBO} .

A cobrança pela captação de água ($Valor_{cap}$) é calculada em função: dos volumes anuais – outorgados e medidos – de água captados ($Q_{cap\ out}$ e $Q_{cap\ med}$); do peso atribuído ao volume anual de água captado (K_{out}); do peso atribuído ao volume anual de água medido (K_{med}); do coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação ($K_{cap\ classe}$); e ao preço unitário básico cobrado pela captação superficial (PUB_{cap}).

A equação para o cálculo do $Valor_{cap}$ se dá da seguinte maneira:

$$Valor_{cap} = (K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med}) \times PUB_{cap} \times K_{cap\ classe} \quad (1)$$

A tabela 2 apresenta os valores de $K_{cap\ classe}$ de acordo com a classe de enquadramento do corpo hídrico.

Tabela 2: Valores de $K_{cap\ classe}$

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

Fonte: Comitês PCJ (2007).

A cobrança pelo consumo da água ($Valor_{cons}$) é calculada em função do volume anual de água captado (Q_{cap}); do volume anual de água captado total (Q_{capT}), que leva em conta as águas captadas de outras maneiras (rios dos estados e concessionárias de água); do volume anual de água lançado total ($Q_{lanç}$), que leva em conta o lançamento em corpos da União, dos estados e nas redes concessionárias; e do preço unitário básico cobrado para o consumo da água (PUB_{cons}).

A equação para o cálculo do $Valor_{cons}$ está representada a seguir:

$$\text{Valor}_{\text{cons}} = (Q_{\text{capT}} - Q_{\text{lançT}}) \times \text{PUB}_{\text{cons}} \times (Q_{\text{cap}}/Q_{\text{capT}}) \quad (2)$$

Os usuários pagadores de água do setor de irrigação são cobrados pelo uso através de uma fórmula específica para a irrigação, que leva em conta o tipo de irrigação utilizado nas culturas. O cálculo para o valor consumido de água na irrigação ($\text{Valor}_{\text{cons}}$) consiste no produto entre o volume anual de água consumido ($Q_{\text{cons irrig}}$) e o preço unitário básico cobrado para o consumo da água (PUB_{cons}), e se dá da seguinte maneira:

$$\text{Valor}_{\text{cons}} = Q_{\text{cons irrig}} \times \text{PUB}_{\text{cons}} \quad (3)$$

O cálculo do valor de $Q_{\text{cons irrig}}$ é feito levando em conta o Q_{cap} e o K_{consumo} , que é o coeficiente que visa quantificar o volume de água consumido levando em conta a eficiência dos métodos de irrigação adotados na cultura, sendo representado da seguinte maneira:

$$Q_{\text{cons irrig}} = Q_{\text{cap}} \times K_{\text{consumo}} \quad (4)$$

Assim, chegamos à fórmula que calcula o valor rural que leva em conta o valor da água captada ($\text{Valor}_{\text{cap}}$), o valor da água consumida ($\text{Valor}_{\text{cons}}$) e o K_t que é o coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água.

$$\text{Valor}_{\text{Rural}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}}) \times K_t \quad (5)$$

Ambos os coeficientes K_{consumo} e K_t levam em consideração o método de irrigação utilizado pelo usuário de água. Os valores destes coeficientes estão representados na tabela 3.

(continua)

Tabela 3: Valores de K_{consumo} e K_t

Sistema de irrigação	K_{consumo}	K_t
Gotejamento	0,95	0,05
Micro aspersão	0,90	(conclusão)
Pivô central	0,85	0,15
Tubos perfurados	0,85	0,15
Aspersão convencional	0,75	0,25
Sulcos	0,60	0,40
Inundação	0,50	0,50

Fonte: Comitês PCJ (2007).

Na deliberação, há também a descrição do cálculo utilizado para a cobrança pelo lançamento de carga orgânica no corpo hídrico, o chamado Valor_{DBO}. Ele é calculado em função da carga anual de DBO_{5,20} (CO_{DBO}), do preço unitário básico da carga de DBO_{5,20} lançada (PUB_{DBO}), do $K_{\text{lanç}}$ classe que é o coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água receptor e do K_{PR} que é coeficiente que leva em conta a porcentagem de remoção (PR) de carga orgânica (DBO_{5,20}), na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos. Sendo assim:

$$\text{Valor}_{\text{DBO}} = \text{CO}_{\text{DBO}} \times \text{PUB}_{\text{DBO}} \times K_{\text{lanç classe}} \times K_{\text{PR}} \quad (6)$$

Os valores de CO_{DBO} e K_{PR} são valores calculados. Para o cálculo da carga anual de DBO_{5,20}, são levados em conta os valores da concentração média anual de DBO_{5,20} lançada em kg/m³ (C_{DBO}) e o volume anual de água lançado, em m³ (Q_{lanç fed}), da seguinte maneira:

$$\text{CO}_{\text{DBO}} = C_{\text{DBO}} \times Q_{\text{lanç Fed}} \quad (7)$$

Já os valores de K_{PR} dependem da porcentagem de remoção da carga orgânica do efluente, podendo ser calculado de três maneiras:

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

Os últimos dois valores descritos na deliberação para cobrança dos usuários são o

Valor_{PCH} e o Valor_{transp}. O Valor_{PCH} é o valor a ser cobrado pelo uso da água para geração hidrelétrica por Pequenas Centrais Hidrelétricas e é calculado de acordo com o que dispuser a legislação federal e atos normativos das autoridades competentes.

Já o Valor_{transp} é o valor cobrado pelo uso da água referente aos volumes de água que forem captados e transpostos das bacias PCJ para outras bacias. Esse valor leva em consideração o K_{out} que é o peso atribuído ao volume anual de transposição outorgado; o K_{med} que é o peso atribuído ao volume anual de transposição medido; o $Q_{transp\ out}$ que é o volume anual de água captado, em m³, segundo valores de outorga; $Q_{transp\ med}$ que é o volume anual de água captado, em m³, segundo dados de medição; PUB_{transp} que é o preço unitário básico pela transposição de bacia; e, por fim, o $K_{cap\ classe}$ que é o coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação. A equação para o cálculo do Valor_{transp} se dá da seguinte maneira:

$$\text{Valor}_{\text{transp}} = (K_{\text{out}} \times Q_{\text{transp out}} + K_{\text{med}} \times Q_{\text{transp med}}) \times \text{PUB}_{\text{med}} \times K_{\text{cap classe}} \quad (8)$$

O Valor_{total} que cada usuário de recursos hídricos deverá pagar referente à cobrança leva em conta todos os usos descritos acima e o $K_{gest\ao}$ que é o coeficiente que leva em conta o efetivo retorno às Bacias PCJ dos recursos arrecadados pela cobrança do uso da água nos rios de domínio da união. O valor do $K_{gest\ao}$ é sempre igual a 1 e só será igual a 0 quando o valor arrecadado com a cobrança não estiver aplicado no pagamento das despesas do ano subsequente de acordo com a Lei de Diretrizes Orçamentárias ou quando houver descumprimento do contrato de gestão celebrado entre a ANA e a Agência de Água das Bacias PCJ. A equação para o cálculo do Valor_{total} é representada a seguir:

$$\text{Valor}_{\text{total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}} + \text{Valor}_{\text{PCH}} + \text{Valor}_{\text{Rural}} + \text{Valor}_{\text{transp}}) \times K_{\text{gest\ao}} \quad (9)$$

Os valores de PUB para os diferentes usos da água na Bacia dos rios PCJ estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Valores de PUB de acordo com os usos da água - Bacias PCJ

Tipo de Uso	PUB	Unidade	Valor (R\$)
Captação, Extração e Derivação	PUB_{cap}	R\$/m ³	0,0140
Consumo de água bruta	PUB_{cons}	R\$/m ³	0,0281
Lançamento de carga orgânica (DBO _{5,20})	PUB_{DBO}	R\$/kg	0,1403
Transposição da bacia	PUB_{transp}	R\$/m ³	0,0210

Fonte: Agência das Bacias PCJ (2020).

5.1.2 Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul

A 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”. Os usos cobrados atualmente na bacia são a captação de água, o consumo, o valor agropecuário (consumo e captação para os usuários do setor de agropecuária e aquicultura), o lançamento de carga orgânica, a geração de energia elétrica por PCHs, e a água captada e consumida na mineração.

Para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, alguns coeficientes são levados em conta, são eles, o Q_{cap} – volume anual de água captado do corpo hídrico; o Q_{transp} – volume anual de água captada e transposta para outras bacias; $Q_{lanç}$ – volume anual lançado no corpo hídrico; Q_{cons} – volume anual de água consumido no corpo hídrico (diferença entre o volume captado e lançado); e, por último, CO_{DBO} – que é a carga orgânica anual lançada no corpo hídrico.

A cobrança pela captação da água – $Valor_{cap}$ – na bacia em questão, leva em consideração o $Q_{cap out}$ que é o volume anual de água captado segundo valores de outorga, o PPU_{cap} que é o preço público unitário para captação superficial e o $K_{cap classe}$ que é o coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d’água onde há a captação. A equação para o cálculo da cobrança pela captação de água superficial é representada da seguinte forma:

$$Valor_{cap} = Q_{cap out} \times PPU_{cap} \times K_{cap classe} \quad (10)$$

Os valores de $K_{cap classe}$ variam de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 5: Valores de $K_{\text{cap classe}}$

Classe de uso do corpo d'água	$K_{\text{cap classe}}$
1	1,0
2	0,9
3	0,8
4	0,7

Fonte: Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba Do Sul - Ceivap (2014).

Quando houver medição do volume anual de água captado, a equação para a cobrança pela captação será feita da seguinte forma:

$$\text{Valor}_{\text{cap}} = [K_{\text{out}} \times Q_{\text{cap out}} + K_{\text{med}} \times Q_{\text{cap med}} + K_{\text{med extra}} \times (0,7 \times Q_{\text{cap out}} - Q_{\text{cap med}})] \times \text{PPU}_{\text{cap}} \times K_{\text{cap classe}} \quad (11)$$

Na fórmula representada anteriormente K_{out} é o peso atribuído ao volume anual de captação outorgado, K_{med} é o peso atribuído ao volume anual de captação medido, $K_{\text{med extra}}$ é o peso atribuído ao volume anual disponibilizado no corpo d'água e o $Q_{\text{cap med}}$ é o volume anual de água captado. Três situações devem ser consideradas na hora do cálculo:

- I. Quando $(Q_{\text{cap med}}/Q_{\text{cap out}})$ for $\geq 0,7$: $K_{\text{out}} = 0,2$; $K_{\text{med}} = 0,8$ e $K_{\text{med extra}} = 0$;
- II. Quando $(Q_{\text{cap med}}/Q_{\text{cap out}})$ for menor que $0,7$: $K_{\text{out}} = 0,2$; $K_{\text{med}} = 0,8$ e $K_{\text{med extra}} = 1$;
- III. Quando $(Q_{\text{cap med}}/Q_{\text{cap out}})$ for maior que 1 : $K_{\text{out}} = 0$; $K_{\text{med}} = 1$ e $K_{\text{med extra}} = 0$.

Para o uso específico da água na mineração de areia em leito de rios o Q_{cap} utilizado na fórmula do $\text{Valor}_{\text{cap}}$ é resultado do produto de duas variáveis: o Q_{cap} que é o volume de areia produzido e o R que é a razão de mistura da polpa dragada.

Para o caso específico do saneamento, é acrescentado à fórmula da cobrança o índice multiplicador K_{pd} , que corresponde ao índice de perdas de água na distribuição do prestador de serviço. O valor do K_{pd} varia de acordo com a tabela 6.

Tabela 6: Valores de K_{pd}

Índice de perdas na distribuição (I_{pd})	K_{pd}
$I_{pd} \leq 20\%$	0,85
$20\% < I_{pd} \leq 25\%$	0,90
$25\% < I_{pd} \leq 30\%$	0,95
$30\% < I_{pd} \leq 35\%$	1,00
$35\% < I_{pd} \leq 40\%$	1,05
$I_{pd} \geq 40\%$	1,10
Não informado ou informação inconsistente	1,10

Fonte: Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba Do Sul - CEIVAP (2014).

Para o consumo da água a cobrança pelo consumo – $Valor_{cons}$ – leva em conta o Q_{cap} que é o volume anual de água captado, Q_{capT} que é o volume anual de água captado total, $Q_{lançT}$ que é o volume anual de água lançado total e o PPU_{cons} que é o preço público unitário pelo consumo da água. O cálculo da cobrança pelo consumo da água é feito da seguinte forma:

$$Valor_{cons} = (Q_{capT} - Q_{lançT}) \times PPU_{cons} \times (Q_{cap}/Q_{capT}) \quad (12)$$

Já para o cálculo do consumo de água na irrigação, a fórmula leva em conta o Q_{cap} que é o volume anual de água, captado o PPU_{cons} que é o preço público unitário para o consumo da água e o $K_{consumo}$ que é o coeficiente que leva em conta a parte da água utilizada na irrigação que não retorna aos corpos d'água. O cálculo é feito da seguinte maneira:

$$Valor_{cons} = Q_{cap} \times PPU_{cons} \times K_{consumo} \quad (13)$$

O valor do $K_{consumo}$ varia de acordo com o sistema de irrigação utilizado na propriedade rural e pode ter os seguintes valores:

Tabela 7: Valores de K_{consumo}

Sistemas de irrigação	K_{consumo}
Gotejamento	0,95
Micro aspersão	0,90
Pivô central	0,85
Tubos perfurados	0,85
Aspersão convencional	0,75
Sulcos	0,60
Inundação	0,50
Não informado	0,95

Fonte: Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba Do Sul - CEIVAP (2014).

Para o caso específico da mineração, o $\text{Valor}_{\text{cons}}$ é resultado do produto entre o Q_{areia} – que é o volume de areia produzida –, U – que é teor de umidade da areia produzida – e PPU_{cons} – que é o preço público unitário para o consumo de água. A equação que representa o cálculo do $\text{Valor}_{\text{cons}}$ está representada a seguir:

$$\text{Valor}_{\text{cons}} = Q_{\text{areia}} \times U \times \text{PPU}_{\text{cons}} \quad (14)$$

A cobrança pela captação e consumo de água pelos usuários dos setores de agropecuária e aquicultura é chamado de $\text{Valor}_{\text{Agropec}}$. Sua fórmula leva em conta a somatória dos valores de captação e consumo ($\text{Valor}_{\text{cap}}$ e $\text{Valor}_{\text{cons}}$), calculados de acordo com as equações demonstradas anteriormente, multiplicados pelo K_{Agropec} que é o coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água na propriedade rural onde se utiliza os recursos hídricos. A fórmula que representa o $\text{Valor}_{\text{Agropec}}$ é:

$$\text{Valor}_{\text{Agropec}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}}) \times K_{\text{Agropec}} \quad (15)$$

Os possíveis valores de K_{Agropec} estão representados na tabela a seguir:

Tabela 8: Valores de K_{Agropec}

Tecnologia de irrigação	K_{Agropec}
Gotejamento	0,05
Micro aspersão	0,10
Pivô central	0,15
Tubos perfurados	0,15
Aspersão convencional	0,25
Sulcos	0,40
Inundação	0,50
Não informado	0,50
Não irrigante	0,10

Fonte: Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba Do Sul - CEIVAP (2014).

Outro valor cobrado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, é o $\text{Valor}_{\text{DBO}}$ que é a cobrança feita pelo lançamento de carga orgânica no corpo hídrico. O $\text{Valor}_{\text{DBO}}$ leva em conta dois parâmetros: o CO_{DBO} que é a carga anual de $\text{DBO}_{5,20}$ efetivamente lançada e o PPU_{DBO} que é o preço público unitário para o lançamento de carga orgânica. A fórmula para o cálculo dessa cobrança é a seguinte:

$$\text{Valor}_{\text{DBO}} = \text{CO}_{\text{DBO}} \times \text{PPU}_{\text{DBO}} \quad (16)$$

O valor de CO_{DBO} é resultado do produto entre a concentração média anual de $\text{DBO}_{5,20}$ lançada, ou C_{DBO} , e o volume anual de água lançado, ou $\text{Q}_{\text{lançFed}}$. Sendo representada de acordo com a equação:

$$\text{CO}_{\text{DBO}} = \text{C}_{\text{DBO}} \times \text{Q}_{\text{lançFed}} \quad (17)$$

Para o setor de geração hidrelétrica por PCHs os usuários realizam o pagamento anual pelo uso da água ($\text{Valor}_{\text{PCH}}$) levando em conta o GH, que é o total anual da energia efetivamente gerada por uma PCH, a TAR que é a Tarifa Atualizada de Referência definida por resolução da ANEEL, e o P que é o percentual definido pelo CEIVAP a título de cobrança sobre a energia gerada. A equação da cobrança é apresentada da seguinte maneira:

$$\text{Valor}_{\text{PCH}} = \text{GH} \times \text{TAR} \times \text{P} \quad (18)$$

Para os valores totais a serem cobrados, todos contêm um fator multiplicador chamado $K_{\text{gestão}}$ que é o 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. O $K_{\text{gestão}}$ é sempre igual a 1 (um) e fica automaticamente zerado se: na Lei de Diretrizes Orçamentárias não estiverem incluídas as despesas relativas à aplicação das receitas da cobrança pelo uso de recursos hídricos; e se houver descumprimento pela ANA do Contrato de Gestão celebrado entre a ANA e a agência da bacia. A tabela 9 a seguir mostra, em resumo, quais são os valores totais cobrados de acordo com o tipo de uso de água.

Tabela 9: Valores totais cobrados de acordo com o uso da água

Uso do recurso hídrico	Equação do Valor _{Total}
Setor agropecuária e aquicultura	$\text{Valor}_{\text{Total}} = \text{Valor}_{\text{Agropec}} \times K_{\text{gestão}}$
Setor de geração hidrelétrica	$\text{Valor}_{\text{Total}} = \text{Valor}_{\text{PCH}} \times K_{\text{gestão}}$
Setor de transposição de água	$\text{Valor}_{\text{Total}} = \text{Valor}_{\text{transp}} \times K_{\text{gestão}}$
Demais setores usuários	$\text{Valor}_{\text{Total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}}) \times K_{\text{gestão}}$

Fonte: A autora, 2020.

O anexo II da Deliberação, apresenta, em forma de tabela, os valores de PPU de acordo com os usos existentes na bacia (Tabela 10).

Tabela 10: Valores de PPU de acordo com os usos da água – Bacia Paraíba do Sul

Tipo de Uso	PPU	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta	PPU_{cap}	m ³	0,0109
Consumo de água bruta	PPU_{cons}	m ³	0,0218
Lançamento de carga orgânica – DBO _{5,20}	PPU_{DBO}	kg	0,0763

Fonte: Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba Do Sul - CEIVAP (2014).

5.1.3 Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas

A deliberação normativa nº 03 de 2009 estabelece critérios e normas e define mecanismos básicos da cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (MINAS GERAIS,

2009). Os valores atualmente cobrados na bacia são os valores da captação de água, do consumo de água e do lançamento de carga orgânica nos corpos hídricos da bacia. Os parâmetros utilizados para o cálculo do valor da cobrança em cada um dos casos são: o volume anual de água captado do corpo hídrico (conhecido com Q_{cap}), o volume anual de efluente lançado no corpo hídrico (ou $Q_{lanç}$), o volume anual de água consumida (Q_{cons}) e por fim as cargas das substâncias lançadas no corpo hídrico (denotadas por $CA_{subs(i)}$) onde $i = 1, \dots, n$ em unidades/ano, sendo a unidade compatível com o parâmetro selecionado.

A cobrança de água pela captação no corpo hídrico é calculada em função do Q_{cap} , descrito anteriormente, do PPU_{cap} que é o preço público unitário definido para a captação e do K_{cap} que é o coeficiente específico de captação de água. Os valores de K_{cap} variam de acordo com as especificidades de cada setor usuário de água, com o enquadramento do corpo hídrico, com as boas práticas de uso e conservação da água adotados pelo usuário e de acordo com a vazão efetivamente captada de acordo com medições. A fórmula para o cálculo básico do valor a ser cobrado pela captação é representada a seguir:

$$\text{Valor}_{cap} = Q_{cap} \times PPU_{cap} \times K_{cap} \quad (19)$$

Os valores de K_{cap} de acordo com a classe de enquadramento do corpo hídrico onde se faz a captação superficial se encontram na tabela 11. Para captações subterrâneas o valor de K_{cap} é fixo até que se faça o enquadramento das águas subterrâneas da bacia. Para atividades rurais o K_{cap} será multiplicado por um valor de abatimento igual a 0,025. Para o setor de mineração, o valor de K_{cap} é de 0,5 para empreendimentos onde houver rebaixamento do nível de água e 0,75 para os demais empreendimentos.

Tabela 11: Valores de K_{cap}

Classe de enquadramento do corpo hídrico onde se faz a captação superficial	Valor de K_{cap}
Especial e 1	1,1
2	1,0
3	0,9
4	0,8

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Das Velhas (2009).

Para o setor de saneamento, o valor da cobrança pela captação de água superficial é calculado levando em conta o K_{out} que é o peso atribuído ao volume anual de captação outorgado, K_{med} que é o peso atribuído ao volume anual de captação medido, $K_{med\ extra}$ que é o peso atribuído ao volume anual outorgado e não utilizado, o $Q_{cap\ out}$ e $Q_{cap\ med}$ que são respectivamente os volumes anuais de água outorgados e captados, o PPU_{cap} e o K_{cap} . A equação para o cálculo do valor cobrado pela captação no setor de saneamento é a seguinte:

$$\text{Valor}_{cap} = [K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med} + K_{med\ extra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})] \times PPU_{cap} \times K_{cap} \quad (20)$$

Os valores de K_{out} , K_{med} e $K_{med\ extra}$ podem ser definidos de três maneiras:

- I. Quando $(Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out})$ for $\geq 0,7$: $K_{out} = 0,2$, $K_{med} = 0,8$ e $K_{med\ extra} = 0$;
- II. Quando $(Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out})$ for menor que $0,7$: $K_{out} = 0,2$, $K_{med} = 0,8$ e $K_{med\ extra} = 1$;
- III. Quando não existir medição de volumes captados: $K_{out} = 1$ e $K_{med} = 0$.

A cobrança pelo consumo de água (Valor_{cons}) na bacia do Rio das Velhas leva em consideração o volume anual de água consumido (Q_{cons}), o preço público unitário para o consumo de água (PPU_{cons}) e o K_{cons} que é o coeficiente específico de consumo de água. O valor de Q_{cons} é encontrado a partir da diferença entre o volume anual de água captado Q_{cap} e o volume anual de água lançado $Q_{lanç}$. A equação do Valor_{cons} é a seguinte:

$$\text{Valor}_{cons} = Q_{cons} \times PPU_{cons} \times K_{cons} \quad (21)$$

O valor de K_{cons} para todos os usuários é igual a 1 (um). Para usuários de água que utilizam para fins rurais tais como agricultura, criação animal, aquicultura, piscicultura, o K_{cons} será multiplicado por um coeficiente de abatimento de valor 0,025. Para casos de atividade agrícola em que o lançamento não puder ser comprovado, o valor do Q_{cons} consiste em multiplicar o valor de Q_{cap} por 0,8.

Para o lançamento de efluentes, o cálculo do $\text{Valor}_{lanç}$ leva em conta a carga anual da substância “i” efetivamente lançada ($CA_{subs(i)}$), o preço público unitário cobrado para lançamento da substância “i” $PPU_{Lanç(i)}$, e os coeficientes que levam em conta os objetivos de qualidade de água na bacia relacionados à substância “i”. Para o cálculo do valor de $CA_{subs(i)}$ são multiplicados os valores de $C_{subs(i)}$ que é a concentração média anual da substância “i” no lançamento e $Q_{lanç}$ que é o volume anual de água lançado. O $\text{Valor}_{lanç}$ é calculado da seguinte maneira:

$$\text{Valor}_{\text{lanç}} = \sum \{CA_{\text{subs}(i)} \times \text{PPU}_{\text{lanç}(i)} \times K_{\text{lanç}(i)}\}, \text{ onde } i= 1, \dots, n. \quad (22)$$

A DN nº 03/2020 aprova a atualização monetária dos Preços Públicos Unitários praticados na metodologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio das Velhas. Os novos valores a serem cobrados a partir do dia 01/01/2021 estão representados na tabela 12.

Tabela 12: Valores de PPU por tipo de uso

Preço Público Unitário	PPU	Unidade	Valor
Captação de água bruta superficial e subterrânea	PPU_{cap}	m^3	0,01415
Consumo de água bruta	PPU_{cons}	m^3	0,0283
Lançamento	$\text{PPU}_{\text{lanç}(\text{DBO})}$	kg	0,09905

Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Das Velhas (2009).

5.1.4 Sistema de cobrança na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari

Os mecanismos de cobrança aprovados para a bacia do rio Araguari foram baseados nos mecanismos utilizados pela bacia do rio Piracicaba-Jaguari em Minas Gerais, que por sua vez, foram embasados nos mecanismos adotados pela bacia federal do Piracicaba, Capivari e Jundiá. O motivo desta escolha é que esses mecanismos tratam de forma mais minuciosa os usuários de irrigação, que é um dos usos preponderantes da bacia em estudo (GAMA, 2009).

As Resoluções nº 11, de 14 de maio de 2009 e nº 12, de 25 de junho de 2009 aprovam a metodologia e os valores de cobrança pelos usos dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. O Anexo I, explicado a seguir, traz detalhado a metodologia utilizada para cobrança nos diferentes usos da água.

O Art. 1º do anexo esclarece os aspectos levados em conta na hora do cálculo. São eles: o volume anual de água captada do corpo hídrico (Q_{cap}), o volume anual de água captada e transposta para outras bacias (Q_{transp}), o volume anual de lançado no corpo hídrico ($Q_{\text{lanç}}$), o volume anual de água consumida (Q_{cons}) e a carga orgânica lançada no corpo hídrico (CO_{DBO}).

A cobrança pela captação de água superficial e subterrânea ($\text{Valor}_{\text{cap}}$) é calculada em função do peso atribuído ao volume anual de captação outorgado (K_{out}), do peso atribuído ao

volume anual de captação medido (K_{med}), do volume anual de água captado segundo valores de outorga ($Q_{cap\ out}$), do volume anual de água captado segundo dados de medição ($Q_{cap\ med}$), do preço público unitário para captação superficial e subterrânea (PPU_{cap}) e, por fim, do $K_{cap\ classe}$ que é o coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo de água no qual se faz a captação. A fórmula para o cálculo da cobrança pela captação superficial e subterrânea se dá da seguinte maneira:

$$\text{Valor}_{cap} = K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med} \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe} \quad (23)$$

Os valores de $K_{cap\ classe}$ variam de acordo com a tabela seguir:

Tabela 13: Valores de $K_{cap\ classe}$

Classe de enquadramento do corpo de água	$K_{cap\ classe}$
Águas subterrâneas	1,0
1	1,0
2	0,9
3	0,9
4	0,7

Fonte: Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Araguari (2009).

Já os valores de K_{out} e K_{med} podem variar em quatro situações:

- I. Quando $(Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out})$ for $\geq 0,7$: $K_{out} = 0,2$ e $K_{med} = 0,8$;
- II. Quando $(Q_{cap\ med}/Q_{cap\ out})$ for menor que $0,7$: será acrescida à equação a parcela de volume a ser cobrado correspondente à $0,7 \times Q_{cap\ out}$ e $Q_{cap\ med}$ com $K_{med\ extra} = 1$;
- III. Quando não existir medição de volumes captados: $K_{out} = 1$ e $K_{med} = 0$;
- IV. Quando $Q_{cap\ out}/Q_{cap\ med}$ for maior que 1: $K_{out} = 0$ e $K_{med} = 1$.

Para a cobrança pelo consumo de água, exceto nos casos de irrigação, o Valor_{cons} leva em consideração o Q_{capT} que é o volume anual de água captado total, $Q_{lançT}$ que é o volume anual de água lançado total, o Q_{cap} e o PPU_{cons} que é o preço público unitário para consumo de água. A equação que representa o Valor_{cons} é demonstrada a seguir:

$$\text{Valor}_{cons} = (Q_{capT} - Q_{lançT}) \times PPU_{cons} \times (Q_{cap}/Q_{capT}) \quad (24)$$

Para o caso específico da irrigação, o $\text{Valor}_{\text{cons}}$ é obtido através do produto entre PPU_{cons} e o $Q_{\text{cons irrig}}$ que é o volume anual de água consumido na irrigação. O valor de $Q_{\text{cons irrig}}$ é obtido do produto entre o Q_{cap} e o K_{consumo} que é o coeficiente que visa quantificar o volume de água consumido. Abaixo está representado a equação para o cálculo do $\text{Valor}_{\text{cons}}$ no caso específico da irrigação e os valores de K_{consumo} variando de acordo com o sistema de irrigação utilizado. Para os casos em que não há informações sobre o sistema de irrigação, o valor de K_{consumo} é igual a 0,5.

$$\text{Valor}_{\text{cons}} = Q_{\text{cons irrig}} \times K_{\text{consumo}} \quad (25)$$

Tabela 14: Valores de K_{consumo}

Sistemas de Irrigação	K_{consumo}
Gotejamento	0,95
Microaspersão	0,9
Pivô central	0,85
Tubos perfurados	0,85
Aspersão convencional	0,75
Sulcos	0,6
Inundação	0,5

Fonte: Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Araguari (2009).

O $\text{Valor}_{\text{Rural}}$ é o valor cobrado pela captação e consumo da água na irrigação. Ele é calculado em função da soma do $\text{Valor}_{\text{cap}}$ e $\text{Valor}_{\text{cons}}$ e multiplicado pelo K_t que é o coeficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água no imóvel rural onde se dá o uso dos recursos hídricos. Os valores de K_t estão representados na tabela abaixo. Para os usuários de recursos hídricos que não se enquadrem dentre os irrigantes o valor de K_t será igual a 0,1. Na ausência de um sistema de irrigação, o valor de K_t adotado será igual a 0,5.

$$\text{Valor}_{\text{Rural}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}}) \times K_t \quad (26)$$

Tabela 15: Valores de K_t

Sistemas de Irrigação	K_t
Gotejamento	0,05
Microaspersão	0,10
Pivô central	0,15
Tubos perfurados	0,15
Aspersão convencional	0,25
Sulcos	0,40
Inundação	0,50

Fonte: Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Araguari (2009).

Para a cobrança pelo lançamento de carga orgânica, as variáveis consideradas no cálculo são o CO_{DBO} que é o valor da carga anual de $DBO_{5,20}$ efetivamente lançada, o PPU_{DBO} que é o preço público unitário da carga de $DBO_{5,20}$, o $K_{lanç\ classe}$ que é o coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água receptor e o K_{PR} que é o coeficiente que leva em conta a percentagem de remoção de carga orgânica do efluente tratado. O $Valor_{DBO}$ é calculado da seguinte maneira:

$$Valor_{DBO} = CO_{DBO} \times PPU_{DBO} \times K_{lanç\ classe} \times K_{PR} \quad (27)$$

Para o cálculo do valor de CO_{DBO} , basta multiplicar os valores de C_{DBO} que é a concentração média anual de $DBO_{5,20}$ e o $Q_{lanç}$ que é o volume anual de água lançado. O valor de $K_{lanç\ classe}$ sempre será igual a 1 e o valor de K_{PR} vai variar de três maneiras:

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

Para o $Valor_{PCH}$, o cálculo é feito de acordo com a vazão outorgada e por meio de atos normativos da CBH Araguari. A Resolução nº 12 de 2009 que estabelece a metodologia de cobrança na Bacia do Rio Araguari informa que no prazo de até 3 anos a contar a partir da data de publicação da Resolução o CBH Araguari deveria estabelecer uma metodologia de cálculo

para o $\text{Valor}_{\text{PCH}}$, porém até hoje não foram estabelecidos os critérios para o cálculo do $\text{Valor}_{\text{PCH}}$.

O $\text{Valor}_{\text{total}}$ a ser pago por cada usuário de recursos hídricos será calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Valor}_{\text{total}} = (\text{Valor}_{\text{cap}} + \text{Valor}_{\text{cons}} + \text{Valor}_{\text{DBO}} + \text{Valor}_{\text{PCH}} + \text{Valor}_{\text{Rural}}) \quad (28)$$

O Anexo II da Resolução, traz os valores cobrados pelos usos dos recursos hídricos nos corpos de água de domínio do Estado de Minas Gerais na área de atuação do CBH - Araguari considerando os valores de PPU que estão descritos abaixo:

Tabela 16: Valores de PPU por tipo de uso da água

Tipo de Uso	PPU	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta superficial	PPU_{cap}	R\$/m ³	0,01
Captação de água bruta subterrânea	PPU_{cap}	R\$/m ³	0,0115
Consumo de água bruta	PPU_{cons}	R\$/m ³	0,02
Lançamento de carga orgânica DBO _{5,20}	PPU_{DBO}	R\$/kg	0,10
Transposição de bacia	$\text{PPU}_{\text{transp}}$	R\$/m ³	0,015

Fonte: Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Araguari (2009).

5.2 Comparação das metodologias de cobrança pelo uso da água estudadas

Para melhor visualização da comparação das metodologias das bacias estudadas, os dados foram organizados nas tabelas 17 e 18. A tabela 17 define as variáveis utilizadas nas equações das cobranças para cada tipo de uso. Já a tabela 18 apresenta as equações utilizadas para cada tipo de uso nas cobranças pelo uso da água em cada uma das bacias analisadas.

Tabela 17: Variáveis utilizadas nas equações de cobrança

(continua)

TIPO DE USO	DEFINIÇÃO	VARIÁVEL	CBH*
CAPTAÇÃO	Volume anual de água captado, segundo valores de outorga	$Q_{cap\ out}$	1, 2, 3 e 4
	Volume anual de água captado, segundo valores de medição	$Q_{cap\ med}$	1, 3 e 4
	Preço Público Unitário para captação superficial	PPU_{cap}^{**}	1, 2, 3 e 4
	Coefficiente que leva em conta a classe do enquadramento	$K_{cap\ classe}$	1, 2 e 4
	Peso atribuído ao volume anual de captação outorgado	K_{out}	1, 3 e 4
	Peso atribuído ao volume anual de captação medido	K_{med}	1, 3 e 4
	Peso atribuído ao volume anual outorgado e não utilizado	$K_{med\ extra}$	1 e 3
	Coefficiente específico de captação da água	K_{cap}	3
CONSUMO	Volume anual de água captado total, considerando rios de domínio federal, estadual e captação em redes de concessionárias dos sistemas de distribuição de água	Q_{capT}	1, 2 e 4
	Volume anual de água captado total na bacia	Q_{cap}	1, 2, 3 e 4
	Volume anual consumido	Q_{cons}	3
	Volume anual de água lançado total, incluindo rios de domínio da união, do estado ou em redes públicas de coleta de esgoto ou sistemas de disposição em solo	$Q_{lançT}$	1, 2 e 4
	Volume anual de água lançado	$Q_{lanç}$	3
	Preço Público Unitário para o consumo de água	PPU_{cons}	1, 2, 3 e 4
	Coefficiente específico de consumo de água	K_{cons}	3

TIPO DE USO	DEFINIÇÃO	VARIÁVEL	CBH*
IRRIGAÇÃO	Volume anual de água captado	Q_{cap}	1, 2 e 4
	Volume anual de água consumido	$Q_{cons\ irrig}$	1 e 4
	Preço Público Unitário para o consumo de água	PPU_{cons}	1, 2 e 4
	Coefficiente que leva em conta a parte da água utilizada na irrigação que não retorna aos corpos d'água	$K_{consumo}$	1, 2 e 4
MINERAÇÃO	Volume de areia produzido	Q_{areia}	2
	Teor de umidade na areia produzida, medida no carregamento	U	2
	Preço Público Unitário para o consumo de água	PPU_{cons}	2
SETOR RURAL	Pagamento anual pela captação	$Valor_{cap}$	1, 2, 3 e 4
	Pagamento anual pelo consumo	$Valor_{cons}$	1, 2, 3 e 4
	Coefficiente que leva em conta as boas práticas de uso e conservação da água na propriedade rural onde se dá o uso de recursos hídricos	$K_t/K_{Agropec}$	1, 2 e 4
LANÇAMENTO	Carga anual de DBO _{5,20} efetivamente lançada	CO_{DBO}	1, 2 e 4
	Carga anual da substância “i” efetivamente lançada	$CA_{subs(i)}$	3
	Concentração média anual da substância “i”	$C_{subs(i)}$	3
	Preço Público Unitário para lançamento de carga orgânica	PPU_{DBO}	1, 2 e 4
	Preço Público Unitário cobrado para lançamento da substância “i”	$PUB_{lanç(i)}$	3
	Concentração média de DBO _{5,20} lançada	C_{DBO}	1, 2 e 4
	Volume anual de água lançado	$Q_{lanç}$	3 e 4
	Volume anual de água lançado em corpos d'água de domínio da União	$Q_{lanç\ Fed}$	1 e 2

TIPO DE USO	DEFINIÇÃO	VARIÁVEL	CBH*
	Coeficientes que levam em conta os objetivos de qualidade de água na bacia relacionados à substância “i”, estabelecidos no Plano Diretor da Bacia	$K_{lanç(i)}$	3
	Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo de água receptor	$K_{lanç\ classe}$	1 e 4
	Coeficiente que leva em conta a porcentagem de remoção de carga orgânica, na Estação de Tratamento de Efluentes Líquidos, a ser apurada por meio de amostragem representativa dos efluentes brutos e tratado efetuada pelo usuário	K_{PR}	1 e 4
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PCHs)	Total anual de energia efetivamente gerada por uma PCH, informado pela concessionária, em MWh	GH	2
	Valor da Tarifa Atualizada de Referência, definida anualmente por Resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL	TAR	2
	Percentual definido pelo comitê a título de cobrança sobre a energia gerada	P	2
TRANSPOSIÇÃO	Peso atribuído ao volume anual de transposição outorgado	K_{out}	1
	Peso atribuído ao volume anual de transposição medido	K_{med}	1
	Volume anual de água captado na bacia, para transposição para outras bacias, segundo valores de outorga	$Q_{transp\ out}$	1
	Volume anual de água captado na bacia, para transposição de bacias, segundo dados de medição	$Q_{transp\ med}$	1
	Preço Unitário Básico para transposição de bacia	PUB_{transp}	1

(conclusão)

TIPO DE USO	DEFINIÇÃO	VARIÁVEL	CBH*
	Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo de água no qual se faz a captação	$K_{cap\ classe}$	1

Fonte: A autora, (2020), com base em Finkler et al. (2015).

*1 – CBH PCJ; 2 – CBH Paraíba do Sul; 3 – CBH Rio das Velhas; 4 – CBH Araguari

** PPU e PUB são nomes diferentes para a mesma variável, PPU – Preço Público Unitário e PUB – Preço Unitário Básico

Tabela 18: Resumo das metodologias de cobrança pelos usos da água aplicadas nas bacias estudadas (continua)

CBH	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Paraíba do Sul	Rio das Velhas	Rio Araguari
Equação Básica da cobrança V_{total}	$(Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{DBO} + Valor_{PCH} + Valor_{Rural} + Valor_{transp}) \times K_{gestão}$	$(Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{DBO} + Valor_{transp} + Valor_{PCH} + Valor_{Agropec}) \times K_{gestão}$	$(Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{lanc}) \times K_{gestão}$	$(Valor_{cap} + Valor_{cons} + Valor_{DBO} + Valor_{PCH} + Valor_{Rural})$
Captação V_{cap}	$(K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med}) \times PUB_{cap} \times K_{cap\ classe}$ Quando houver medição de vazão	$[K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med} + K_{med\ extra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})] \times PPU_{cap} \times K_{cap}$ Quando houver medição de vazão	$Q_{cap} \times PPU_{cap} \times K_{cap}$	$(K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med}) \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe}$ Quando houver medição de vazão
	$Q_{cap\ out} \times PUB_{cap} \times K_{cap\ classe}$	$Q_{cap\ out} \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe}$	$[K_{out} \times Q_{cap\ out} + K_{med} \times Q_{cap\ med} +$	$Q_{cap\ out} \times PPU_{cap} \times K_{cap\ classe}$

CBH	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Paraíba do Sul	Rio das Velhas	Rio Araguari
	Quando não houver medição de vazão	Quando não houver medição de vazão	$K_{med\ extra} \times (0,7 \times Q_{cap\ out} - Q_{cap\ med})] \times PPU_{cap} \times K_{cap}$ Para o setor de saneamento	Quando não houver medição de vazão
Consumo V_{cons}	$(Q_{capT} - Q_{lançT}) \times PUB_{cons} \times (Q_{cap}/Q_{capT})$ $Q_{cap} \times K_{consumo} \times PUB_{cons}$ Irrigação	$(Q_{capT} - Q_{lançT}) \times PPU_{cons} \times (Q_{cap}/Q_{capT})$ Consumo de água por dominialidade $Q_{cap} \times PPU_{cons} \times K_{consumo}$ Irrigação $Q_{arcia} \times U \times PPU_{cons}$ Mineração	$(Q_{cap} - Q_{lanç}) \times PPU_{cons} \times K_{cons}$	$(Q_{capT} - Q_{lançT}) \times PPU_{cons} \times (Q_{cap}/Q_{capT})$ $Q_{cap} \times K_{consumo} \times PPU_{cons}$ Irrigação
Lançamento de DBO V_{DBO}	$C_{DBO} \times Q_{lanç\ Fed} \times PUB_{DBO} \times K_{lanç\ classe} \times K_{PR}$	$C_{DBO} \times Q_{lanç\ Fed} \times PPU_{DBO}$	$\sum \{ [CA_{subs(i)} \times Q_{lanç(i)}] \times PPU_{lanç(i)} \times K_{lanç(i)} \}$	$C_{DBO} \times Q_{lanç} \times PPU_{DBO} \times K_{lanç\ classe} \times K_{PR}$
Geração de energia elétrica	Calculado de acordo com o que dispuser a	$GH \times TAR \times P$	Não estabelece	Calculado de acordo com a vazão

(conclusão)

CBH	Piracicaba, Capivari e Jundiá	Paraíba do Sul	Rio das Velhas	Rio Araguari
V_{PCH}	legislação federal e atos normativos das autoridades competentes			outorgada para a geração por atos normativos do CBH Araguari, IGAM e CERH – MG.
Agropecuário/Rural $V_{Agropec} / V_{Rural}$	$(Valor_{cap} + Valor_{cons}) \times K_t$	$(Valor_{cap} + Valor_{cons}) \times K_{Agropec}$	Não estabelece	$(Valor_{cap} + Valor_{cons}) \times K_t$
Transposição V_{transp}	$(K_{out} \times Q_{transp\ out} + K_{med} \times Q_{transp\ med}) \times PUB_{transp} \times K_{cap\ classe}$	$V_{total} \times 1,15$ Rio Guandu	Não estabelece	Não estabelece

Fonte: A autora (2020), com base em Finkler et. al (2015).

*Valor definido transitoriamente pelo uso das águas captadas e transpostas da bacia do Rio Paraíba do Sul para a bacia do Rio Guandu, estabelecido na Deliberação CEIVAP nº 52, de 16 de setembro de 2005.

A partir da análise das tabelas 17 e 18 é possível perceber que existe um padrão para a cobrança em todas as bacias citadas: volume utilizado, coeficientes multiplicadores e os preços unitários para cada tipo de uso. Há algumas variações de nomenclatura das variáveis utilizadas, qual volume é utilizado (outorgado ou medido), quais coeficientes são considerados nas equações (de acordo com o tipo de uso, quantidade utilizada, boas práticas de conservação do recurso), mas no geral as estruturas são bastante similares.

Quando se trata de cobrança pela captação de água superficial ou subterrânea a escolha da equação para o cálculo da cobrança depende se há ou não medição do volume captado. Somente a Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas possui uma equação específica para o setor de saneamento que considera em sua fórmula um coeficiente extra que incorpora no cálculo um peso ao volume de água outorgado e não utilizado, visto que o setor de saneamento é, no geral, um dos maiores usuários de água das bacias.

A cobrança pelo consumo da água na Bacia do Rio Paraíba do Sul é subdividida em três categorias: cobrança pelo consumo de água por dominialidade, cobrança pelo consumo da água para irrigação e cobrança pelo consumo da água para mineração, cada uma delas possuindo coeficientes específicos para cada tipo de uso. As Bacias dos Rios PCJ e do Rio Araguari também possuem equações específicas para o consumo de água na irrigação, que levam em conta as boas práticas de uso e conservação do recurso hídrico.

Em relação à cobrança pelo lançamento de DBO a Bacia do Rio Paraíba do Sul é a que possui o cálculo mais simplificado. As Bacias dos Rios PCJ e do Rio Araguari incluem nos seus cálculos um coeficiente que considera a porcentagem de remoção de carga orgânica do efluente lançado no corpo hídrico, incentivando o usuário a realizar o tratamento do seu efluente antes de lançá-lo novamente ao rio. Já a equação utilizada na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas pode ser considerada a mais completa, pois seu cálculo não se baseia somente na carga orgânica, mas sim numa gama maior de poluentes de acordo com os parâmetros de qualidade do corpo d'água receptor.

Comparando com as outras bacias, os dois usos que a Resolução CBH-Araguari nº 12, de 25 de junho de 2009 não estabelece equações de cobrança são para a geração de energia elétrica por meio de PCHs e o uso de transposição de águas da bacia. Para a cobrança pela geração de

energia elétrica o Artigo 7º da resolução define que o valor será calculado de acordo com a vazão outorgada para geração por atos normativos do CBH Araguari, IGAM e CERH-MG. Em seu parágrafo único, a resolução estabelece um prazo de até três anos a partir da sua data de publicação para que o CBH - Araguari delibere sobre o valor a ser cobrado. Porém, até o momento da conclusão deste trabalho não foi identificada, entre as deliberações, nenhuma metodologia de cálculo para cobrança pelo uso da água para geração de energia elétrica.

5.3 Identificação de falhas e pontos passíveis de melhoria no sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari

A metodologia utilizada para o cálculo da cobrança pelo uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari é a mesma desde a sua criação, em junho de 2009. No geral, a cobrança pelo uso da água é um instrumento de difícil aceitação, por ser um instrumento que envolva pagamento da parte dos usuários. Para isso, a solução aplicada nas bacias que possuem esse instrumento foi um valor baixo cobrado inicialmente para melhorar a aceitação do público e só depois de alguns anos os valores seriam revisados (GAMA, 2009). Na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari ocorreu a mesma situação, os valores praticados inicialmente eram baixos, porém baixa arrecadação acarreta em baixa possibilidade de avanços tecnológicos na bacia (GAMA, 2009).

Durante a implantação do instrumento na bacia, foi previsto que a agência de bacia ou outra entidade equiparada teria um prazo de três anos após a aprovação da metodologia inicial, para propor aperfeiçoamentos no mecanismo da cobrança. A escolha do CBH Araguari foi implementar a cobrança em caráter didático (metodologia inicial) para depois aperfeiçoar o mecanismo gradualmente (GAMA, 2009). Porém, em uma busca detalhada pelo site do CBH Araguari, ainda não foram encontradas novas propostas de aperfeiçoamento do mecanismo.

Utilizando-se das informações apresentadas até o momento, pode-se chegar a algumas sugestões quanto ao aperfeiçoamento da metodologia de cobrança utilizada na bacia atualmente:

- Criação de uma equação para cobrança pelo uso da água para geração de energia elétrica e para a transposição de águas da bacia seriam alguns pontos imediatos para melhoramento da metodologia atual;

- Na equação de cobrança pelo uso da água para lançamento de carga orgânica, poderiam ser considerados outros poluentes para o cálculo do valor a ser cobrado e não somente a DBO;
- Inserção de bandeiras no custo da água de modo que o cálculo leve em consideração a escassez hídrica na bacia em determinadas épocas do ano;
- Inserção do $K_{gestão}$ na equação do cálculo do valor final levando em consideração as boas práticas de uso e conservação da água pelo usuário do recurso hídrico para o abatimento de valores aos usuários que promoverem a melhoria na qualidade e na quantidade da água no meio;
- Criação de uma equação específica para o setor de saneamento que leve em conta as perdas de água na distribuição, visando diminuir o desperdício de água nesse setor;
- Criação de uma equação específica para o setor de mineração;
- Atualização monetária anual dos valores de PPU cobrados na bacia, visto que os valores de PPU cobrados são os mesmos desde a implantação da cobrança na bacia em 2010, não passando por nenhum ajuste, nem mesmo em relação à inflação.

5.4 Simulação para a Bacia Hidrográfica do Rio Araguari

A partir dos resultados da comparação das metodologias das bacias, foi escolhida uma possível alteração para a metodologia da Bacia do Rio Araguari para ser simulada. A escolha foi pela alteração do valor do PPU a partir da atualização monetária dos valores dos PPUs de acordo com o IPCA, utilizando-se para isso a metodologia de Assis (2016).

O IPCA é o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo, que é um índice usado pelo Banco Central do Brasil para medir a inflação sobre produtos e serviços e acompanhar os índices estabelecidos no sistema de metas de inflação (ASSIS, 2016). A simulação deste trabalho consistirá em calcular a inflação acumulada do período de 2010 a 2019 e aplicar nos PPUs praticados na bacia. A tabela 19 mostra o valor mensal do IPCA de cada ano do período supracitado. O montante total acumulado é de 56,9%, com acumulações anuais que variam desde 2,91 até 10,19% (IBGE, 2020).

Tabela 19: Valores mensais IPCA 2010 a 2019

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Acumulado Anual
2010	0,75	0,78	0,52	0,57	0,43	0,00	0,01	0,04	0,45	0,75	0,83	0,63	5,76
2011	0,83	0,8	0,79	0,77	0,47	0,15	0,16	0,37	0,53	0,43	0,52	0,5	6,32
2012	0,56	0,45	0,21	0,64	0,36	0,08	0,43	0,41	0,57	0,59	0,6	0,79	5,69
2013	0,86	0,6	0,47	0,55	0,37	0,26	0,03	0,24	0,35	0,57	0,54	0,92	5,76
2014	0,55	0,69	0,92	0,67	0,46	0,4	0,01	0,25	0,57	0,42	0,51	0,78	6,23
2015	1,24	1,22	1,32	0,71	0,74	0,79	0,62	0,22	0,54	0,82	1,01	0,96	10,19
2016	1,27	0,9	0,43	0,61	0,78	0,35	0,52	0,44	0,08	0,26	0,18	0,3	6,12
2017	0,38	0,33	0,25	0,14	0,31	-0,23	0,24	0,19	0,16	0,42	0,28	0,44	2,91
2018	0,29	0,32	0,09	0,22	0,4	1,26	0,33	-0,09	0,48	0,45	-0,21	0,15	3,69
2019	0,32	0,43	0,75	0,57	0,13	0,01	0,19	0,11	-0,04	0,1	0,51	1,15	4,23
	Total Acumulado												56,9

Fonte: IBGE (2020).

A tabela 20 apresenta os valores dos PPU's após a atualização monetária proposta.

Tabela 20: Atualização monetária dos valores dos PPU's

Tipo de uso	PPU atual	Novo PPU
Captação de água subterrânea	R\$0,0115	R\$0,0180
Captação de água superficial	R\$0,0100	R\$0,0157
Consumo de água bruta	R\$0,0200	R\$0,0314
Lançamento de DBO	R\$0,1000	R\$0,1569
Transposição de bacia	R\$0,0150	R\$0,0235

Fonte: A autora (2020).

A seguir são apresentadas as simulações para os seguintes setores usuários: saneamento, agricultura irrigada, pecuária, indústria e mineração.

5.4.1 Saneamento

Nos estudos feitos pela consultoria contratada pelo CBH Araguari para elaborar a metodologia de cobrança da bacia são descritos em detalhes os processos realizados para a coleta dos dados dos usuários da bacia para o cálculo do impacto da cobrança sobre o custo total do serviço. Para avaliar o impacto da cobrança sobre cada um dos usuários desse setor, foram escolhidas as companhias prestadoras de serviço das maiores cidades da bacia. As empresas escolhidas foram: COPASA de Araxá, DMAE de Uberlândia e SAAE de Araguari. A escolha destas empresas foi feita em reunião no ano de 2009 com todos os participantes do processo (integrantes do comitê, usuários de água da bacia, analistas e técnicos da empresa GAMA) de elaboração da metodologia a ser utilizada na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (GAMA, 2009).

Em 2009, após a escolha dos usuários para este setor, alguns analistas e técnicos contratados por GAMA foram até as empresas escolhidas para realizar a coleta das informações necessárias para que a simulação fosse feita. A tabela 21, lista em resumo os indicadores utilizados para a simulação de cobrança na modalidade de saneamento.

Tabela 21: Síntese de indicadores para simulação da cobrança no setor de saneamento

(continua)

Tipo de Atividade	Saneamento		
	Usuário	COPASA	DMAE - Uberlândia Araguari - SAAE
População atendida – ESGOTO	88.761	574.003	95.000
Captação (m ³ /ano)	10.849.000	63.157.000	14.500.000
Esgoto coletado (m ³ /ano)	2.774.000	31.252.000	13.000.000
Consumo (m ³ /ano)	8.075.000	31.895.000	1.500.000
Esgoto tratado (m ³ /ano)	896.000	31.252.000	500.000
Esgoto não tratado (m ³ /ano)	1.878.000	-	12.500.000
DBO (kg/ano) Carga tratada	707.460	4.575.036	757.188

Tipo de Atividade	Saneamento		
Carga não tratada	1.725.516	11.158.620	1.846.800 (conclusão)
Carga total	2.432.976	15.733.656	2.603.988
Despesas totais com o serviço/m ³ faturado R\$	1,00	0,46	0,57

Fonte: GAMA (2009).

A tabela 22 contém dados relativos à arrecadação total com os serviços prestados pelas concessionárias escolhidas, a tarifa média cobrada pelas empresas e o total das despesas com os serviços prestados. Esses dados foram obtidos pela consultoria GAMA, responsável pela elaboração da metodologia de cobrança utilizada atualmente na Bacia do Rio Araguari e disponibilizados nos relatórios parciais e no relatório final do estudo elaborado por eles. Esses dados foram coletados em 2006 e para melhor aproximação com o objetivo deste trabalho, a tabela 23 apresenta esses valores com a mesma correção monetária aplicada aos valores de PPU.

Tabela 22: Balanço de arrecadação dos municípios da bacia – valores com base na inflação de 2009

Município	Prestador	Tarifa média (R\$/m³)	Arrecadação total (R\$/ano)	Total de despesas com serviços (R\$/ano)
Araguari	SAAE	0,80	8.483.912,49	6.692.618,84
Araxá	COPASA	1,56	14.974.444,90	14.747.438,22
Uberlândia	DMAE	0,57	51.860.134,13	34.703.174,78

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Tabela 23: Balanço de arrecadação dos municípios da bacia – valores com base na inflação de 2019

Município	Prestador	Tarifa média (R\$/m³)	Arrecadação total (R\$/m³)	Total de despesas com serviços (R\$/m³)
Araguari	SAAE	1,26	13.311.258,70	10.500.718,96
Araxá	COPASA	2,45	23.494.904,05	23.138.730,57
Uberlândia	DMAE	0,89	81.368.550,45	54.449.281,23

Fonte: A autora, com base em GAMA (2009) e IBGE (2020).

A tabela 24 indica os valores da cobrança por tipo de uso para cada empreendimento e os índices de impacto da cobrança de cada empreendimento. Juntamente com os indicadores apontados pelo simulador, foram calculadas as razões “Custo/tarifa média”, “Custo/Arrecadação total” e “Custo/Despesas totais”. Os valores de PPU's utilizados na tabela a seguir são os utilizados atualmente na bacia.

Tabela 24: Estimativa de cobrança pelo uso da água aplicável às concessionárias de saneamento, baseado na inflação do ano de 2009

Cobrança (R\$/ano)	Empresas de Saneamento		
	COPASA	DMAE	SAAE
Captação	R\$97.641,00	R\$568.323,00	R\$130.500,00
Consumo	R\$161.500,00	R\$637.900,00	R\$30.000,00
Lançamento de DBO	R\$243.297,60	R\$1.573.365,60	R\$260.398,80
Total	R\$502.438,60	R\$2.779.588,60	R\$420.898,80
Índices de impacto da cobrança			
Valor unitário de água captada (R\$/m³)	R\$0,046	R\$0,044	R\$0,029
Valor unitário de água consumida (R\$/m³)	R\$0,062	R\$0,087	R\$0,281
Custo/tarifa média	2,9%	7,7%	3,6%
Custo/Arrecadação total	3,4%	5,4%	5,0%
Custo/Despesas totais	3,4%	8,0%	6,3%

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Para a aplicação da teoria proposta neste trabalho, dois cenários serão apresentados. O primeiro cenário em que os valores base para análise do impacto como: tarifa média, arrecadação total e despesas totais sofrerão alteração monetária de acordo com a inflação acumulada dos anos de 2010 a 2019 e os valores de PPU permanecerão os mesmos, ou seja, cenário atual da bacia, em que não houve alteração nos valores do PPU desde 2010. O segundo cenário apresentará os valores base para análise também atualizados com a inflação acumulada e os valores de PPU utilizados nos cálculos também sofrerão atualização monetária de acordo com a inflação acumulada. Foi possível, assim, comparar como a cobrança está impactando atualmente os usuários de água da bacia e como ela impactaria os usuários caso sofresse atualização monetária.

Tabela 25: Cenário 1

Cobrança (R\$/ano)	Empresas de Saneamento		
	COPASA	DMAE	SAAE
Captação	R\$97.641,00	R\$568.323,00	R\$130.500,00
Consumo	R\$161.500,00	R\$637.900,00	R\$30.000,00
Lançamento de DBO	R\$243.297,60	R\$1.573.365,60	R\$260.398,80
Total	R\$502.438,60	R\$2.779.588,60	R\$420.898,80
Índices de impacto da cobrança			
Valor unitário de água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,046	R\$ 0,044	R\$ 0,029
Valor unitário de água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,062	R\$ 0,087	R\$ 0,281
Custo/tarifa média	1,9%	4,9%	2,3%
Custo/Arrecadação total	2,1%	3,4%	3,2%
Custo/Despesas totais	2,2%	5,1%	4,0%

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Tabela 26: Cenário 2

Cobrança (R\$/ano)	Empresas de Saneamento		
	COPASA	DMAE	SAAE
Captação	R\$153.296,37	R\$892.267,11	R\$204.885,00
Consumo	R\$253.555,00	R\$1.001.503,00	R\$47.100,00
Lançamento de DBO	R\$381.733,93	R\$2.468.610,63	R\$408.565,72
Total	R\$788.585,30	R\$4.362.380,74	R\$660.550,72
Índices de impacto da cobrança			
Valor unitário de água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,073	R\$ 0,069	R\$ 0,046
Valor unitário de água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,098	R\$ 0,137	R\$ 0,440
Custo/tarifa média	3,0%	7,7%	3,7%
Custo/Arrecadação total	3,4%	5,4%	5,0%
Custo/Despesas totais	3,4%	8,0%	6,3%

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Se considerarmos significativos os índices de impacto “custo/tarifa média”, “custo/arrecadação total” e “custo/despesas totais” os valores acima de 5%, no cenário 1, que é o cenário atual, apenas o DMAE se aproxima dos valores considerados significativos. Isso se deve ao fato das baixas tarifas e das baixas despesas com o serviço que o DMAE pratica. Já no cenário 2, percebemos mais uma vez que os valores são significativos para o DMAE e apresentam alguma significância no SAAE. Para ambos os cenários os valores obtidos da COPASA, que pratica tarifas mais altas e tem arrecadação e despesas mais altas também, quase não apresentam significância. O nível de 5% considerado na significância dos valores simulados tanto no uso do saneamento quanto nos outros usos a serem apresentados à frente, foi definido a partir da leitura de outros trabalhos cujos objetivos foram similares ao deste.

Vale lembrar que o instrumento da cobrança é um instrumento que visa o uso racional do recurso hídrico e uma vez que valores tão baixos são praticados na bacia a ponto de quase não impactarem o usuário, tornam esse instrumento obsoleto. Nota-se a necessidade não somente da atualização monetária dos valores de PPU praticados na bacia, mas a atualização do PPU como um todo, de modo que o impacto seja significativo para os usuários e que o instrumento cumpra

de fato seu objetivo.

5.4.2 Irrigação

Para a irrigação, foram consideradas algumas culturas produzidas na região, como café, alho nobre, batata inglesa, cebola híbrida e trigo. Como os usuários da bacia são organizados em cooperativas, a avaliação dos custos da produção de cada cultura independe da escala, podendo ser aplicada para todos os produtores (GAMA, 2009). Em 2009, a equipe técnica de GAMA em reunião com as Câmaras Técnicas do CBH Araguari, definiu as características área plantada, valor da produção e o impacto dessa produção no contexto nacional para a escolha das culturas.

As informações necessárias foram obtidas em visita técnica e fornecidas pelo IBGE. A tabela 27, apresenta os indicadores que serão utilizados para o cálculo do valor da cobrança.

Tabela 27: Síntese de indicadores para simulação da cobrança pelo uso da água na irrigação (continua)

Grupo usuário	Irrigação				
	Café	Alho nobre	Batata Inglesa	Cebola Híbrid	Trigo (conclusão)
Tipo de Cultura					
Produtividade (kg/ha)	1.500	14.000	37.500	60.000	5.400
Área colhida na bacia (ha)	103.020	1.277	16.157	1.176	6.596
Custo de Produção (R\$/ha/ano) – 2010	6.732,00	32.367,00	16.630,00	21.617,00	2.726,00
Custo de Produção (R\$/ha/ano) – 2020	10.563,00	50.784,00	26.092,00	33.917,00	4.277,00
	Gotejamento	6.268			
	Pivô com LEPA	6.881			
Captação (m ³ /ha/ano)	Pivô convencional	10.015		6.000	

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

A tabela 28 apresenta os valores de captação, consumo e o valor total da cobrança, sendo esses valores considerados por ha. São apresentados, também, o valor unitário de água captada, o

valor unitário da água consumida e o índice que avalia o impacto dessa cobrança sobre os custos de produção de cada cultura. Todos os valores são calculados por ha produzido. Para o café, foram simulados os três tipos de irrigação apresentados.

Tabela 28: Estimativa de cobrança pelo uso da água aplicável à irrigação de café utilizando diferentes técnicas, baseado na inflação de 2009

Café	Gotejamento	Pivô com LEPA	Pivô convencional
\$cap/ano	R\$ 2,82	R\$ 9,29	R\$ 13,52
\$cons/ano	R\$ 5,96	R\$ 17,55	R\$ 25,54
\$total/ano	R\$ 8,78	R\$ 26,84	R\$ 39,06
Custo/custo de produção	0,13%	0,40%	0,58%
Custo unitário água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,0014	R\$ 0,0039	R\$ 0,0039
Custo unitário da água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,0015	R\$ 0,0046	R\$ 0,0046

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Tabela 29: Estimativa de cobrança pelo uso da água aplicável na irrigação de alho nobre, batata inglesa, cebola híbrida e trigo, baseado na inflação de 2009

Culturas	Alho Nobre	Batata Inglesa	Cebola Híbrida	Trigo
\$cap/ano	R\$ 8,10	R\$ 8,10	R\$ 8,10	R\$ 8,10
\$cons/ano	R\$ 15,30	R\$ 15,30	R\$ 15,30	R\$ 15,30
\$total/ano	R\$ 23,40	R\$ 23,40	R\$ 23,40	R\$ 23,40
Custo/custo de produção	0,07%	0,14%	0,11%	0,86%
Custo unitário água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,0039	R\$ 0,0039	R\$ 0,0039	R\$ 0,0039
Custo unitário da água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,0046	R\$ 0,0046	R\$ 0,0046	R\$ 0,0046

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Para a simulação, serão apresentados dois cenários conforme descritos no tópico anterior. O primeiro cenário apresentará a correção monetária nos valores base para cálculo do impacto,

neste caso o custo de produção e o valor do PPU permanecerão os mesmos, com base na inflação de 2009. Esse é o cenário atual da bacia, considerando que os custos de produção e a arrecadação aumentaram somente com a inflação e o PPU que é o mesmo desde 2010, uma vez que ainda não sofreu nenhuma alteração. O segundo cenário considera que os valores base, nesse caso somente o custo de produção, sofreram atualização monetária de acordo com a inflação acumulada e o PPU também sofreu a atualização monetária, que é o cenário que queremos chegar após as simulações do trabalho.

Tabela 30: Cenário 1 para o café

(continua)

Café	Gotejamento	Pivô com LEPA	Pivô convencional
\$cap/ano	R\$ 2,82	R\$ 9,29	R\$ 13,52
\$cons/ano	R\$ 5,96	R\$ 17,55	R\$ 25,54
\$total/ano	R\$ 8,78	R\$ 26,84	R\$ 39,06
Custo/custo de produção	0,08%	0,25%	(conclusão)
Custo unitário água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,0014	R\$ 0,0039	R\$ 0,0039
Custo unitário da água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,0015	R\$ 0,0046	R\$ 0,0046

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Tabela 31: Cenário 2 para o café

Café	Gotejamento	Pivô com LEPA	Pivô convencional
\$cap/ano	R\$ 4,43	R\$ 14,58	R\$ 21,23
\$cons/ano	R\$ 9,35	R\$ 27,55	R\$ 40,10
\$total/ano	R\$ 13,77	R\$ 42,13	R\$ 61,32
Custo/custo de produção	0,13%	0,40%	0,58%
Custo unitário água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,0022	R\$ 0,0061	R\$ 0,0061
Custo unitário da água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,0023	R\$ 0,0072	R\$ 0,0072

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Se consideramos novamente o valor de 5% como um valor significativo ao calcularmos o impacto que a cobrança tem sobre o custo de produção desse usuário, chega-se à conclusão de

que os valores cobrados na irrigação são tão baixos, que não apresentam relevância nem quando atualizamos os valores de PPU. Os valores são tão baixos, que não atingem nem 1% do custo de produção. Valores baixos assim fazem com que o instrumento seja desvalorizado e não cumpra sua função.

Tabela 32: Cenário 1 para outras culturas como alho nobre, batata inglesa, cebola híbrida e trigo (continua)

Culturas	Alho Nobre	Batata Inglesa	Cebola Híbrida	Trigo
\$cap/ano	R\$ 8,10	R\$ 8,10	R\$ 8,10	R\$ 8,10
\$cons/ano	R\$ 15,30	R\$ 15,30	R\$ 15,30	R\$ 15,30
\$total/ano	R\$ 23,40	R\$ 23,40	R\$ 23,40	R\$ 23,40
Custo/custo de produção	0,05%	0,09%	0,07%	0,55% (conclusão)
Custo unitário água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,0039	R\$ 0,0039	R\$ 0,0039	R\$ 0,0039
Custo unitário da água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,0046	R\$ 0,0046	R\$ 0,0046	R\$ 0,0046

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Tabela 33: Cenário 2 para outras culturas como alho nobre, batata inglesa, cebola híbrida e trigo

Culturas	Alho Nobre	Batata Inglesa	Cebola Híbrida	Trigo
\$cap/ano	R\$ 12,72	R\$ 12,72	R\$ 12,72	R\$ 12,72
\$cons/ano	R\$ 24,02	R\$ 24,02	R\$ 24,02	R\$ 24,02
\$total/ano	R\$ 36,74	R\$ 36,74	R\$ 36,74	R\$ 36,74
Custo/custo de produção	0,07%	0,14%	0,11%	0,86%
Custo unitário água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,0061	R\$ 0,0061	R\$ 0,0061	R\$ 0,0061
Custo unitário da água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,0072	R\$ 0,0072	R\$ 0,0072	R\$ 0,0072

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Analisando as tabelas 32 e 33 acima, chega-se às mesmas conclusões do café. Os valores cobrados pelo uso da água atualmente são tão irrisórios que mesmo com a correção monetária o impacto da cobrança sobre o custo de produção destas culturas não atinge nem 1%.

O setor de irrigação é o maior usuário de águas da bacia (GAMA, 2009) e mesmo assim os valores cobrados pelo uso da água desse setor não possuem impacto sobre o custo de produção. Recomenda-se um estudo mais aprofundado da equação específica para irrigação para que a mesma seja efetiva: cobrando altos valores de usuários que utilizam grandes quantidades de água e descontando valores daqueles usuários que possuem boas práticas de uso e conservação da água no meio rural. Desta maneira, atinge-se o principal objetivo da cobrança, que é o de incentivar o uso racional da água. A maneira de cobrança atual possui valores insignificantes que não incentivam esse uso racional.

5.4.3 Pecuária

De acordo com o relatório da empresa Gama (GAMA, 2009), os municípios que compõem a Bacia do Rio Araguari possuem destaque na criação de suínos e aves em relação ao total do estado. As Câmaras Técnicas do CBH Araguari apontaram a criação de bovinos confinados, suínos e aves como usuários representativos da bacia, por isso optou-se pela escolha destes. Para a coleta dos dados indicadores, foram utilizadas informações passadas pelos usuários desse setor e informações da literatura utilizada pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola. Como as especificidades para cada tipo de rebanho e cada fase em que esse rebanho se encontra são muito distintas entre si, uma metodologia utilizada pela ANA foi usada para aproximação dos dados. A tabela 34 a seguir apresenta a síntese dos indicadores utilizados para o cálculo da cobrança pelo uso da água deste setor.

Tabela 34: Síntese de indicadores para simulação de cobrança na pecuária

Tipo de rebanho	Aves	Suínos	Bovinos
Dias até o abate	40	140	960
Captação estimada de água (l/cabeça/dia)	0,4	12,5	50
Captação total estimada até abate (m ³ /cabeça)	0,016	1,75	48
Consumo estimado de água (l/cabeça/dia)	0,39	8,97	48,8
Consumo estimado total de água até o abate (m ³ /cabeça)	0,016	1,26	46,8
Custo total (R\$/cabeça) – 2009	R\$ 4,53	R\$ 270	*
Custo total (R\$/cabeça) – 2020	R\$7,11	R\$423,63	*

Tipo de rebanho	Aves	Suínos	Bovinos
Receita (R\$/cabeça) – 2009	R\$ 4,40	R\$ 370	R\$ 1.280
Receita (R\$/cabeça) – 2020	R\$6,90	R\$580,53	R\$2.008,32

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

*custo operacional de bovinos é variável com a técnica pecuária utilizada, não foi utilizado.

A tabela 35 apresenta a estimativa da cobrança utilizando o valor praticado na bacia atualmente. Os valores apresentados são o valor total da captação e do consumo, o valor unitário de água captada, o valor unitário de água consumida e os índices que avaliam o impacto da cobrança nesse setor, que são o custo sobre custo total e o custo sobre receita total. O custo considerado nessa simulação é valor total da cobrança (captação + consumo). Por ser um valor muito baixo, para a criação de aves foi preciso estimar o valor para a criação de 1.000 cabeças. Para o restante, suínos e bovinos, o valor estimado é por cabeça.

Tabela 35: Estimativa de cobrança pelo uso da água aplicável à pecuária

Cobrança (R\$/animal/ano)	Animais		
	Aves	Suínos	Bovinos
Captação	R\$ 0,014	R\$ 0,002	R\$ 0,043
Consumo	R\$ 0,032	R\$ 0,003	R\$ 0,094
Total	R\$ 0,046	R\$ 0,004	R\$ 0,137
Índice de impacto na cobrança			
Valor unitário de água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,0029	R\$ 0,0023	R\$ 0,0029
Valor unitário de água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,0029	R\$ 0,0033	R\$ 0,0029
Custo/custo total	0,0010%	0,0015%	
Custo/receita total	0,0010%	0,0011%	0,011%

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Para a análise do impacto da cobrança no setor de pecuária, dois cenários também foram considerados nos cálculos. No cenário 1, os valores base utilizados nas análises – que neste caso foram o custo total e a receita total – foram corrigidos monetariamente com o valor da inflação

acumulada dos anos de 2010 a 2019, porém os valores de PPU permaneceram os mesmos de 2009 – situação atual da bacia. Já no cenário 2, tanto os valores base – custo e receita total – foram corrigidos, quanto o PPU foi corrigido – cenário que queremos chegar. A seguir, seguem as tabelas 36 e 37 com os dois cenários descritos acima.

Tabela 36: Cenário 1

(continua)

Cobrança (R\$/animal/ano)	Animais		
	Aves	Suínos	Bovinos
Captação	R\$ 0,014	R\$ 0,002	R\$ 0,043
Consumo	R\$ 0,032	R\$ 0,003	R\$ 0,094
Total	R\$ 0,046	R\$ 0,004	(conclusão)
Índice de impacto da cobrança			
Custo/volume de água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,0029	R\$ 0,0023	R\$ 0,0029
Custo/volume de água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,0029	R\$ 0,003	R\$ 0,0029
Custo/custo total	0,0006%	0,0010%	
Custo/receita total	0,0007%	0,0007%	0,007%

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Tabela 37: Cenário 2

Cobrança (R\$/animal/ano)	Animais		
	Aves	Suínos	Bovinos
Captação	R\$ 0,023	R\$ 0,0020	R\$ 0,068
Consumo	R\$ 0,050	R\$ 0,0040	R\$ 0,147
Total	R\$ 0,073	R\$ 0,0060	R\$ 0,215
Índice de impacto da cobrança			
Custo/volume de água captada (R\$/m ³)	R\$ 0,0046	R\$ 0,0037	R\$ 0,0045
Custo/volume de água consumida (R\$/m ³)	R\$ 0,0046	R\$ 0,0051	R\$ 0,0046

Cobrança (R\$/animal/ano)	Animais		
	Aves	Suínos	Bovinos
Custo/custo total	0,0010%	0,0014%	
Custo/receita total	0,0011%	0,0010%	0,011%

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Para o setor de pecuária, considerando os valores significantes os índices de impacto na casa de 1%, pode-se perceber que nem o cenário 1 – cenário atual –, nem o cenário 2 os valores encontrados são significantes e de fato representam um impacto no custo total ou na receita total desses usuários. Com a atualização dos PPU (cenário 2) os índices de impacto da cobrança cresceram em média 35% e mesmo assim não alcançando nem 1%. Para o setor de pecuária há outros fatores envolvidos, dessa maneira o nível de significância aqui foi considerado de 1% e não os 5% citados anteriormente, baseados em literaturas similares a este trabalho.

Nota-se no geral um impacto insignificante da cobrança sobre os custos e as receitas dos empreendimentos, indicando que a cobrança não está cumprindo com seu objetivo de incentivar o uso racional desse recurso. É de fundamental importância estudos específicos para os usos rurais da água, para que esse valor aumente e de fato tenha um impacto sobre os custos e receitas dos produtores e cumpra com seu objetivo principal, ainda mais considerando que os principais usuários de água da bacia são os usuários do setor rural.

5.4.4 Indústria e mineração

No setor industrial e no setor mineral a análise da demanda hídrica é diferente dos demais setores já apresentados por causa das diferentes tipologias industriais e dos diferentes padrões de consumo em cada indústria (GAMA, 2009). O Comitê de Bacia Hidrográfica solicitou que alguns tipos de indústria fossem estudados, são eles: frigorífico, indústria de refrigerante, metalurgia de nióbio e mineração de fosfato. Esses segmentos foram escolhidos por sua representatividade na bacia em relação ao estado e ao país.

Para a coleta de dados indicadores para a simulação dos valores da cobrança foram feitas, pela equipe técnica de GAMA em 2009, visitas técnicas nas empresas selecionadas, porém

devido ao desconhecimento de algumas informações e devido ao sigilo empresarial foi preciso usar aproximações e estimativas econômicas baseadas em dados estaduais ou dados utilizados em outras bacias. A tabela 38 apresenta os indicadores utilizados para a simulação da cobrança.

Tabela 38: Síntese de indicadores para simulação da cobrança pelo uso da água na Indústria e Mineração (continua)

Grupo usuário	Indústria		Mineração	
	Frigorífico	Refrigerantes	Metalurgia de Nióbio	Fosfato
Tipo de atividade				
Captação (m ³ /ano)	1.079.520	121.934	4.104.216	16.617.308
Consumo (m ³ /ano)	1.023.828	22.170	1.166.616	*
Efluente tratado (m ³ /ano)	55.692	99.764	2.937.600	126.472.320
Eficiência do tratamento	0,95	N/ informado	95,62%	92,90%
DBO efluente tratado (mg/l)	25	21	2,80	2
Carga de DBO (kg/ano)	1.392	8.225	2.097	(conclusão)
Custo médio (R\$) – 2010	R\$0,42 a R\$0,65	R\$0,57	R\$1,32	R\$0,32
Custo médio (R\$) – 2020	R\$0,66 a R\$1	R\$0,89	R\$2,07	R\$0,50

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

*O consumo de água para mineração de fosfato é nulo, pois a vazão de lançamento informada é superior à vazão captada provavelmente por causa da agregação das águas retiradas para rebaixamento de lençol freático (GAMA, 2009).

A tabela 39 apresenta os valores da cobrança simulados inicialmente, em que os valores ainda não sofreram atualização monetária. Para o trabalho serão apresentados os valores totais de captação, consumo e lançamento de DBO e ao final a soma desses três valores; e os índices de impacto da cobrança sobre os usuários do setor que são os valores unitários de água captada e consumida e o custo/custo total. O custo nesse caso é o valor total da cobrança (captação + consumo + lançamento) e o custo total é o custo médio de produção dos produtos finais de cada indústria.

Tabela 39: Estimativa da cobrança pelo uso da água na indústria e mineração

Cobrança (R\$/t/ano)	Mecanismo de cobrança			
	Frigorífico	Refrigerantes	Met. Nióbio	Mina Fosfato
Captação	R\$ 9.716	R\$ 1.097	R\$ 41.042	R\$ 149.556
Consumo	R\$ 20.477	R\$ 443	R\$ 23.332	
Lançamento de DBO	R\$ 111	R\$ 658	R\$ 147	R\$ 20.944
Total	R\$ 30.304	R\$ 2.199	R\$ 64.521	R\$ 170.500
Índices de impacto da cobrança				
Valor unitário de água captada	R\$ 0,028	R\$ 0,018	R\$ 0,016	R\$ 0,010
Valor unitário de água consumida	R\$ 0,030	R\$ 0,099	R\$ 0,055	-
Custo/Custo médio	5,3%	3,2%	1,2%	3,2%

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Para as análises dos índices de impacto da cobrança sobre os usuários dos setores de indústria e mineração, considera-se também os dois cenários descritos nas outras simulações. Cenário 1, quando há atualização monetária dos valores base – nesse caso o custo médio – e não há atualização do PPU. E no cenário 2 em que tanto os valores base quanto o PPU são atualizados de acordo com a inflação acumulada dos anos de 2010 a 2019.

Tabela 40: Cenário 1

Cobrança (R\$/t/ano)	Mecanismo de cobrança			
	Frigorífico	Refrigerantes	Met. Nióbio	Mina Fosfato
Captação	R\$9.716	R\$1.097	R\$41.402	R\$149.556
Consumo	R\$20.477	R\$443	R\$23.332	
Lançamento de DBO	R\$111	R\$658	R\$147	R\$20.944
Total	R\$30.304	R\$2.199	R\$64.521	R\$170.500
Índices de impacto da cobrança				
Valor unitário de água captada	R\$0,028	R\$0,018	R\$0,016	R\$0,010
Valor unitário de água consumida	R\$0,030	R\$0,099	R\$0,055	-

Cobrança (R\$/t/ano)	Mecanismo de cobrança			
	Frigorífico	Refrigerantes	Met. Nióbio	Mina Fosfato
Custo/Custo médio	3,4%	2,0%	0,8%	2,0%

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Tabela 41: Cenário 2

Cobrança (R\$/t/ano)	Mecanismo de cobrança			
	Frigorífico	Refrigerantes	Met. Nióbio	Mina Fosfato
Captação	R\$15.254	R\$1.723	R\$64.436	R\$234.803
Consumo	R\$32.148	R\$696	R\$36.632	
Lançamento de DBO	R\$175	R\$1.032	R\$231	R\$32.861
Total	R\$47.577	R\$3.451	R\$101.299	R\$267.663
Índices de impacto da cobrança				
Valor unitário de água captada	R\$0,044	R\$0,028	R\$0,025	R\$0,016
Valor unitário de água consumida	R\$0,046	R\$0,156	R\$0,087	-
Custo/Custo médio	5,3%	3,2%	1,2%	3,2%

Fonte: A autora (2020), com base em GAMA (2009).

Novamente se considerarmos o valor de 5% como um valor significativo da cobrança, no cenário 1 – cenário atual da bacia – percebemos que nenhum dos valores cobrados atualmente destes usuários apresentam algum nível de significância. Em especial a metalurgia de nióbio que mesmo sendo o segundo maior usuário do grupo estudado, o índice de impacto da cobrança sobre o preço médio da lavra representa atualmente apenas 0,8%. No cenário 2, ao atualizar os valores de PPU de acordo com a inflação acumulada, percebemos que apenas o setor frigorífico alcança valores acima dos 5% considerados.

Na mina de fosfato a quantidade de água lançada foi superior à quantidade de água captada, isso pode ocorrer caso haja rebaixamento do lençol freático. Dessa maneira, o valor do consumo de água para esse usuário foi nulo, considerando-se apenas o valor de captação da água.

Inicialmente, os valores da cobrança/custo médio teriam um impacto mediano nos

empreendimentos, excetuando-se a metalurgia de nióbio. Porém levando em conta que os índices custo/custo médio foram calculados sobre uma parcela do custo total de produção, os impactos da cobrança sobre os valores são ainda menores.

6. DISCUSSÃO

Comparando a evolução do mecanismo de cobrança utilizado pelo CBH Araguari com os outros CBHs estudados neste trabalho, chega-se à conclusão de que o mecanismo utilizado atualmente na bacia do rio Araguari é de fato a única dentre as estudadas que ainda não sofreu nenhum tipo de alteração, tanto no seu mecanismo quanto nos valores praticados.

O CEIVAP que cuida da bacia do Rio Paraíba do Sul aprovou em 2001 o primeiro mecanismo de cobrança utilizado na bacia, entrando em vigor em 2002. Em 2007 o mecanismo passou pela sua primeira modificação e teve outra em 2014. Em 2018 os valores de PPU's sofreram correção monetária, projetados até 2021.

O CBH Rio das Velhas aprovou o primeiro mecanismo de cobrança em 2009 e descrito no corpo da deliberação que aprovou a metodologia estava especificado a condição de que o mecanismo deveria sofrer aperfeiçoamento em até dois anos. Ainda não foram identificadas mudanças no mecanismo de cobrança utilizado atualmente na bacia. Porém, no ano de 2020, os valores de PPU's praticados na bacia sofreram atualizações monetárias com projeção para os anos de 2021 e 2022.

O CBH PCJ começou antes, em 2005 estabeleceu critérios para a cobrança pelo uso de recursos hídricos e em 2006 aprovou a metodologia da cobrança. Em 2007 a metodologia teve sua primeira modificação. Em 2013 os valores de PUBs praticados na bacia foram ajustados para os anos de 2014 a 2016, e desde então não foram identificadas outras alterações no mecanismo.

Já no CBH Araguari, o mecanismo de cobrança foi aprovado em 2009 e entrou em vigor em 2010. No corpo do texto da deliberação que aprova o atual mecanismo de cobrança da bacia há um parágrafo que estabelece que o mecanismo deve ser aperfeiçoado dentro de 3 anos, mas até o momento não houve nenhuma atualização, nem do mecanismo em si, nem dos valores de PPU's praticados na bacia. Em 2020, foi publicada uma deliberação que cria um grupo de estudos para a revisão da metodologia e dos valores da cobrança praticados atualmente na bacia.

Para a atualização tanto do mecanismo quanto dos valores praticados na bacia, o comitê poderá enfrentar certa resistência por parte dos usuários, como enfrentou da primeira vez em que surgiu a proposta de cobrança. Os valores cobrados atualmente podem parecer insignificantes quando olhados de maneira geral e se olharmos para os grandes produtores por exemplo, uma vez que o setor rural é o uso preponderante da bacia. Porém, se olharmos atentamente para os pequenos produtores pode ser que os valores praticados não sejam insignificantes, por isso uma equação mais complexa e que leve em conta as particularidades de cada setor e que tenha um coeficiente de abatimento para aqueles que possuem boas práticas de manejo do recurso deve ser uma alternativa.

O principal objetivo da cobrança pelo uso de recursos hídricos é promover o uso racional desse recurso e ao recompensar usuários que estão fazendo bom uso desse recurso a cobrança é de fato mais efetiva, mesmo que arrecade menos.

Em uma conversa informal com um antigo membro do comitê de bacias, o mesmo informa que um dos maiores problemas da cobrança atual é que para gastar o dinheiro arrecadado com o instrumento, o estado impõe muitas “travas”, o que dificulta a saída desse dinheiro do caixa e o investimento em projetos. Parte importante da cobrança é investir o dinheiro em projetos que deem retorno para a bacia, para que desse modo os usuários-pagadores sejam incentivados a pagar pelo recurso e que vejam o “fruto” do seu pagamento.

O objetivo deste trabalho foi apresentar pontos em que a cobrança pelo uso do recurso hídrico pudesse ser melhorada e simular um desses pontos. A simulação escolhida foi a atualização monetária do PPU praticado na bacia de acordo com a inflação acumulada desde o ano da sua implantação. Percebe-se que com os valores de PPU praticados atualmente, desde o ano de sua implementação, os índices de impacto da cobrança sobre os usuários são insignificantes. Porém, mesmo após a atualização monetária dos valores, a simulação feita também não apresentou resultados satisfatórios.

Assim, mais do que apenas a atualização monetária dos valores de PPU praticados atualmente, é preciso ajustar de fato os valores para que a cobrança tenha um maior impacto sobre os usuários de água da bacia. A atualização do mecanismo também é de fundamental importância para que a cobrança seja mais justa sobre todos os usuários.

7. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi propor mudanças para aperfeiçoar a metodologia utilizada atualmente na bacia do rio Araguari e simular uma das propostas para avaliar o impacto da mudança dos valores para que se faça cumprir um dos objetivos da cobrança: o de incentivar o uso racional dos recursos hídricos da bacia. A proposta escolhida para a simulação foi a atualização monetária dos valores dos PPU's praticados na bacia a partir do índice IPCA, utilizado pelo Banco Central do Brasil como um medidor de inflação.

Nas simulações feitas, percebe-se os valores cobrados inicialmente quando da implementação da cobrança eram valores de baixo impacto nos usuários para que o instrumento tivesse uma boa aceitação. Era previsto que o atual mecanismo fosse aperfeiçoado em até três anos após a implementação do instrumento, porém não foram encontradas evidências de que isso foi feito.

Atualmente, os valores cobrados são os mesmos de 10 anos atrás. Se no início os impactos já eram baixos para uma melhor aceitação dos usuários, hoje em dia os valores são relativamente ainda mais baixos, apresentando significância quase nula para alguns setores. Mesmo em um cenário em que fosse feita a atualização monetária dos PPU's, os índices de impactos continuariam baixos.

No setor de saneamento, percebem-se os maiores impactos da cobrança sobre as despesas totais dos serviços, principalmente no DMAE e na SAAE - Araguari, sendo 8% e 6,3% respectivamente. Uma das possíveis razões desses índices de impactos mais significativos são os baixos valores de tarifas médias praticadas por essas empresas. Em contrapartida a COPASA que cobra um valor mais alto da sua tarifa, tem um índice baixo de impacto, não ultrapassando os 5% considerados.

Já no setor da agricultura irrigada não foi encontrado, em nenhuma das simulações realizadas, índices de impacto com valores significativos. Os índices de impacto na bacia giraram em torno de 0,07% e 0,86%, um valor irrisório. Por serem os maiores usuários de água da bacia, recomenda-se um estudo específico para a cobrança pelo uso da água por esse setor.

No setor de agropecuária, os valores são ainda menores que os da agricultura irrigada,

variando entre 0,0010% e 0,011%, fazendo com que a cobrança seja irrelevante para esses usuários. É necessário que os valores cobrados para esses usuários e as fórmulas aplicadas para eles sejam revistos com urgência. Pois a produção de ovos e leite pelo estado de Minas Gerais representa uma quantidade significativa quando se trata do cenário nacional, demandando uma grande quantidade de água para os municípios produtores presentes na bacia.

O setor de indústrias e mineração apresenta valores medianos, como os valores cobrados no setor de saneamento. O maior valor de índice de impacto encontrado nas simulações foi de 5,3% na razão custo/custo médio. Considerando que os valores utilizados na simulação foram os custos médios de produção e não o custo total, o valor desse índice na realidade é menor do que o encontrado.

Assim, os resultados encontrados apontam que não basta somente a atualização monetária dos valores dos PPU's para que a cobrança tenha um impacto significativo sobre os usuários. Mesmo com um aumento de 56,90% nos PPU's praticados atualmente, os impactos continuam os mesmos de quando a cobrança foi implementada na bacia.

As mudanças a serem feitas na metodologia atual encontradas a partir do trabalho feito são muitas: implementação da outorga de lançamento de DBO para que se tenham valores reais da DBO lançada pelas empresas, implementação da cobrança pelo uso da água em PCHs, atualização dos valores de PPU's, revisão das equações de cálculos incluindo nelas o K_{esc} indicando que a bacia está passando por escassez hídrica nas épocas de seca, implementação da cobrança pela transposição de vazões, na equação da cobrança pelo lançamento considerarem outros poluentes e não só a DBO, entre outros.

Fica evidente, portanto, que a atualização do mecanismo e valores da cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Araguari é de grande importância e que há diversas possibilidades para seu aprimoramento.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. **Cobrança pelo uso da água**. 2020. Disponível em: <http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/cobranca-pelo-uso-da-agua>. Acesso em: 03 mar. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. 2019: Cobrança pelo uso de recursos hídricos**. Brasília: Ana, 2019.

ASSIS, Wanessa Dunga de. **Proposição de melhorias para o sistema de cobrança da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

ASSUNÇÃO, Washington Luiz; BRITO, Jorge Luís Silva; SOARES, Dayane Zandonadi. **Distribuição Espacial das chuvas na Bacia do Rio Araguari (MG)**. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 7, 2006, Rondonópolis. Anais Rondonópolis: [s.n], 2006. p. 1 - 10.

BARCELLOS, Frederico Cavadas; ACSELRAD, Moema Versiani; COSTA, Valéria Grace. **Efetividade na aplicação de recursos obtidos com a cobrança pelo uso da água bruta na porção fluminense da Bacia do Paraíba do Sul**. Revista de La Red Iberoamericana de Economía Ecológica, [S.l], v. 16/17, p. 1-15, 13 ago. 2010.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 08 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 16 abr. 2019.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI (Araguari). **Gestão das Águas: Instrumentos de Gestão / Cobrança**. 2019. Disponível em: <https://www.cbharaguari.org.br/gestao-das-aguas/instrumentos-de-gestao/cobranca>. Acesso em: 12 abr. 2019.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI (Araguari). **Resolução CBH-Araguari Nº 12, de 25 de junho de 2009**. Aprova a metodologia e os valores de cobrança pelos usos dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. Diário Oficial [do] Estado de Minas Gerais, Araguari, p. 01-11, 25 jun. 2009. Disponível em: <https://www.cbharaguari.org.br/doc/56/2009.html>. Acesso em: 10 fev. 2020.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (Belo Horizonte). **Deliberação Normativa CBH-Velhas Nº 03/2009**. Estabelece critérios e normas e define mecanismos básicos da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio

das Velhas. Diário Oficial [do] Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 01-10, 20 mar. 2009. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/files/images/2014/cbhvelhas/deliberacoes/DN%2004-2009%20metodologia%20de%20cobranca.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2020.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - CEIVAP (Resende). **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. Diário Oficial [do] Estado do Rio de Janeiro, Resende, p. 01-16, 25 set. 2014. Disponível em: <http://ceivap.org.br/deliberacao/2014/deliberacao-ceivap-218.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (Belo Horizonte). **Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ Nº 078/07, de 05/10/2007**. Aprova propostas de revisão dos mecanismos e de ratificação dos valores para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí e dá outras providências. Diário Oficial [do] Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 01-10, 11 out. 2007. Disponível em: <https://www.comitespcj.org.br/images/Download/DelibConj078-07.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.

CORREIA, Caroline Matos da Cruz *et al* (org.). **Relatório Anual Gestão e Situação dos Recursos Hídricos de Minas Gerais - 2014/2017**. Belo Horizonte: Biblioteca Sisema, 2018. 137 p. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Conjuntura_2017.pdf. Acesso em: 25 jun. 2020.

FINKLER, Nicolas Reinaldo *et al*. Cobrança pelo uso da água no Brasil: uma revisão metodológica. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, [s.l.], v. 33, p.33-49, 27 abr. 2015. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v33i0.36413>. Acesso em: 16 jan. 2020.

GAMA - ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS LTDA. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Elaboração de estudo de metodologia e avaliação dos impactos da cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, em Minas Gerais: Relatório Final**, integrando e consolidando os produtos apresentados no estudo. [s.l.]: [s.n], 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IPCA: Série histórica com número-índice, variação mensal e variações acumuladas em 3 meses, em 6 meses, no ano e em 12 meses**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1737#resultado>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Minas Gerais). Sistema Estadual de Meio Ambiente. **Manual de procedimentos técnicos para aplicação de recursos da cobrança pelo uso de recursos hídricos.** Belo Horizonte: [s.n], 2009. Disponível em: <http://www.cbhdoce.org.br/documentos-sobre-recursos-hidricos/manual-de-procedimentos-tecnicos-para-aplicacao-de-recursos-da-cobranca-pelo-uso-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 11 abr. 2019.

LIMA, Magda Aparecida de; CABRAL, Osvaldo Machado Rodrigues; MIGUEZ, José Domingos Gonzales (Ed.). **Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira.** Jaguariúna: Embrapa, 2001. 397 p.

MINAS GERAIS (Estado). **Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário do Executivo, Belo Horizonte, 30 jan. 1999. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5309>. Acesso em: 09 abr. 2019.

MINAS GERAIS (Estado). **Decreto nº 44.046, de 13 de junho de 2005.** Regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado. Diário do Executivo, Belo Horizonte, 13 jun. 2005. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=4771>. Acesso em: 12 abr. 2019.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa nº 03, de 20 de março de 2009.** Estabelece Critérios e Normas e Define Mecanismos Básicos da Cobrança Pelo Uso dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, MG, 20 mar. 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernane César de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: < <https://www.docsity.com/pt/metodologia-do-trabalho-cientifico-metodos-e-tecnicas-de-pesquisa/4851085/>>. Acesso em: 16 out. 2020.

PROFILL; RHAMA. **Primeira revisão do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020.** Piracicaba: [s.n], 2018. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1CEeNDG_HY-ZGvR1JfdS8ItKgHJFu0N4V/view>. Acesso em: 14 fev. 2020.

RODRIGUES, Sílvio Carlos. Mudanças ambientais na região do Cerrado: Análise das causas e efeitos da ocupação e uso do solo sobre o relevo. O caso da bacia hidrográfica do Rio Araguari, MG. **Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 12, 2002. Disponível em: <http://www.geografia.ffe.usp.br/publicacoes/Geosp/Geosp12/Geosp12_SilvioRodrigues.htm>. Acesso em: 23 abr. 2019.

ROSA, R. et al. **Elaboração de uma base cartográfica e criação de um banco de dados georreferenciados da bacia do rio Araguari - MG.** In: LIMA, S. do C., SANTOS, R. J. (Org.). Gestão Ambiental da Bacia do Rio Araguari Rumo ao desenvolvimento sustentável. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Geografia; Brasília: CNPq, 2004. p. 69 – 87.

ROSENDO, Jussara dos Santos. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do Rio Araguari - MG: Utilizando dados do Sensor Modis.** 2005. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

SOARES, B. R. **Dinâmica urbana – na bacia do rio Araguari (MG) – 1970 – 2000.** In: LIMA, S. do C., SANTOS, R. J. (Org.). *Gestão Ambiental da Bacia do Rio Araguari Rumo ao desenvolvimento sustentável.* Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Geografia; Brasília: CNPq, 2004. p. 125 – 161.

THOMAS, Patrick Thadeu. **Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água vinculada à escassez.** 2002. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/downloads/23.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2020.