



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL



SNAP: MECANISMO DE CONTABILIDADE HÍDRICA EM ÁREAS URBANAS PARA MELHORIA NA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DE ALOCAÇÃO E SINALIZAÇÃO DA ESCASSEZ

AMANDA WAJNBERG FADEL

Porto Alegre, fevereiro de 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL

SNAP: MECANISMO DE CONTABILIDADE HÍDRICA EM ÁREAS URBANAS PARA MELHORIA NA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DE ALOCAÇÃO E SINALIZAÇÃO DA ESCASSEZ

Amanda Wajnberg Fadel

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. PhD. Guilherme Fernandes Marques

Aprovada em 7 de dezembro de 2021

Banca examinadora:

PhD. Joel Avruch Goldenfum
(Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulica da UFRGS)

PhD. Rosa Maria Formiga Johnsson
(Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da UERJ)

PhD. Marcelo Marini Pereira de Souza
(Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP)

PhD. Patrick Thadeu Thomas
(Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico)

Porto Alegre, fevereiro de 2022

CIP - Catalogação na Publicação

Fadel, Amanda Wajnberg
SNAP: MECANISMO DE CONTABILIDADE HÍDRICA EM ÁREAS
URBANAS PARA MELHORIA NA EFICIÊNCIA ECONÔMICA DE
ALOCAÇÃO E SINALIZAÇÃO DA ESCASSEZ / Amanda Wajnberg
Fadel. -- 2022.
159 f.
Orientador: Guilherme Fernandes Marques.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas,
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e
Saneamento Ambiental, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. economia de recursos hídricos. 2. cobrança pelo
uso da água. 3. alocação da água. 4. mercados de água.
I. Fernandes Marques, Guilherme, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e ao meu orientador, Prof. Guilherme Fernandes Marques por viabilizarem a minha trajetória ao longo desses anos de desenvolvimento de meu doutorado.

Dedico todo este esforço a minha família, aos meus pais, Anete e Sergio, por todo apoio e confiança de concluir mais esta fase com o empenho e dedicação almejados. Em especial, agradeço a meu marido, Rafael, que esteve ao meu lado desde o início desse desafio, sempre me incentivando a continuar em todos os momentos.

Agradeço também ao amigo Thiago, que me auxiliou a desenvolver a linguagem de programação deste estudo bem como nas revisões e traduções necessárias. A todos os professores que auxiliaram na minha formação até aqui pelo conhecimento repassado, paciência e principalmente dedicação à essa profissão tão nobre.

À sociedade como um todo e ao IPH, agradeço a oportunidade de um ótimo ensino em uma das melhores universidades federais do país e também a compor a equipe de pesquisadores do Grupo de Pesquisa em Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos.

RESUMO

A cobrança pelo uso da água, desde sua concepção, objetiva reconhecer a água como um bem econômico, dando ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivando, ainda, a racionalização do seu uso; entretanto, percebe-se que seus propósitos principais não estão sendo plenamente atingidos. Tal limitação deve-se, dentre outros aspectos, às dificuldades do usuário em perceber o retorno do investimento dessa cobrança. Além disso, os baixos valores cobrados não refletem o valor econômico da água, sendo incapazes de sinalizar períodos de escassez hídrica. Por outro lado, o simples aumento dos valores cobrados a partir da criação de tarifas de contingência no âmbito do saneamento é um caminho complexo, com grandes desafios políticos, que por vezes apresenta inclusive vulnerabilidade jurídica. O controle às externalidades resultantes do uso da água no meio urbano é ainda mais difícil de ser incorporado pelos usuários, uma vez que a água não é utilizada como insumo para um bem comercializável - como no caso da produção agrícola -, mas sim para sanar as necessidades básicas e gerar bem-estar. Nesse contexto, temos ainda uma lacuna para sinalizar a escassez e melhorar a eficiência econômica na distribuição da água em áreas urbanas, especialmente durante eventos de crise hídrica.

O presente estudo traz uma contribuição para essa lacuna, na forma de um mecanismo de contabilidade hídrica no meio urbano que visa estimular o usuário a incorporar o valor da água no seu cotidiano, sinalizando a escassez desse bem de forma direta. O mecanismo de contabilidade hídrica proposto é o **Sistema de Negociação e Alocação de curto Prazo (SNAP)**, um instrumento econômico desenvolvido com base nos custos e valores marginais da água para diferentes perfis de consumo, incorporando Cotas Hídricas Realocáveis no extrato da conta de água mensal. Como área de aplicação da metodologia proposta, foi escolhida a Região Administrativa Cruzeiro, em Brasília – DF, a qual passou por um período expressivo de crise hídrica e restrições de abastecimento entre 2016 e 2018, onde a gestão dos recursos hídricos é realizada pela ADASA, e o abastecimento, pela CAESB.

Os resultados demonstraram que é possível incorporar aos atuais sistemas de abastecimento urbano os conceitos de realocação e eficiência econômica. Com isso, tais sistemas se tornam mais robustos e com alternativas de decisão aos usuários, mesmo quando necessária a implementação de medidas restritivas de acesso à água, como o racionamento. Além disso, as alternativas do SNAP viabilizaram ganhos em termos de diminuição do custo da escassez, aumento na arrecadação, sinalização aos usuários do valor da água, bem como indução ao uso racional.

Palavras-Chave: economia de recursos hídricos; cobrança pelo uso da água; alocação da água; mercados de água

ABSTRACT

The charging for the use of water, from its conception, aims to recognize water as an economic resource, providing the user with an indication of its real value, while also encouraging its rational use. However, it is clear that its main purposes are not being fully achieved, among other aspects, due to the user's difficulties in recognizing the returns from the investments realized by the charge. In addition, the low values charged do not reflect the economic value of the water, being unable to indicate water scarcity periods. On the other hand, increasing the amounts charged with contingency tariffs is a complex way, with large political challenges and legal vulnerability. The externalities resulting from urban water use are even more difficult for users to control, since water is not used as an input for a tradable good - as in the case of agricultural production -, but to meet basic needs and generate well-being. In this context, there still a gap on signaling water scarcity and improving the economic efficiency of water supply systems in urban areas, especially during water crisis events.

The study presents a contribution towards resolving these issues in the form of a water accounting mechanism in the urban environment that aims to stimulate users to incorporate the value of water in their daily lives, directly signaling the scarcity of this good. The proposed water accounting mechanism is the Short term Negotiation and Allocation Policy (SNAP), an economic instrument developed based on the costs and marginal values of water for different consumption profiles, incorporating Relocatable Water Quotas in monthly water bill.

The Cruzeiro Administrative Region, in Brasília - DF, which went through a significant period of water crisis and supply restrictions between 2016 and 2018, was chosen as a case study for the application of the proposed methodology. The management of water resources and water supply during this period was carried out by ADASA and CAESB.

The findings show it is possible to incorporate the concepts of relocation and economic efficiency into the current urban water supply systems. As a result, such systems become more robust and provide users with possibilities of consumption decisions, even when it is necessary to implement restrictive measures regarding access to water, such as rationing. In addition, the SNAP alternatives enabled gains in terms of reducing the water scarcity cost, increasing collections, signaling users of the value of water, as well as inducing rational use.

Key-words: economy of water resources; charging for the use of water; water allocation; water markets

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Caracterização dos bens de uso conforme excludabilidade e rivalidade (GVces e ANA, 2018).....	23
Figura 2: Curvas de demanda linear (linha pontilhada) e exponencial (linha contínua), conforme a metodologia Point expansion	27
Figura 3: Estimativa e projeção por análise de sensibilidade dos erros da metodologia point expansion (GRIFFIN, 2006)	28
Figura 4: variação da elasticidade conforme preço e quantidade demandada.	29
Figura 5: Definição da água como bem de mérito, bem econômico ou não econômico. (Adaptado de CGVces e ANA (2018))	33
Figura 6: Custo de escassez (área hachurada).....	33
Figura 7: Relação entre o excedente do consumidor e o custo da escassez.....	33
Figura 8: Representação do Sistema Produtor de Água do DF em 2016 (DISTRITO FEDERAL, 2018).....	50
Figura 9: Detalhe do sistema produtor de água do DF, com destaque para o Sistema Torto-Santa Maria; adaptado de (DISTRITO FEDERAL, 2017)	50
Figura 10: Localização da área de aplicação (Base do IBGE, ainda com apenas as 18 RA oficializadas na época dos levantamentos).....	54
Figura 11: Fluxograma do SNAP.....	57
Figura 12: Fluxograma do algoritmo SNAP.....	60
Figura 13: Sistemas de rateio hídrico e metodologias de alocação.....	64
Figura 14: Descolamento dos pontos de consumo ao longo da curva de demanda	66
Figura 15: Esquema de definição da classificação para dois usuários (X e Y), para situação de alta (a) e baixa (b) disponibilidade.....	69
Figura 16: Caminhos possíveis ligados à decisão do usuário	71
Figura 17: “Fluxo de caixa” dos valores arrecadados pelo SNAP.....	74
Figura 18: Setores Censitários da Região Administrativa Cruzeiro e respectivas classes socioeconômicas conforme renda média mensal.....	79
Figura 19: Histograma da série de dados dos Setores Censitários da RA Cruzeiro.	80
Figura 20: Demanda hídrica real (wd) na RA Cruzeiro, conforme o setor censitário e classe socioeconômica.....	81
Figura 21: Curvas de demanda dos usuários (U = usuários; wd = demanda real)...	85
Figura 22: Disponibilidade hídrica para atender a RA Cruzeiro no ano de 2017	86
Figura 23: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para os meses de janeiro a agosto (disponibilidade hídrica é maior do que a demanda).....	88
Figura 24: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para o mês de setembro (baixa disponibilidade hídrica, menor do que a demanda)	89
Figura 25: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para o mês de outubro (muito baixa disponibilidade hídrica, menor do que a demanda)...	90
Figura 26: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para o mês de novembro (muito baixa disponibilidade hídrica, menor do que a demanda)	91
Figura 27: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para o mês de dezembro (muito baixa disponibilidade hídrica, menor do que a demanda)	92
Figura 28: Disponibilidade a pagar dos usuários para o rateio proporcional	93
Figura 29: Disponibilidade a pagar dos usuários para o rateio ótimo.....	93
Figura 30: Custo de escassez do usuário 1 para a alocação pelo sistema de rateio proporcional (wp) e economicamente eficiente (wo), para o mês 10	95
Figura 31: Custo de escassez do usuário 39 para a alocação pelo sistema de rateio proporcional (wp) e economicamente eficiente (wo), para o mês 10	96
Figura 32: Classificação dos usuários para o potencial de transferência conforme o Setor Censitário ao longo do ano de janeiro a outubro de 2017	97

Figura 33: Classificação dos usuários para o potencial de transferência conforme o Setor Censitário ao longo de novembro a dezembro do ano de 2017.....	98
Figura 34: Cotas Hídricas Realocáveis dos usuários para o potencial de transferência conforme o Setor Censitário ao longo de janeiro a agosto do ano de 2017	98
Figura 35: Cotas Hídricas Realocáveis dos usuários para o potencial de transferência conforme o Setor Censitário ao longo de setembro a dezembro do ano de 2017.....	99
Figura 36: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual à demanda real dos usuários	104
Figura 37: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual ao rateio eficiente.....	104
Figura 38: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual ao rateio proporcional.....	105
Figura 39: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual ao rateio eficiente para potenciais pagadores e rateio proporcional para potenciais recebedores.....	105
Figura 40: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual ao rateio eficiente para potenciais recebedores e rateio proporcional para potenciais pagadores.....	106
Figura 41: Comparativo da disponibilidade hídrica mensal e o volume liberado considerando a reserva para a salvaguarda.....	107
Figura 42: Localização dos Setores Censitários considerados para os resultados específicos a serem apresentados.....	110
Figura 43: Curva de demanda dos 4 usuários.....	111
Figura 44: Representação das alocações proporcionais (wp) e eficientes (wo) junto às curvas de demandas dos quatro usuários para os meses de setembro e outubro de 2017.	113
Figura 45: Representação das alocações proporcionais (wp) e eficientes (wo) junto às curvas de demandas dos quatro usuários para os meses de novembro e dezembro de 2017	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Elasticidade conforme renda do usuário (ANDRADE, BRANDÃO, et al., 1995)	29
Tabela 2: Variações do volume dos reservatórios do DF conforme a previsão e medição da ADASA	52
Tabela 3: Variação do consumo de água no DF conforme a renda, 2016 a 2017 (CODEPLAN, 2018)	52
Tabela 4: Tarifa de saneamento praticada entre 2016 e 2017 no DF (CAESB, 2016)	53
Tabela 5: Dados de abastecimento da RA Cruzeiro (ADASA, 2020)	54
Tabela 6: Tarifa de água praticada pela CAESB em 2016-2017 (CAESB, 2016).....	62
Tabela 7: Classes conforme estrato socioeconômico (ABEP, 2010)	62
Tabela 8: Consumo médio e elasticidade consideradas para caracterização do consumo dos usuários de um domicílio (adaptado de Da Motta (2002), Andrade et al. (1995) e Dias et al. (2010)).	63
Tabela 9: Parâmetros das curvas de demanda dos usuários	81
Tabela 10: Situação do balanço mensal entre disponibilidade e demandas totais....	86
Tabela 11: Custo de escassez para sistema de rateio proporcional (CEp) e economicamente eficiente (CEo), conforme o mês e disponibilidade.....	94
Tabela 12: Custo marginal mensal da água	96
Tabela 13: Consumos efetivados pelos seis usuários nos 12 meses de simulação.	100
Tabela 14: Valores de desembolso pela tarifa de saneamento	101
Tabela 15: Valores de desembolso e recebimento pela tarifa de gestão.....	101

Tabela 16: Valores de desembolso devido a multa por consumo excessivo	102
Tabela 17: Valores de desembolso devido a tarifa de contingência	102
Tabela 18: Situação do balanço mensal entre disponibilidade e demandas totais..	107
Tabela 19: Comparativo dos resultados entre o sistema com disponibilidade hídrica inicial (colunas em verde) e após a liberação considerada para a salvaguarda (colunas em azul)	108
Tabela 20: Informações e dados dos 4 Setores Censitários.....	111
Tabela 21: Rateio de água entre os usuários pelo método de alocação proporcional	112
Tabela 22: Rateio de água entre os usuários pelo método de alocação econômica	113
Tabela 23: Custo da escassez	114
Tabela 24: Classificação dos quatro usuários quanto ao potencial de transferência	115
Tabela 25: Cotas Hídricas Realocáveis para os quatro usuários	116
Tabela 26: Multiplicador de Lagrange, representando o valor marginal da água para cada mês	116
Tabela 27: Comparação dos resultados totais anuais para as alocações de água proporcional e economicamente eficiente.....	118
Tabela 28: Resultados para o usuário U6 para a alocação proporcional	118
Tabela 29: Resultados para o usuário U6 para a alocação eficiente	118
Tabela 30: Resultados para o usuário U43 para a alocação proporcional	119
Tabela 31: Resultados para o usuário U43 para a alocação eficiente	119
Tabela 32: Resultados para o usuário U57 para a alocação proporcional	120
Tabela 33: Resultados para o usuário U57 para a alocação eficiente	120
Tabela 34: Resultados para o usuário U141 para a alocação proporcional.....	120
Tabela 35: Resultados para o usuário U141 para a alocação proporcional.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Metodologias para estimativa de demandas (GRIFFIN, 2006).....	26
Quadro 2: Equacionamento da metodologia point expansion linear e exponencial.....	27
Quadro 3: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP para classificação dos potenciais pagadores e recebedores entre os usuários.....	67
Quadro 4: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP para classificação geração das Cotas Hídricas Realocáveis.....	68
Quadro 5: Possibilidades de decisão de acordos de consumo.....	68
Quadro 6: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP para extrato de consumo dos usuários, com as considerações para normalidade, revisão de demanda ou de multa.....	70
Quadro 7: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP estimativa dos Créditos de Cotas Hídricas.....	71
Quadro 8: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP para estimativa da arrecadação para a tarifa de gestão.....	75
Quadro 9: Algoritmo de cálculo para estimativa da arrecadação para a tarifa de contingência.....	76
Quadro 10: Relação das componentes do balanço hídrico-financeiro a serem consideradas conforme a decisão e consumo do usuário.....	77

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
Estruturação do problema.....	16
Diretrizes da pesquisa.....	17
Hipóteses	17
Objetivo da pesquisa.....	17
Delineamento.....	18
<i>CAPÍTULO 1: REFERENCIAL.....</i>	<i>19</i>
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
1.1. Economia de recursos hídricos.....	19
Conceitos básicos da economia de mercado	21
Conceito econômico de escassez e as demandas pelo uso da água	22
1.2. Instrumentos econômicos aplicados à gestão das águas.....	34
A cobrança pelo uso da água: já não pagamos pelo consumo?	35
De ‘quanto pagamos’ para ‘como pagamos’.....	44
2. SISTEMA DE CONTABILIDADE HÍDRICA PARA TRANSAÇÕES BASEADAS NA EFICIÊNCIA ECONÔMICA	47
2.1. Introdução	47
2.2. Área de aplicação	49
2.3. Metodologia.....	55
Algoritmo SNAP	59
<i>CAPÍTULO 3: RESULTADOS</i>	<i>79</i>
3. RESULTADOS PARA A ÁREA DE APLICAÇÃO	79
3.1. Representação da demanda	79
3.2. Situação da disponibilidade hídrica	86
3.3. Alocação de água	87
3.4. Custo Econômico da escassez	94
3.5. Classificação dos usuários.....	96
3.6. Cotas hídricas realocáveis	98
3.7. Extrato de consumo	100
3.8. Valores a pagar e receber.....	101
3.9. Valoração da salvaguarda.....	107
<i>CAPÍTULO 4: RESUMO DOS RESULTADOS POR SITUAÇÕES.....</i>	<i>109</i>
4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SNAP PARA AMPLIAÇÃO DA ROBUSTEZ DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM PERÍODOS DE ESCASSEZ HÍDRICA.....	109
4.1. Caracterização dos tipos de usuários	110
4.2. Caracterização dos tipos de racionamento.....	111

4.3. Fluxo hídrico financeiro.....	114
4.4. Resultados por tipo de racionamento e usuários	116
5. LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES	122
6. CONCLUSÕES.....	123
REFERÊNCIAS	126
ANEXO.....	133

INTRODUÇÃO

O acesso à água com qualidade, quantidade e confiabilidade, embora referenciado em vários instrumentos internacionais, somente foi oficialmente reconhecido na 64ª Assembleia Geral das Nações Unidas, na qual foi chancelado mundialmente que o acesso à água potável própria e de qualidade, bem como as instalações sanitárias, é um direito do homem, indispensável para o pleno gozo à vida (ONU, 2010). Após isso, a atual Agenda 2030 trouxe então como um dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” (ONU, 2015).

Apesar disso, as estatísticas brasileiras parecem não convergir para esta preocupação. Em 10 anos de acompanhamento das estatísticas (2009 a 2019), os índices de abastecimento de água apenas cresceram de 81,7% para 83,7% de população atendida, e o aumento na coleta de esgoto não chegou a 10% de crescimento entre 2009 (44,5%) e 2019 (54%). Atualmente, o consumo médio de água no país é de 154 litros por habitante ao dia, enquanto a ONU considera suficiente, 110 litros. Ainda que alto, o consumo não é apenas o que preocupa em relação aos sistemas de abastecimento do Brasil; na distribuição, estima-se que as perdas médias cheguem a 39,2% em média (bem acima dos 20 % aceitos internacionalmente). Ainda assim, os índices do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS apontam que praticamente toda a arrecadação com as tarifas de saneamento (em média R\$ 4,31/m³) já são revertidas em despesas com investimentos para melhoria das eficiências no sistema (sendo a média de investimento de R\$ 3,89/m³) (BRASIL, 2019). Estudos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) indicam que 55% dos municípios brasileiros poderão ter déficit no abastecimento de água; tais municípios correspondem a mais de 70% das demandas de água no país. Dessa forma, aglomerados urbanos e regiões metropolitanas necessitam de investimentos periódicos para ampliação da oferta de água. Esgotamento das fontes de produção de água para atender às demandas, queda na confiabilidade dos sistemas, custos crescentes de atendimento, vulnerabilidade às incertezas futuras de aumento nas demandas e mudança no clima são apenas algumas questões que suscitem a necessidade por repensar os atuais sistemas de suprimento das demandas (ANA, 2010).

“Choveu, acabou o racionamento. Mas nós estamos atentos, porque a gente não sabe se essa chuva vai continuar acontecendo. Caso nosso corpo hídrico diminua muito seu volume, a gente tende a voltar com o racionamento.”

(RUI, 2017)

A declaração acima, do Diretor do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Rio Bananal, no estado do Espírito Santo, resume boa parte do gerenciamento dos sistemas de abastecimento brasileiros. A gestão de crise tornou-se a metodologia padrão de gerenciamento dos recursos hídricos, e com isso, o racionamento se consolidou como a solução dos períodos de carência dos sistemas, cada vez mais constantes. Esta prática, comum no Brasil, foi retratada por Lund e Reed (1995), que classificam o controle de água em períodos de seca através da interrupção do sistema como uma prática a ser utilizada em casos extremos, cujas condições são de certa forma incontroláveis. Tal prática, contudo, é comum em países menos desenvolvidos. Lund e Reed (1995) ainda trazem outros cinco métodos de alocação da água aos usuários durante períodos de seca: rateio por alocação fixa; percentual de redução de consumo; precificação da água; priorização de usos; e acúmulo de créditos.

A alocação negociada e a determinação de regras operacionais vêm ganhando espaço, mas métodos de realocação envolvendo precificação ou valoração ainda são pouco explorados pelas políticas públicas no país, uma vez que o acesso à água de qualidade e em quantidade suficiente é de certa forma assegurada pela Constituição Brasileira e pela Lei

Brasileira das Águas (Política Nacional de Recursos Hídricos). Além disso, um pensamento comum que paira muitas vezes sobre a população é a ineficiência dos órgãos competentes em gerir os recursos hídricos, e dessa forma, quanto menor for a intervenção do Estado em taxar e restringir esse direito, maior acaba sendo a sensação de amplo acesso à água pela população. Esse pensamento ganha força com cada vez mais políticas de racionamento sendo impostas aos usuários para o enfrentamento das crises hídricas; ao passo que a gestão das águas é ineficiente para administrar períodos de escassez hídrica, a população acaba muitas vezes por ser sobretaxada em períodos em que a disponibilidade de água tende a ser menor (à exemplo das tarifas de contingência).

Carrera-Fernandez e Garrido (2000) ressaltam entretanto a importância da cobrança da água para o equilíbrio entre a oferta e a demanda, que, além de financiar os planos de investimento e racionalizar o uso na bacia hidrográfica, atua também como “*mecanismo eficiente de redistribuir os custos sociais de forma mais equitativa; disciplinar a localização dos usuários; promover o desenvolvimento regional integrado nas suas dimensões social e ambiental; e incentivar a melhoria nos níveis de qualidade dos efluentes lançados nos mananciais*”. Contudo, atualmente são poucas as situações em que se consegue contabilizar os custos sociais para o estabelecimento adequado da cobrança. Os objetivos da cobrança do uso de recursos hídricos conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) são:

I - Reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II - Incentivar a racionalização do uso da água;

III - Obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

(BRASIL, 1997)

Os atuais modelos brasileiros de cobrança pelo uso da água ainda são incipientes em atingir plenamente os três objetivos propostos na PNRH. Em alguns exemplos, como nas bacias PCJ, a cobrança tem obtido sucesso em financiar algumas ações no âmbito da gestão de recursos hídricos e projetos/planos na área de saneamento, com resultados já mensuráveis (RIEDIGER, 2019). Entretanto, outros casos como o Paranaíba apresentam fragilidades uma vez que nem todas as unidades hidrográficas tem potencial de arrecadar um montante suficiente em decorrência da cobrança, segundo (CASTILHO, 2019). De um modo geral, os modelos carecem, portanto, de iniciativas que supram os dois primeiros, fortemente relacionados com a valoração da água. O valor econômico da água já é percebido por usuários quando a mesma é escassa, o que tem até resultado em mercados informais no Brasil, principalmente atrelados ao uso agrícola. Contudo, no uso urbano/doméstico, a sinalização da escassez ainda é limitada e, quando ocorre, se restringe a períodos de falta de água quando as medidas de racionamento são aplicadas.

Parte dos usos urbanos se refere às demandas que não são essenciais à vida, como, por exemplo, lavar passeios, pátios, veículos, irrigar jardins, encher piscinas, vazamentos domésticos, perdas na rede de abastecimento e usos em estabelecimentos comerciais (algumas dessas demandas nem mesmo requerem água potável). Para esses usos não essenciais à vida, categorizados por Griffin (2006) como usos da água associados ao “conforto, comodidade e conveniência” existem escolhas. O usuário pode alterar o seu comportamento, padrão de uso ou ainda substituir a água por outros equipamentos ou processos diferentes, reduzindo o seu consumo sem comprometer os usos essenciais à vida.

Sistemas tradicionais de racionamento, entretanto, oferecem incentivos limitados para essa alteração no uso, uma vez que falham ao sinalizar para o usuário o custo de

oportunidade da água que o mesmo está empregando durante um período de crise, o que pode ser verificado por notícias e relatos de descaso com o desperdício de água em pleno período de racionamento (LOPES, CRUZ e KIEFER, 2014). Esse aspecto pode ser confirmado pela criação recente de legislação que impõe penalidades a usuários, seja na forma de multa pelo uso da água para limpeza de calçadas em capitais como São Paulo e Belo Horizonte ((Notícias Band, 2016); (BAETA e PEDROSA, 2014)), ou ainda a proibição direta de usos, como lavar carros em Campinas (SCHIAVONI, 2014) e Fortaleza (MAZZA, 2019). Outro aspecto importante envolve o próprio comportamento do usuário durante períodos de crise. Alheio aos custos de oportunidade da água e buscando preservar o seu padrão de consumo, ao ter o número de horas de abastecimento reduzidas o usuário pode aumentar a sua capacidade de armazenamento e abastecê-la durante as horas de atendimento, criando uma “reserva” para as horas de racionamento. Essa operação aumenta artificialmente o consumo de água da rede durante as horas de atendimento (momento em que o usuário abastece a sua reserva) negando parte da redução pretendida com o racionamento tradicional. Indicadores desse comportamento aparecem com notícias do aumento da procura por equipamentos de armazenamento de água, como relatados nas cidades de São Paulo, Campinas, Brasília ((STEGANHA, 2014); (MONTENEGRO, 2015); (BARRETO, 2017); (BARROS, 2015)), dentre vários outros. A criação de instrumentos regulatórios como esses trazem consigo a necessidade (e custos adicionais) com a fiscalização, que, se não atendidos, limitam a efetividade do instrumento.

Esse contexto deixa claro que a lógica tradicional de racionamento enfrenta severas limitações para atuar como mecanismo efetivo de alocação de água em períodos de crise. Dessa forma, argumentamos que uma outra lógica deve ser aplicada para alocação em períodos de crise, que seja capaz de (a) considerar o comportamento do usuário, (b) sinalizar os custos de oportunidade da água e (c) oferecer alternativas para que o usuário mude as suas escolhas e decisões, sem depender exclusivamente de uma estrutura de fiscalização intensiva. O princípio fundamental dessa lógica é a busca pela eficiência econômica na alocação dos usos determinados como não essenciais entre os usuários.

Ao contabilizar e acompanhar os usos, é possível criar mecanismos para estimular o usuário a alterar o seu consumo, na medida em que passamos a conhecer os resultados dessa alteração na forma de um “saldo hídrico”. A contabilização desse saldo com o emprego de modelagem de contabilidade hídrica dinâmica pode então servir de base para mecanismos de compensação (aliados aos do pagamento), estimulando o usuário a incorporar o valor da água no seu dia a dia. Assim, no lugar de arrecadação e posterior investimento dos valores arrecadados, a contabilidade hídrica estimula o próprio usuário a alterar o seu consumo, adotando medidas que resultem em um saldo positivo para o seu próprio sistema. Voltamos, portanto, para uma das alternativas de rateio propostas por Lund e Reed (1995), de acumular/debitar créditos pelos usuários, passíveis de serem transferíveis entre si. Dessa forma, a cobrança, portanto, não precisa estar sempre associada a um certo valor a ser pago por volume de água consumido.

A questão que se faz é, portanto: como seria uma estrutura ideal para viabilizar a alocação mais eficiente entre usuários do meio urbano quando não há água disponível para atender todas as demandas plenamente?

Nesse contexto, a proposta deste estudo é desenvolver um instrumento econômico de gestão baseado na realocação de água de curto prazos para áreas urbanas para ganho em eficiência econômica e uso racional da água. O instrumento econômico é baseado em um sistema de contabilidade hídrica urbana que busca inspiração em estratégias de realocação de água bruta a partir do valor econômico da água (com compensação financeira). Embora a proposta de aplicação se insira em uma atividade do saneamento (fornecimento de água

tratada), a função é de um instrumento econômico de gestão de recursos hídricos, norteado pelos objetivos da cobrança pelo uso da água bruta de sinalização da escassez e indução ao uso racional.

A principal contribuição que este estudo pretende apresentar é ampliar a diversidade de instrumentos econômicos disponíveis, trazendo para a gestão de recursos hídricos instrumentos com potencial de indução do uso racional e melhoria na eficiência econômica no uso de recursos escassos. O trabalho também explora possibilidades de integração com o próprio saneamento, cujo planejamento e ferramentas ainda é, em grande parte, dissociado da gestão de recursos hídricos (DALCIN e MARQUES, 2020)(Dalcin e Marques, 2020). Como aponta Rodriguez et al. (2020) a implementação de soluções de saneamento isoladamente do planejamento da bacia reduz as oportunidades de criarmos sistemas mais resilientes.

O pressuposto é que ganhos em eficiência são necessários para permitir que mais usuários sejam atendidos no futuro com os mesmos recursos. O sistema traz ainda aplicação prática simplificada, capaz de assimilar futuros avanços em cada um dos módulos propostos. Portanto, pretende-se demonstrar que modelos de realocação de água estão ao alcance de sistemas simplificados e podem ser socialmente justos sem perder a lógica da eficiência econômica.

ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA

Por trás de uma crise hídrica ou conflito pelo uso da água existem questões de longo e curto prazos que devem ser atacadas pela gestão e seus instrumentos. A longo prazo, é necessário identificar aqueles usos para os quais a água será considerada escassa, definindo de forma clara a política hídrica a ser seguida e quais os padrões de uso racional a serem buscados. A curto prazo podem existir oportunidades de realocação temporária (apenas durante a crise) como medida de resposta imediata. Esses padrões e objetivos irão definir os critérios para realocações e alocações futuras. Combinadas, estas medidas deverão contribuir para sistemas de abastecimento mais robustos, adaptáveis e menos vulneráveis aos próximos eventos de estiagem, na medida em que a água disponível vai sendo, gradualmente, realocada para os usos considerados mais importantes. Mesmo sistemas onde já prevalece o uso eficiente da água estão sujeitos a ocorrência de eventos hidrológicos extremos e seus impactos no abastecimento e na economia. Nesses casos agudos, realocações temporárias podem ser capazes de mitigar parte das perdas.

As crises hídricas recentes têm mostrado que o leque de ações e medidas de resposta às crises disponíveis aos operadores e gestores, além de restritos, normalmente são aplicados de forma fragmentada. Além desse aspecto, como apontado em SJODIN et al (2016) instrumentos de gestão com funções de (i) eficiência e gestão da demanda e (ii) realocação entre usuários, têm condições de contribuir para objetivos de eficiência e sustentabilidade ambiental nas políticas hídricas. Entretanto, as funções desempenhadas pelos instrumentos de gestão atualmente aplicados no Brasil (especialmente os econômicos) ainda são limitadas para sinalizar a escassez, especialmente durante eventos de estiagem e crises hídricas. Em outros exemplos, como a crise recente no Distrito Federal, a implementação de uma tarifa de contingência pela companhia de abastecimento de água como forma de coibir o consumo foi contestada judicialmente (TJDTF, 2016). Como aumentos tarifários nos serviços precisam estar embasados em aumentos nos custos, o aumento no valor cobrado pela empresa prestadora do serviço de abastecimento de água com essa finalidade é frágil juridicamente. Por outro lado, a cobrança pelo uso da água bruta, instrumento já previsto na PNRH com a finalidade de sinalizar a escassez e promover o uso racional se apresenta como mecanismo natural para esse contexto, podendo ter definidos valores de contingência dentro de uma lógica de realocação ou alocação negociada da água já previamente discutidas em

acordadas em um comitê de bacias. Entretanto, a cobrança pelo uso da água bruta ainda não vem sendo explorada dentro deste potencial e finalidade, prevalecendo no Brasil modelos de cobrança com preços públicos incapazes de sinalizar a escassez e promover a eficiência econômica (OCDE, 2017), dentre outras limitações.

De modo a contribuir para suprir essa lacuna, o presente trabalho busca desenvolver um mecanismo para viabilizar Cotas Hídricas Realocáveis entre usuários urbanos, tendo como base a contabilidade hídrica dinâmica e os valores marginais da água. O Sistema de Negociação e Alocação de curto Prazo (SNAP) foi elaborado em linguagem de programação Matlab®, com possibilidade de padronização das entradas conforme as características do local de estudo, dando suporte ao aperfeiçoamento de instrumentos econômicos de gestão com função de realocação de água entre usuários e sinalização da escassez. O instrumento pode ser aplicado em períodos de crise, de modo a ampliar o leque de opções para o seu gerenciamento, e também fora desses, de modo a sinalizar para os usuários a escassez da água e fomentar decisões de longo prazo que tragam maior eficiência. Mecanismos como o proposto podem contribuir ainda para suprir a carência de embasamento econômico dos atuais sistemas de racionamento de água entre usuários do meio urbano e contribuir para ganhos em eficiência no uso da água. Finalmente, esta proposta se encontra alinhada com recomendações recentes dentre aquelas apresentadas em OCDE (2017): “*Definir cobranças pelo uso de recursos hídricos que se adaptem à finalidade*” refletindo os custos de oportunidade de um uso nos demais

DIRETRIZES DA PESQUISA

Hipóteses

A realocação de água entre usuários com base nos instrumentos econômicos pode trazer ganhos na eficiência em seu uso e sinalizar a escassez, contribuindo para tornar sistemas de abastecimento urbano de água mais robustos e menos vulnerável às incertezas futuras.

Objetivo da pesquisa

Geral

Desenvolver um instrumento econômico de gestão em áreas urbanas baseado em um sistema de contabilidade hídrica para realocações da água de curto prazo a por meio da sinalização da escassez e valor econômico da água, de forma a incentivar e operacionalizar a racionalização do seu uso, contribuindo para o aperfeiçoamento dos sistemas de abastecimento urbano no enfrentamento de crises hídricas.

Específicos

- i. Aprimorar instrumentos econômicos de gestão para atacar questões de curto prazo no uso da água em áreas urbanas, tornando esses sistemas menos vulneráveis e economicamente eficientes.
- ii. Desenvolver um mecanismo capaz de sinalizar ao usuário o valor econômico da água e a necessidade por medidas de adaptação do consumo quando elas são necessárias
- iii. Propor metodologia para internalização do custo das externalidades em se utilizar mais água do que o disponibilizado
- iv. Apresentar fatores de valoração do uso da água socialmente justos conforme o padrão de uso e classe social
- v. Incentivar o uso racional da água de forma a diminuir usos de menor valor durante períodos de escassez
- vi. Garantir uma alocação economicamente eficiente de água sem onerar o sistema de financiamento dos sistemas de abastecimento

- vii. Propor uma metodologia para organizar e sistematizar sistemas de alocação e realocação de água e de financiamento

Delineamento

A estrutura da pesquisa está organizada em quatro partes. No Capítulo 1 é apresentada a revisão conceitual para o estudo. O Capítulo 2 apresenta a estruturação do modelo e *script* desenvolvido para responder aos objetivos de pesquisa, bem como a área de aplicação. No Capítulo 3 estão apresentados os resultados gerais obtidos para a área de aplicação. No Capítulo 4 estão destacados os resultados específicos aplicados a um recorte da área de aplicação, de uma forma mais direta para facilitar o entendimento dos resultados que poderiam ser obtidos com a aplicação nos sistemas de abastecimento brasileiros. Ao final, são apresentadas as conclusões da pesquisa realizada bem como sugestões de desenvolvimentos de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 1: REFERENCIAL

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. ECONOMIA DE RECURSOS HÍDRICOS

Por que tantos estudos e tomadas de decisão estão cada vez mais tentados a utilizar conceitos econômicos para descrever a dinâmica de recursos hídricos? Sendo a água um bem indispensável à vida, será que a precificação econômica não tende a banalizar a sua utilização, levando-a a ser considerada somente mais um bem consumível? Em realidade, a economia nada mais é do que a discussão dos *trade-offs*¹ das alternativas existentes (GRIFFIN, 2006). *Trade-off* é a avaliação de quanto uma escolha irá impactar em não realizar as demais alternativas que se tinha presente. Ou seja, é a noção de que algo deve ser sacrificado para que se obtenha determinado bem ou serviço (GVCES e ANA, 2018). Dessa forma, o *trade-off* de uma escolha é proporcional à diferença entre o benefício dessa e o custo de oportunidade das demais opções que não foram selecionadas por limitação de recurso/orçamento; sendo o custo de oportunidade igual ao benefício para cada unidade de recurso adicional que se conseguisse a ser utilizada para satisfazer as demais opções.

Políticas públicas podem ser relacionadas ao conceito de *trade-off* tanto quanto decisões privadas. Os recursos empregues para colocar em prática alguma política ou instrumento implica no não uso desses recursos de outra maneira, e que, por sua vez, não podem mais ser utilizados pela população, contribuinte dos tributos, para satisfazer aspirações particulares (GVCES e ANA, 2018). Dessa forma, a economia pode auxiliar a compreender as consequências de uma ou outra opção, para que se possa escolher a melhor alternativa possível. Diversas decisões estão atreladas ao desenvolvimento de infraestrutura, qual tipo realizar devido aos recursos públicos limitados. A análise de custo-benefício foi desenvolvida para auxiliar nestas decisões e também é importante para tornar as decisões menos subjetivas.

Geralmente, quando se discute a tomada de decisão sobre recursos hídricos, algum envolvimento da população surge em reação, na medida em que todos pensam na água como um bem público ao qual se tem direito certo. Todos reconhecem o valor da água por saber que não há vida sem esse recurso; por isso, qualquer aparente modificação do acesso à água muitas vezes gera reações bem mais ligadas ao emocional do que ao real impacto da modificação (GRIFFIN, 2006). Nesse contexto, propostas de mudanças não socialmente justas podem resultar em ‘não fazer’, independente da sua viabilidade técnico-econômico-ambiental. Tal aspecto apenas lembra, contudo, que fazer a gestão da água é inerentemente um processo de negociação social entre partes com valores, percepções e poderes diferentes.

Não só a população por vezes é contrária à taxa extra sobre o consumo excessivo de água, mas normativas governamentais também podem dificultar esta visão sobre o pagamento sobre o consumo. A *Proposition 2018* do Estado da Califórnia (Estados Unidos) decidiu, em 1996, que as agências de águas não poderiam cobrar além do necessário para suprir os custos de abastecimento. Lund (2016) propôs então que a conta de água fosse separada em duas partes: uma referente ao custo do serviço de abastecimento e outra incluindo o valor da escassez da água utilizada no mês.

Ter uma parte da conta de água variável conforme a escassez é uma forma de estruturar um mecanismo de realocações temporárias entre usuários gerida utilizando um mercado interno de água. Nesse mecanismo, cada usuário teria, com base na disponibilidade

¹ *Trade-off* é um termo que define uma situação em que há conflito de escolha, onde a realização de uma escolha traz, junto com os seus ganhos, perdas ou sacrifícios associados à escolha alternativa não realizada.

mensal, uma demanda de uso da água de referência, proporcional ao total disponível para a comunidade ou concessionária do serviço abastecimento. A demanda de referência deve ser definida em acordo entre usuários, companhia de abastecimento e órgão gestor, podendo ainda receber diretrizes de eficiência, cobertura e uso racional estabelecidos no plano de bacias e no plano de saneamento. Aqueles usos diferentes da demanda de referência (para mais ou para menos) seriam consideradas realocações temporárias entre os usuários, sujeitas à compensação ou pagamento pelos mesmos. Esta abordagem busca a eficiência, incentivos para a conservação e flexibilidade para acomodar os diversos tipos de famílias e clientes em áreas urbanas. Você recebe se usar menos do que a demanda de referência e paga a mais caso a exceda (LUND, 2016).

Incidir uma forma de cobrança extra sobre o serviço de abastecimento quando um usuário consome mais do que a disponibilidade parece razoável. Contudo, percebe-se ainda uma aversão a esse tipo de pensamento, bastante ligada àquele valor emocional que a água incide na população. *“O impacto social de tributos incidentes sobre a água mata! Isto é política irresponsável e homicida por que encorajadora de expansão de doença e de morte. Portanto, deve ser recusada qualquer forma de privatização, de mercantilização e de comercialização baseada no ‘valor econômico’ da água. [sic]”* (ECHEVENGUÁ, 2005). Apesar do teor passional da declaração, a autora defende que a cobrança da água não é o caminho. Isto porque declara que em média, a tributação sobre a população brasileira é excessiva, proporcional a praticamente 5 meses de trabalho por ano. Além disso, a crítica se vale principalmente sobre a precariedade do abastecimento e saneamento básico no país e ao eminente risco de contingenciamento, com a incerteza relacionada ao real repasse desses recursos para ações de melhoria na gestão dos recursos hídricos. Declarações desse tipo são comuns (SARTORI e ORLANDI, 2019); (CARDOSO, 2018)) e deixam claro que a aversão à cobrança pelo uso da água geralmente não está somente relacionada à “mercantilização da água”, mas também às incertezas de que esta cobrança irá efetivamente resultar em melhoria da qualidade e diminuição de períodos de escassez dos corpos hídricos, preocupação válida e intimamente relacionada à má administração dos tributos e políticas públicas. Exemplos recentes que ilustram essa incerteza incluem o atraso em repasse (ou contingenciamento) em valores da cobrança pelo uso da água ocorridos em alguns Estados do país (BANCO MUNDIAL, 2018).

Ao se cobrar somente pelo custo do serviço de abastecimento, o preço final da água omite valores importantes como o próprio custo de escassez e outros custos de oportunidade, incluindo aqueles ambientais. Para transpor isso, é necessário compreender que sempre que a demanda de água excede a disponibilidade, existem dois métodos gerais para resolver o problema: aumentando a disponibilidade ou diminuindo a demanda. Aumentar a oferta depende basicamente de soluções estruturais, como a construção de reservatórios para regularização e armazenamento de água ou até construção de plantas de dessalinização. Tais medidas, embora geralmente de grande magnitude e custos elevados, muitas vezes se tornam a primeira alternativa devido a sua execução pragmática. O aumento da oferta dominou o planejamento de recursos hídricos na era moderna, mas esse domínio está sendo aos poucos substituído, porque os suprimentos de água potável são fisicamente limitados. Com isso, as estratégias de gerenciamento de demanda passaram a ser ferramentas poderosas para equilibrar demanda e oferta, e os instrumentos econômicos têm sido amplamente adaptados para esse fim (GRIFFIN, 2006).

A economia não é “eco”cêntrica, mas isso não significa que os valores ambientais não são levados em consideração. Grande parte do foco da economia dos recursos hídricos é identificar escolhas eficientes. Em outras palavras - dadas as demandas, disponibilidade hídrica e escassez, e considerando o grande número de escolhas que podem ser feitas - qual (ou quais) ação deve ser selecionada para alcançar nossos objetivos? A imprecisão inerente que acompanha a seleção de alternativas pode ser esclarecida por um estudo econômico

(GRIFFIN, 2006). Ou seja, avaliações econômicas auxiliam na padronização de todas as alternativas para um denominador comum, em que se pode verificar qual seria a melhor escolha.

Conceitos básicos da economia de mercado

Uma vez que o presente trabalho envolve o comportamento do usuário e o desenvolvimento de instrumentos econômicos de gestão, é necessária a apresentação e discussão de alguns conceitos norteadores. Os conceitos apresentados na sequência tiveram como base os apontamentos de Vasconcellos e Garcia (2014) sendo realizada a vinculação destes conceitos à gestão de recursos hídricos.

A economia trata da alocação de recursos escassos e pode ser dividida em duas esferas. A **macroeconomia** estuda a determinação e o comportamento dos grandes agregados nacionais, como o produto interno bruto, e o seu enfoque é de curto prazo. Já a **microeconomia** estuda a formação de preços em mercados específicos, ou seja, como consumidores e empresas interagem no mercado e como decidem os preços e a quantidade para satisfazer a ambos simultaneamente. As relações econômicas são pautadas basicamente pelo valor dos recursos, diversos fatores podem influenciar nessa valoração. Enquanto a teoria do **valor-trabalho** define que o valor de um bem é formado pelo custo de produção, originalmente relacionado ao tempo produtivo de forma objetiva, a teoria do **valor-utilidade** está relacionada à demanda por um bem. É, portanto, relacionado à satisfação que o bem representa para o consumidor, de forma subjetiva, pois tem relação com padrão de gostos, hábitos, renda entre outras preferências. Com isso, também foi possível definir o **valor de uso**, que é a utilidade que o bem representa para o consumidor, e o **valor de troca**, relacionado à oferta e demanda no mercado.

O valor de troca varia em função da utilidade marginal de cada usuário por um bem. A **utilidade marginal** é a satisfação adicional obtida pelo consumo de mais uma unidade do bem. Na medida em que o usuário vai tendo mais acesso ao bem auferido, menor é a utilidade marginal, pois o consumidor vai perdendo a capacidade de percepção da sua utilidade. Portanto, os preços são definidos praticamente pela utilidade marginal do bem, e não só pelo valor de uso. Disso surge o **paradoxo água-diamante**: “por que a água, indispensável à vida, é tão barata, e o diamante, supérfluo, tem preço tão elevado?”. A resposta é que o valor de um bem é definido pelo seu uso marginal. A água, embora tendo todas as suas unidades importantes à vida, por ser abundante, normalmente apresenta um uso marginal com baixo valor para o usuário (ou seja, como na maioria dos casos temos amplo acesso à água, não se dá valor, inclusive ocorrendo muito desperdício). Já o diamante, não é relacionado ao desperdício, pois o último (e talvez único) diamante proporciona grande satisfação a quem o adquire.

Outro fator que define a forma de consumo de um bem por um usuário é a sua **demand**a, que pode ser definida como relação entre a quantidade de certo bem ou serviço que os consumidores desejam adquirir em determinado período. Essa relação pode ser descrita por uma função matemática (**curva de demanda**). O padrão de demanda também define o tipo de bem consumido. Se, ao aumentar a renda do consumidor, a demanda aumentar, trata-se de um **bem normal**; já para o inverso, tem-se um **bem inferior**. Aqui, “aumento na demanda” se refere à alteração de toda a relação preço-quantidade (deslocamento de toda a curva). Um **bem substituto** existe quando há uma relação direta entre o preço de um bem e a quantidade de outro (o aumento no preço de um produto, faz aumentar a demanda pelo seu substituto); enquanto **bens complementares** são consumidos na mesma proporção.

A quantidade demandada por sua vez é inversamente proporcional ao preço do bem; quanto mais caro, menos se compra. Aqui, alterações na “quantidade demandada” se referem ao deslocamento ao longo de uma mesma curva. Esta relação forma a **lei geral da demanda**. A diminuição na quantidade demandada com o aumento do preço é resultante do efeito substituição (por um outro bem que cumpra função semelhante) e também pelo efeito renda (pela perda do poder aquisitivo). A **oferta** de determinado bem também depende de fatores semelhantes à demanda; entretanto, a função de oferta mostra uma correlação direta entre a quantidade ofertada e os preços, ou seja, quanto maior o preço de um bem, maior será a quantidade ofertada. O chamado **equilíbrio de mercado** se dá na intersecção das curvas de oferta e demanda, onde preço e quantidade atendem simultaneamente às aspirações dos consumidores e dos produtores. Em um mercado perfeitamente competitivo (conceito teórico) o **ponto de equilíbrio** é aquele onde usuários (demanda) oferecem o maior valor pelos bens, que são produzidos por outros usuários (oferta) capazes de fazê-lo da forma mais eficiente. Nesse ponto o ganho econômico tanto dos produtores quanto dos consumidores dos bens é o máximo.

Mercados perfeitamente competitivos não existem na prática, devido às características que levam à sua falha (informação assimétrica, externalidades, risco moral, altos custos de transação, dentre outros). Além disso, a alocação de bens economicamente eficiente em um mercado não necessariamente resulta em equidade na distribuição de renda. Dessa forma, é importante a participação dos governos na manutenção de condições que favoreçam a competitividade (p.e. reduzindo custos de transação via investimentos em infraestrutura e corrigindo assimetria de informação ao regulamentar a divulgação de informações sobre produtos comercializados) e também eliminem distorções para promoção de melhorias no padrão de vida da coletividade, em detrimento de indivíduos. Isso pode ser visto na forma das definições de impostos, subsídios, investimentos em infraestrutura básica e no fornecimento de bens públicos. Ao contrário do que se pode parecer em um primeiro momento, na medida em que a água é empregada como *commodity* na produção de bens de mercado, a sua alocação única e exclusiva pelo governo pode não ser sempre eficiente.

Conceito econômico de escassez e as demandas pelo uso da água

As características de rivalidade e excludabilidade no caso da água podem variar. Se até pouco tempo a água era vista como um recurso ao qual ninguém poderia ter acesso negado; atualmente, a percepção de que os estoques de água são limitados e que a expansão da oferta tem limites definidos têm levado à constatação de que os recursos hídricos devem ser vistos como um bem econômico (GVCES e ANA, 2018).

Os bens podem ser classificados conforme seu uso tanto como excludentes quanto rivais (Figura 1). Bens excludentes são aqueles que, uma vez definida uma certa utilidade, não é possível mais utilizá-la para outro fim; usos rivais são aqueles que o uso por um usuário afeta obrigatoriamente o uso por outro. Com base nestas características, tem-se a classificação do tipo do bem, que pode ser, resumidamente, diferenciado entre bens de clube, privado, público ou um bem comum.



Figura 1: Caracterização dos bens de uso conforme excludabilidade e rivalidade (GVCES e ANA, 2018)

Exemplos de bens privados são a água engarrafada ou encanada, em que a finalidade está definida (abastecimento, consumo) e a quantidade que um usuário utilizar reduz a disponibilidade (seja em quantidade ou qualidade) para os demais. Já bens comuns tem a mesma característica de rivalidade, mas não de excludabilidade, sendo que como são de uso "comum", cada usuário pode definir a utilidade que desejar. Bens públicos e de clube são considerados não rivais, uma vez que a sua utilização não irá afetar a terceiros. Contudo, bens de clube são excludentes, pois tem a finalidade inicialmente definida, como utilizar um dado recurso hídrico para navegação (hidrovias não podem ser utilizadas para outro fim, por exemplo). Finalmente, bens públicos são não excludentes e não rivais, como por exemplo a livre recreação em lagos, uma vez que não existem regras específicas quanto ao seu uso e o consumo existente na atividade de recreação geralmente não afeta no nível de recreação de outros usuários. A conhecida "tragédia dos comuns" se dá quando um recurso tem características de bem público, mas as atividades exercidas são excludentes ou rivais.

A tragédia dos comuns, definida inicialmente por Hardin (HARDIN, 1968) explicita que o problema da sociedade não seria resolvido com soluções técnicas, mas sim com uma evolução da moralidade. O autor apresenta, por meio de um exemplo das antigas áreas comuns de pastagens, a forma como os usuários se aproveitam para obter vantagens individuais através da gradativa degradação de um bem comum. Existindo em uma comunidade uma área de pastagem livre para compartilhamento entre todos os produtores de animais, cada usuário tem como decisão o número de cabeças a colocar para usufruir desta área. Quanto menos cabeças cada produtor inserir, maior a preservação do bem. Entretanto, o número de animais por metro quadrado é limitado. A decisão de cada criador em adicionar mais um animal ao seu rebanho possui consequências positivas para si e negativas, compartilhadas entre todos os criadores. Portanto, em um primeiro momento, o benefício de um produtor é maior do que o seu prejuízo. O problema é que esta conclusão é facilmente alcançada por todos os criadores, de forma que se cada um resolver individualmente aumentar o seu rebanho, a pastagem será rapidamente consumida prejudicando a todos.

Para lidar com a tragédia dos comuns surge a ideia do regramento da propriedade pública/comum, na forma de direitos de uso e critérios previamente estabelecidos. Com a

evolução dos conflitos pelo uso da água, a classificação de uso das propriedades foi prontamente transposta para os recursos hídricos. Direitos ripários (ou ribeirinhos) ligam a propriedade da água à propriedade da terra adjacente; nesses casos a água é, portanto, tratada como propriedade privada. Mesmo assim, existem outros proprietários de terras adjacentes e, uma vez que todos compartilharão de um mesmo corpo hídrico, acaba-se por tender a um sistema de propriedade comum. Dessa forma, os direitos ripários mantêm-se sem conflitos de uso até o momento de escassez, onde o uso em excesso por um usuário irá afetar aos demais. Tal configuração contribuiu para a evolução do uso com base na alocação prévia, onde os direitos de uso são determinados pelo uso histórico (lógica de “*first in time, first in right*”). Mantendo-se a lógica de propriedade privada, esse primeiro uso não significa, necessariamente, o melhor uso e, portanto, tal alocação pode não ser eficiente. O uso priorizando a coletividade começa a ser estabelecido conforme a alocação pública é estabelecida, sendo que o Estado define as prioridades de uso e quantidades que diferentes usuários podem utilizar do recurso. Nesse modelo, o Estado regula o uso da água com base no uso privado e comum, enquanto que o domínio sobre o recurso permanece com o Estado. A alocação pública ainda pode se utilizar dos direitos ripários ou uso histórico, mas de forma regulada, ou seja, existem prioridades e regras estabelecidas por uma licença de uso que estipula as condições e o período em que tal uso pode ocorrer (GVCES e ANA, 2018).

Entretanto, mesmo quando um uso é regulado por uma licença, é possível que ocorram alocações paralelas àquela definida pelos órgãos gestores. Como visto, por maior que seja a intervenção estatal sobre o uso da água, diversos usos ainda são motivados por uma lógica econômica quando a água é empregada como insumo na produção de bens de mercado. Os gestores devem buscar entender esse comportamento, desenhar e aplicar instrumentos que contribuam para a uso eficiente dos recursos escassos, bem como o acesso a todos de forma socialmente justa.

Para entendermos o comportamento do usuário, é necessário explorarmos os elementos determinantes de uma demanda hídrica. Em épocas passadas de abundância de água, o termo *demanda* se tornou sinônimo de *requerimento hídrico* na medida em que o termo era empregado no projeto de sistemas de abastecimento e infraestrutura hídrica. Nesses casos, o foco da gestão dos recursos hídricos era ampliar a oferta hídrica para atender a esse requerimento (considerado como demanda). No momento em que água se torna escassa, verificamos que para atender ao requerimento é necessário buscar água cada vez mais longe, empregar soluções tecnológicas para tratamento mais complexas e de maior risco e custo.

Porém, de onde vem a demanda? Para usos essenciais à vida (consumo humano e animal, higiene e alimentação) a demanda é, de fato, sinônimo de requerimento hídrico. Entretanto, como destaca GRIFFIN (2006), uma parcela significativa dos usos da água está associada ao conforto, comodidade e conveniência. De fato, alguns exemplos indicam que mais da metade dos usos da água em áreas urbana são não potáveis. Para esses demais usos, a demanda deixa de ser um requerimento hídrico e passa a refletir um conjunto de escolhas feitas pelo usuário. Por sua vez, essas escolhas são feitas em um ambiente repleto de fatores intervenientes.

Essa relação é importante sob o ponto de vista da gestão porque para cada escolha existem diferentes alternativas e possibilidades de substituição, que combinadas podem resultar em uma demanda diferente. Cabe ao gestor entender a lógica e o contexto em que essas escolhas são feitas e desenhar instrumentos de gestão que sejam capazes de motivar o usuário a fazer escolhas que resultem em uma menor demanda, focando em alguns dos fatores intervenientes. Para tanto, é necessário abandonar a percepção de que a demanda para esses usos é um requerimento fixo, e adotar uma percepção que traga consigo o conceito econômico de escassez.

Para entender o conceito econômico de escassez, retornamos à situação em que para atender a um dado requerimento hídrico se torne necessário buscar água mais longe ou empregar soluções tecnológicas de maior custo. Se a melhor solução para esse cenário for reduzir o requerimento em substituição ao aumento da oferta, dizemos que, para os usos da água que foram eliminados (ou reduzidos), a água se tornou economicamente escassa. Embora ainda seja tecnicamente viável atender ao requerimento original, pode-se chegar à conclusão que simplesmente reduzir o requerimento (que é fixo), tratando-o agora como demanda (que é variável) seria não apenas economicamente mais eficiente, mas também melhor do ponto de vista ambiental (menos água seria captada dos mananciais) e social (os recursos para execução da obra, que também são escassos, poderiam ser empregados em outro tipo de infraestrutura).

Existem diferentes métodos para modelar as demandas hídricas seguindo essa lógica, que são apresentadas a seguir. Destaca-se que o conceito de demanda utilizado a partir desse ponto se refere apenas aos usos para os quais existem alternativas e escolhas diferentes. Aqueles usos da água considerados como essenciais (para os quais não existem escolhas) não fazem parte desse universo.

Representação das demandas hídricas

Quando observamos um usuário e seu respectivo consumo de água no tempo, podemos supor a sua demanda naquele momento. Contudo, conforme as condições mudam (mudam os fatores intervenientes) tanto a demanda (toda a curva de demanda) quanto a quantidade demandada (quantidade ao longo de uma mesma curva) podem mudar.

Como as observações no consumo revelam apenas a quantidade demandada no instante observado, o restante da função de demanda (que poderia ter ocorrido se houvesse condições ou preços diferentes) é desconhecido. Então, demanda pode ser estimada com emprego de alguns métodos. Enfatizar o preço como principal fator nas estimativas de demanda não implica que outros fatores, como clima ou população, sejam menos significativos. O pretexto é aproveitar o papel do preço no gerenciamento da escassez, na análise de políticas e na análise de projetos. Saber como a demanda depende do preço permite instrumentos úteis e análises importantes referentes à escassez de água (GRIFFIN, 2006).

Portanto, a demanda varia conforme o preço, que para o usuário representa um custo. A relação inversa também é válida, mas com um sentido um pouco diferente. Ou seja, qual é a variação no custo que o usuário se encontra disposto a pagar, à medida em que o consumo aumenta. Isto remete ao conceito de valor marginal, portanto, é o valor que o usuário dá para cada unidade adicional de água. A medida em que o usuário tem acesso a mais água, as próximas unidades são alocadas para usos sucessivamente menos importantes, e o valor atribuído à próxima unidade diminui.

Griffin (2006) aponta diversos métodos para estimar a demanda. Uma vez que o foco desse estudo são demandas urbanas, existem 3 técnicas indicadas para as estimativas: *point expansion*, *statistical regression* e *contingent valuation*.

Quadro 1: Metodologias para estimativa de demandas (GRIFFIN, 2006)

Metodologia ²	Tipo de dado de entrada	Potencialidade da metodologia
<i>Point expansion</i>	Um dado conhecido de quantidade e preço da água; elasticidade	Utilizável para todos os setores, mas a elasticidade precisa ser gerada por outro método
<i>Residential imputation</i>	Quantidade e preço de saída custo de produção e lucros	Para utilização quando a água é o principal para a produção, principalmente para irrigação
<i>Activity analysis</i>	Múltiplas atividades, como preços de entrada e lucro para cada atividade	Para utilização quando a água é o principal para a produção, principalmente para irrigação e indústria
<i>Production function</i>	Dados experimentais ou relações físicas	Irrigação, hidroeletricidade, processos de manufatura individuais
<i>Statistical regression</i>	Comportamento dos usuários sobre a variação de preços, transações de mercado ou dados	Consumo urbano/residencial e industrial/comercial
<i>Contingent valuation</i>	Dados dos consumidores	Consumo urbano/residencial e recreação
<i>Hedonic pricing</i>	Transações de mercado de propriedade e água	Recreação e irrigação
<i>Travel cost</i>	Dados dos envolvidos na recreação	Recreação

Statistical regression é fortemente dependente do conhecimento do comportamento dos usuários referente à modificação dos preços e transações de mercado e geralmente produzem uma relação linear entre preço e demanda. Para a metodologia de *Contingent valuation*, a coleta de dados junto aos consumidores é premissa básica, pois o método baseia-se em um levantamento das preferências, com consulta direta sobre detalhes específicos sobre seus valores. Estas duas metodologias, portanto, exigem um grau mínimo de conhecimento da amostra a ser estudada e, portanto, podem ser muito úteis para a verificação.

A metodologia *Point expansion* possibilita estimar a curva de demanda com base em um ponto conhecido de quantidade consumida (w') e respectivo preço unitário (p'), e a elasticidade (ϵ). O ponto conhecido (w', p') pode ser facilmente obtido, como em uma conta de água recente, e serve para “estender” a função de demanda para as duas extremidades. A obtenção da elasticidade, por sua vez, é a maior dificuldade deste método, podendo ser contornado pela utilização inicial de valores apresentados na bibliografia. Diversos estudos já foram conduzidos coletando dados reais de consumo e estimando estatisticamente as funções de demanda. Em conjunto, várias estimativas de elasticidade, em especial para a demanda de água urbana, aparecem na bibliografia, tal como Schefer (2016) demonstrou em sua pesquisa.

A elasticidade é definida como a variação percentual na quantidade demandada que ocorrerá para uma variação percentual no preço. Uma vez que a demanda da água será sempre decrescente com o aumento do preço, a elasticidade é negativa. A partir desta relação, existem duas possibilidades de analisar a curva de demanda: de forma linear ou exponencial.

² Os seguintes termos são apresentados na língua inglesa, devido a existência outras metodologias análogas quando traduzidas para o português; dessa forma, os termos podem assim ser consultados diretamente em Griffin (2006) para obter maiores informações sobre o método.

Quadro 2: Equacionamento da metodologia *point expansion* linear e exponencial

Linear		Exponencial	
$w = Ap + B$ (1)		$w = Ap^B$ (2)	
$A = \frac{\varepsilon w'}{p'}$ (3)	$B = w' - Ap'$ (4)	$A = \frac{w'}{p'^{\varepsilon}}$ (5)	$B = \varepsilon$ (6)
$w = w' \left(1 - \varepsilon + \frac{\varepsilon p}{p'}\right)$ (7)		$w = \frac{w'}{p'^{\varepsilon}} p^{\varepsilon}$ (8)	

Onde: p = preço unitário da água; w = quantidade de água; p' = preço da água no ponto conhecido; w' = quantidade de água no ponto conhecido; ε = elasticidade; A e B = coeficientes da curva de demanda.

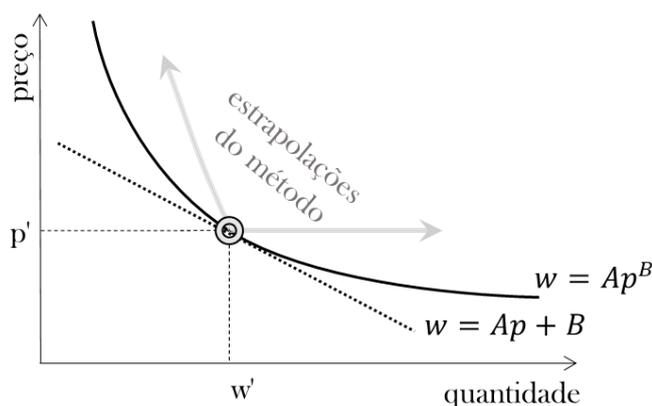


Figura 2: Curvas de demanda linear (linha pontilhada) e exponencial (linha contínua), conforme a metodologia *Point expansion*

Devido à maior complexidade dos demais métodos e a simplicidade em termos de quantidade de informação prévia que o *point expansion* apresenta, este método é amplamente utilizado nos estudos de gestão de recursos hídricos. Idealmente, existiria, para cada situação, a elasticidade a ser considerada. Contudo, é importante salientar as limitações.

Não se deve presumir que a demanda de água realmente apresente elasticidade constante em toda a faixa da curva, devendo-se utilizar a extensão do método em um limite não tão distante do ponto inicial conhecido. Assim como a demanda é sensível a preço, a mesma também é variável conforme setor de uso, clima, normas culturais e sociais, política de regulamentação do uso da água, renda, dentre outros. Portanto, é de se esperar que a elasticidade também seja sensível a esses fatores. Ainda, sempre que a demanda ou oferta tenha influência sazonal, a elasticidade também apresentará sazonalidade. Dependendo do horizonte dos projetos de estudo, a disponibilidade a pagar dos usuários poderá ter variações. No longo prazo, espera-se que a demanda seja mais elástica (mais negativa), uma vez que os consumidores teriam mais opções à sua disposição, ao contrário de uma análise de curto prazo, no qual os usuários teriam um cenário de tecnologias, por exemplo, pré-estabelecido e de certa forma mais estável.

Dessa forma, como a elasticidade é o principal parâmetro do método e podem ocorrer diversos ruídos os quais contribuam para a sua incerteza, deve-se sempre buscar trabalhar com uma faixa de valores possíveis. Assim, tem-se ao invés de uma curva de demanda, uma faixa de demanda.

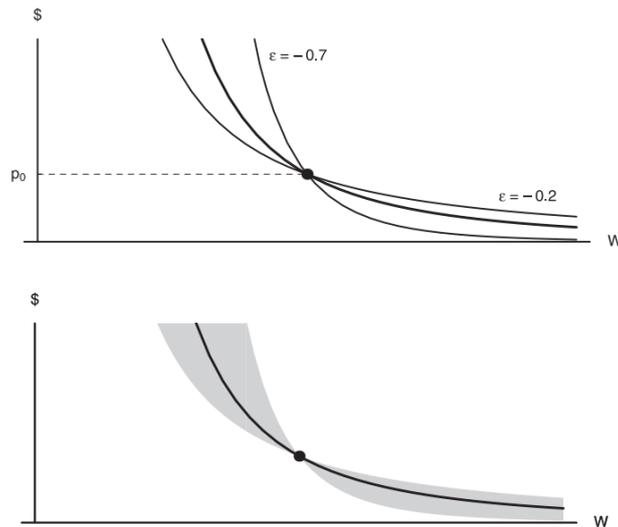


Figura 3: Estimativa e projeção por análise de sensibilidade dos erros da metodologia point expansion (GRIFFIN, 2006)

Elasticidade

O principal objetivo de se identificar a elasticidade é saber o efeito que a variação dos preços pode ocasionar ao consumo de um bem, no caso a água, e também fazer projeções de disponibilidade a pagar pelo volume deste bem. Como visto nos conceitos de bem normal e bem inferior, a renda também é um importante fator relacionado à variação do consumo. A **elasticidade-renda**, portanto, é o índice que indica as variações percentuais na demanda conforme variações percentuais na renda do consumidor.

Como a água é tida como um bem normal, quanto maior a renda, maior será a quantidade demandada.

$$\epsilon_R = \frac{\Delta w/w'}{\Delta R/R'} \quad (9)$$

Onde: Δw é a variação na demanda; w' a quantidade consumida; ΔR , variação na renda; R , renda vinculada ao consumo w' .

Dessa forma, quando o bem é normal, a variação da renda induz uma variação da mesma forma na quantidade demandada, resultando em que ϵ_R irá variar de 0 a 1.

A elasticidade-renda, embora seja um índice relevante para estimar demandas em uma população, se torna de difícil estimativa, uma vez que seria necessário avaliar a evolução de consumo de uma mesma amostra ao passo que esta tem sua renda elevada, o que exige um complexo controle e por vezes longo tempo de estudo. Uma alternativa viável é se utilizar a **elasticidade-preço** de populações semelhantes, mas com a diferença de renda.

A elasticidade - preço da demanda mede a reação dos consumidores às mudanças no preço e é o resultado da divisão entre a diferença entre a quantidade demandada e a diferença entre as mudanças dos preços. Conforme a disponibilidade do usuário a pagar por certo bem, a variação do seu consumo frente a um aumento ou diminuição do preço será diferente. A elasticidade também pode ser compreendida como a inclinação do ponto preço x quantidade da Figura 4. Dessa forma, uma demanda é considerada unitária quando a elasticidade é igual a 1. Caso a elasticidade seja maior que 1, trata-se de uma demanda elástica; caso seja inferior a 1, demanda inelástica.

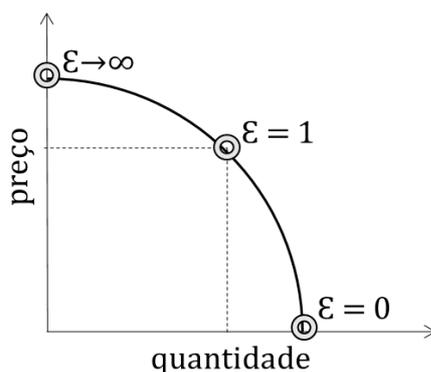


Figura 4: variação da elasticidade conforme preço e quantidade demandada.

Demandas preço-elásticas estão relacionadas àqueles bens considerados mais supérfluos, pois para esses, a quantidade é alterada mais do que proporcionalmente ao preço, ou seja, o aumento do preço em dobro pode gerar uma diminuição do consumo para menos da metade inicialmente demandada. Já demandas inelásticas são daqueles bens mais necessários, como é o caso da água; é por isso que dobrar o preço da água não necessariamente vá fazer com que os usuários diminuam pela metade do seu consumo; em realidade, o consumo irá diminuir, mas provavelmente continuará sendo mais do que a metade inicialmente consumida. Dessa forma, pode-se dizer que a elasticidade é um índice de valores negativos, pois o aumento do preço gera uma diminuição da demanda (e vice-versa). Um dos únicos casos em que a elasticidade-preço da demanda por um bem assume valores positivos são os **bens de luxo**, onde o aumento do preço de um produto sinaliza uma posição de status (GVCES e ANA, 2018).

A elasticidade-preço da demanda é definida como a variação percentual na quantidade demandada que ocorrerá para uma variação percentual no preço. Como a demanda de água diminui enquanto o seu preço aumenta, a respectiva elasticidade-preço será negativa (GRIFFIN, 2006).

Andrade *et al.* (1995) se valendo dos consumidores cadastrados pela Empresa de Saneamento do Paraná, realizaram estimativas de forma a congregarem a elasticidade-renda e elasticidade-preço em uma única avaliação. Em seu estudo, foram utilizados métodos de regressão para estimar os parâmetros da função de demanda, tendo como base o preço da água ao longo do ano de 1986 (estrutura tarifária de blocos de consumo), com os valores mensais de abastecimento, pagos por mais de 5.000 residências, o número de pessoas atendidas pelo sistema, e a sua renda. As estimativas da função de demanda foram feitas para a amostra geral, para usuários com renda mensal até dois salários mínimos, entre dois e dez salários mínimos e com renda superior a dez salários mínimos (SM). Os resultados das elasticidades-preço foram os seguintes:

Tabela 1: Elasticidade conforme renda do usuário (ANDRADE, BRANDÃO, et al., 1995)

Renda	Elasticidade-preço
Até 2 salários mínimos	-0,62
Entre 2 e 10 salários mínimos	-0,16
Maior do que 10 salários mínimos	-0,22
Amostra geral	-0,24

A diferença entre a elasticidade da classe baixa e as demais é facilmente compreensível pela disponibilidade a pagar destes usuários. Populações de menor renda tendem a diminuir mais rapidamente o seu consumo quando aumentado o preço do bem; nesse caso, o valor

de -0,62 pode ser traduzido para “a cada 1% de aumento no preço da água, o consumo inicial diminui em 0,62%”. Para as demais classes, o impacto do aumento do preço da água no consumo é bem menor. Entretanto, seria de se esperar que esse impacto fosse gradativamente menor conforme o aumento da renda. Contudo, existe um pequeno aumento para as classes mais altas, uma vez que o sistema de preços da SANEPAR é em blocos, ou seja, conforme aumenta o consumo, o preço pelo m³ de água também aumenta. Isto pode ser um fator bastante influenciável, uma vez que os preços cobrados pela SANEPAR chegavam, na época do estudo, a mais de 2,5 vezes o preço do último bloco em comparado ao primeiro. Este tipo de cobrança é o mesmo aplicado pela CORSAN de Viamão, por exemplo, mas diferente do DMAE de Porto Alegre, onde o preço do m³ é o mesmo independente do consumo efetivado.

Como a elasticidade-preço refere-se a cogitações sobre quanto o consumidor estaria disposto a modificar o seu consumo de água caso houvesse uma alteração no preço, a mesma pode ser um conceito útil no estudo de instrumentos econômicos de gestão, como a cobrança pelo uso da água. Da forma como as cobranças vêm sendo implementadas, sem um adequado conhecimento sobre o comportamento do usuário, acaba por tornar objetivos de indução do uso racional difíceis (provavelmente impossíveis) de serem alcançados. Apesar de os valores cobrados serem definidos por um colegiado composto pelos próprios usuários (dentro de Comitês de Bacia), a principal dificuldade reside no fato de que os mesmos possuem resistência ao instrumento por não conhecerem ou não acreditarem nos benefícios que irão receber com a implementação da cobrança. Geralmente o usuário industrial é mais onerado, o residencial com valores intermediários e o agrícola com as menores cobranças. E por isso é tão fundamental que se conheça o comportamento possível dos usuários de um sistema, para que se possa prever quais impactos financeiros e de redução (ou não) no consumo de água.

Caracterização e aspectos econômicos das demandas

A determinação da demanda por água vai além da determinação do seu valor. Enquanto a demanda de água é uma relação funcional entre a quantidade demandada e o preço, um valor marginal da água é um ponto único nessa função e o conhecimento da função por vezes é mais útil do que saber um único valor (GRIFFIN, 2006). A demanda é influenciada por diversos fatores, mas o mais notório é o uso para o qual ela se destina. A seguir apresenta-se detalhamento sobre três grandes usos: urbano, industrial e agrícola. Além das demandas específicas serem distintas entre esses grupos, a variação do consumo de água com a modificação de fatores externos também é particular de cada um.

Dentre estes três usos, a caracterização das **demandas urbanas** é foco da maioria dos estudos de estimativas para elasticidade, uma vez que não existem insumos produzidos, que podem ter facilmente valores agregados e, indiretamente, fornecer estimativas de variação do uso da água com o aumento e redução dos preços. Contudo, o número de estudos sobre valores padrão para o consumo urbano fornecem uma faixa de possibilidades muito ampla ((Dalhuisen et al. (2003); (GRIFFIN, 2006); (RIBEIRO, LANNA e PEREIRA, 1999)). No entanto, o que a maioria aponta é que a demanda urbana é inelástica, ou seja, o consumo de água diminui menos do que proporcionalmente ao aumento do preço; Ribeiro, Lanna e Pereira (1999) apontam que cerca de 90% das estimativas variam entre 0 e -0,75.

Devido à disponibilidade de dados comparativos, a **demanda industrial e comercial** é muito menos estudada do que a demanda doméstica ou agrícola. A demanda por água comercial é uma função dos preços de produção e insumo, bem como do preço da água. Pequenos usuários geralmente obtêm sua água das concessionárias da cidade e são mais propensos a mudar o padrão de consumo com a variação dos preços; já grandes usuários industriais tendem a gerir sua própria água com captações próprias ou reuso de água,

apresentando menor variação (GRIFFIN, 2006). A demanda industrial também é inelástica (menor do que 1), mas os valores são superiores à demanda urbana, pois possui mais artifícios para articular uma eventual carência de água. Dessa forma, quanto mais dependente for o usuário industrial do abastecimento público, mais ele se assemelha a um usuário urbano.

A **demanda agrícola** é um tópico bem estudado, já que convém ao uso dominante da água na maioria das regiões com escassez de água. Ao contrário da demanda residencial, a demanda de água de irrigação frequentemente exibe um preço de estrangulamento - um limite de preço acima do qual a quantidade demandada é zero. No geral, esses resultados nos dizem que a demanda de água agrícola geralmente não é uma função constante de elasticidade (GRIFFIN, 2006). Demandas agrícolas podem ser tão influenciadas pelo preço da água que em alguns casos (para culturas com preço de mercado mais baixos ou com sistemas menos eficientes de irrigação) a elasticidade é superior à 1 (demandas elásticas - a quantidade é alterada mais do que proporcionalmente ao preço). Contudo, a cobrança pode ser aplicada nesses casos não necessariamente para redução do consumo em si, mas sim para incentivar à adoção de sistemas mais eficientes de irrigação.

Custos da escassez e o excedente ao consumidor

A economia trata da alocação de recursos escassos. Caso se tenha abundância de recursos, a valoração se dá pela simples equação de custo de produção somado ao lucro pretendido pelo produtor. Quando o recurso se torna escasso, busca-se otimizar o seu uso e surge um valor relacionado à sua disponibilidade, uma vez que agora a decisão de empregar o recurso para um determinado uso implica em renunciar a outros usos que competem pelo mesmo recurso. A lei geral de escassez aplica-se a qualquer recurso com quantidade limitada. Como “bem comum” e possuindo características de não-excludência e rivalidade, a falta de uma adequada precificação da água acaba por ser suscitar seu uso de forma ineficiente.

Existem dois níveis de escassez dos recursos: a escassez econômica é quando a demanda por determinado bem/serviço é superior à oferta desse mesmo bem/serviço; e a escassez absoluta, quando se tem quantidades inferiores àquelas tidas como essenciais (GVCS, 2017). Desta forma, escassez absoluta não pode ser manejada por meio de instrumentos econômicos, uma vez que isso envolveria a valoração de usos essenciais à vida. Já a escassez para usos econômicos, pode se configurar quando o abastecimento é insuficiente para o gerenciamento de uma dada linha de produção. Nesse caso, é possível administrar as quantidades de água destinadas aos demais usos por meio do seu valor marginal. Ou seja, é possível prever as perdas de produtividade em função de uma falta de água e compará-las a um investimento em reuso de água, o que possibilitaria aumentar a garantia de abastecimento. Entretanto, também existe para cada setor produtivo um limite de escassez absoluta, como a mínima quantidade de água para dessedentação animal, ou um percentual mínimo de água para a garantia de qualidade de um alimento.

No caso do uso da água para fins produtivos é mais direta a verificação do valor da água por meio da comparação com uma eventual perda de produtividade. Contudo, o uso residencial também apresenta diferentes escalas de valoração da água, embora seja mais sutil a sua percepção.

CGVces e ANA (2018) trazem a precificação da água baseada em custo, valor e preço. O custo tem relação aos custos de provisão do bem – como investimentos, e manutenção e operação, os quais dependem apenas de garantir o sistema de abastecimento funcionando – e aos custos de oportunidade, que tem relação com o não uso do bem por outros usuários ou para outra finalidade. Disso temos que o valor está relacionado, portanto ao benefício auferido pelo usuário conforme a utilização do recurso. E finalmente o preço é

uma quantidade definida por sistemas políticos e sociais pela utilização do bem, que deveria garantir a recuperação dos custos, equidade e sustentabilidade do recurso.

Na prática, os preços efetivados não refletem os custos e os valores da água, pois geralmente está apenas relacionado ao custo de provisão. Contudo, o custo de oportunidade está sempre presente para recursos escassos, na medida em que reflete os benefícios de outras possibilidades de uso negadas, gerando externalidades negativas aos usuários prejudicados pela precificação falha da água. No momento em que se paga apenas pelos custos de adução, tratamento e distribuição da água até o usuário, este terá como conta final um valor fixo (referente a quanto custa a estrutura de abastecimento) multiplicado pela quantidade de água consumida. Ou seja, enquanto o preço unitário pelo uso da água for independente da disponibilidade, não existe indicativo de que a água em um período de escassez tem maior valor.

O problema econômico fundamental é pautado no fato de que os recursos disponíveis são limitados quando comparado às necessidades dos usuários. Para recursos existentes em quantidades suficientes, portanto, não existe uma organização econômica para seu uso, como por exemplo o ar, que existe em quantidades (até então) suficientes para toda a humanidade utilizar. A lei da escassez existe para responder quanto, como e para quem produzir os bens necessários (VASCONCELLOS e GARCIA, 2014).

O reconhecimento da água como um recurso escasso é fundamental para à constatação de que a água pode e deve ser tratada como um bem econômico (GVCES e ANA, 2018). Para a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) há tempos a água é considerada como um recurso econômico escasso, para o qual o conhecimento, mão de obra e dinheiro, têm que ser usados para garantir que os recursos hídricos estejam disponíveis em quantidade, forma, qualidade, local e tempo para que as pessoas possam usá-los (OECD, 1987 apud; OPSCHOOR, 2006).

No Brasil também já existe o entendimento de que a água deve ser tratada como um bem econômico. A Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) tem como um de seus fundamentos que “a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico”. Dessa forma, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico tem cada vez mais voltado seus estudos de forma a viabilizar a mudança de paradigma das políticas de gestão de recursos hídricos para que sejam abordados de forma não idealizada os conceitos de economia de recursos hídricos. Com isso, foi elaborado um Sumário Executivo, para nivelar o conhecimento dos gestores públicos e ordenar as ações. Os conceitos apresentados sobre a escassez de água foram esclarecidos conforme a relação entre os tipos de bens econômicos e a quantidade de água. Dessa forma, a água é considerada um **bem de mérito** quando se apresenta em escassez absoluta, ou seja, não há escolhas de alocação a serem feitas, pois o atendimento das necessidades básicas é prioridade absoluta. Já no extremo oposto, quando a água é abundante, ela é um **bem não-econômico**, uma vez que pode atender a todas as demandas sem restrições. As decisões sobre alocação da água devem existir quando ela passa a ser um **bem econômico**, ou seja, quando é relativamente escassa; nesse caso, o princípio da eficiência deve ser levado em consideração.

Á G U A



Figura 5: Definição da água como bem de mérito, bem econômico ou não econômico. (Adaptado de CGVces e ANA (2018))

Neste momento é provável que usuários não tenham acesso à integralidade da quantidade demandada. O **custo de escassez** aparece, portanto, quando a quantidade efetivamente consumida é inferior à demandada e sua estimativa se dá por meio da integral da curva de demanda entre os pontos de quantidade alocada disponível ao usuário (w^*) e a demanda, que equivale à quantidade de água pretendida quando o valor do recurso tende à zero. A estimativa do custo de escassez de uma alocação de água com base na curva de demanda é estimada, portanto, pela área hachurada conforme a figura a seguir.

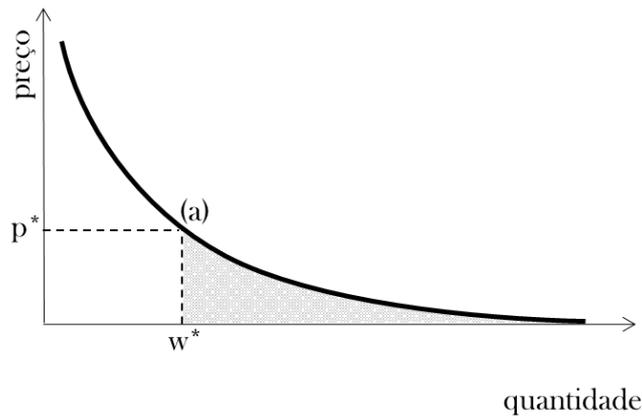


Figura 6: Custo de escassez (área hachurada)

Lembrando que a curva de demanda é igual à curva de benefício marginal líquido. Nas relações entre custo e benefício, tem-se o usuário consumindo até o ponto em que o benefício será igual ao custo, ou seja, no ponto de equimarginalidade. A diferença entre o benefício marginal (BM) e o custo marginal (CM) é o benefício marginal líquido.

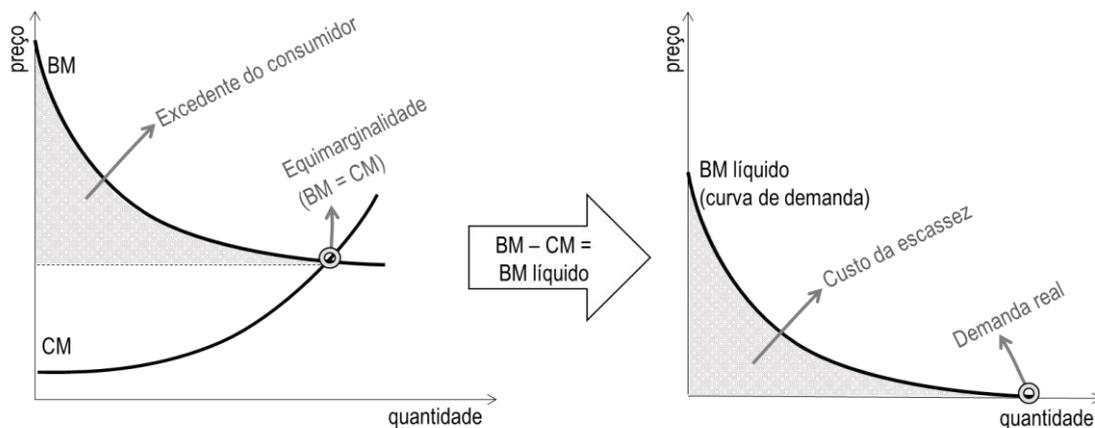


Figura 7: Relação entre o excedente do consumidor e o custo da escassez

1.2. INSTRUMENTOS ECONÔMICOS APLICADOS À GESTÃO DAS ÁGUAS

A década de 60 foi mundialmente marcada por projeções catastróficas acerca dos possíveis esgotamentos dos recursos naturais, o que acabou contribuindo para o desenvolvimento de uma Economia de Meio Ambiente, que até então não era incorporada aos fundamentos das economias de mercado (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003). Segundo a teórica econômica neoclássica, a utilização dos recursos naturais pela sociedade é regrada pela relação entre oferta e procura, a qual tem como resultado uma maximização dos benefícios, pautada principalmente no preço do recurso, que sinaliza a escassez do mesmo. A incompatibilidade no nivelamento da concorrência dos diferentes usuários, a falta de clareza nas definições de direitos de posse, a existência de externalidades bem como a inexistência de preços de mercados realistas, resultam em uma série de dificuldades na aplicação dessa teoria para os bens naturais. Embora esta mentalidade esteja evoluindo, os recursos naturais como um todo ainda são vistos como uma fonte de livre e indiscriminado acesso, não possuindo nenhum preço de mercado, mesmo que em situações de escassez. Por isso, diversas correntes ainda rejeitam os fundamentos econômicos-ambientais neoclássicos, defendendo que não se deve deixar o uso da natureza “à mercê” de interesses individuais, devendo-se seguir o princípio do cuidado, impedindo que qualquer ameaça seja imposta (HARTMANN, 2010)

Dessas teorias surgem dois instrumentos de ordenação do uso dos recursos naturais: os Instrumentos de Comando e Controle (ICC) - baseados nos princípios econômicos clássicos - e os Instrumentos Econômicos (IE) - advindos da economia neoclássica dos recursos naturais. Os ICC foram inicialmente propostos, pois era necessário barrar o grau de comprometimento ao quais os recursos naturais estavam sendo submetidos pelo aumento desenfreado da sua utilização; são, portanto, instrumentos regulatórios, que impõem regras de conduta aos usuários de forma direta como, por exemplo, reduzir emissões de certo poluente em 30% ou lançar em uma dada concentração máxima. Já os IE são instrumentos de mercado, os quais buscam influenciar indiretamente a exploração desses recursos; são pautados em critérios de decisão do usuário sobre a sua adaptação individual (HARTMANN (2010); MOTTA (1998)).

Griffin (1998) traduziu esses conceitos para a dinâmica de alocação da água através dos princípios fundamentais da análise de custo-benefício, dentre os quais consideram que “os projetos são considerados economicamente aceitáveis se os benefícios a quem eles acumulam excedem os custos estimados”, “a medição de custos é baseada em custos de oportunidade social” e “os benefícios do consumidor devem ser medidos como variações de consumo”. Os custos do gerenciamento dos recursos hídricos estão associados à sua escassez, ou seja, o custo de não ter recursos suficientes para atender às demandas. Os benefícios, por sua vez, estão diretamente associados ao alcance mais próximo possível dessa demanda. Para cada unidade a mais de água concedida a um usuário, o seu benefício é incrementado proporcionalmente ao custo de oportunidade desse recurso; da mesma forma, para cada unidade a menos de água, o custo de escassez é ampliado.

A água é um bem essencial à vida e este argumento por vezes é utilizado dentre as premissas contrárias à chamada “mercantilização da água”. Contudo, não é somente o fato de sem água não ser possível a manutenção dos seres vivos que resulta nesse empasse, mas muito pela falta de definições de regime de propriedade devido à sua natureza (*quem é dono?*), o que gera incertezas quanto ao seu acesso e suscita um descaso à sua conservação. Ao passo que a água “não é de ninguém, mas é de todo mundo”, todos reivindicamos o direito de ter acesso, mas nem todos lembram do dever de preservar. Dessa forma, o bem essencial à vida

acaba por vezes consumido ou poluído em excesso. A relação passional que temos com a água leva, portanto, a uma dificuldade de associá-la à um bem econômico.

A água se movimenta e, portanto, excessos no consumo e de poluição vão obrigatoriamente gerar externalidades, o que pode resultar em impactos expressivos dependendo do grupo de usuários que for afetado. Essa é outra dificuldade para a caracterização da água como um bem econômico: a necessidade de se considerar os diversos usuários envolvidos e os respectivos requerimentos de consumo e acesso. Por ter múltiplos usos em vários setores e não poder ser produzida sob demanda, a água é um bem cuja possibilidade de substituição varia conforme o uso (p.e. para alguns usos é possível substituir água por tecnologias alternativas ou mais eficientes). Isso torna o seu consumo sujeito às regulações governamentais, racionamentos e controle de preços. Mesmo assim, a água é um recurso fugitivo, ou seja, “pode transitar entre os agentes de forma barata” (ARROW, 1969) e “é perdido caso não seja capturado e os fluxos são consideravelmente maiores do que os estoques” (SAVENIJE, 2002).

Ainda que exista grande resistência social, a água deve sim se entendida como um bem econômico, ao qual sua valoração depende do consumo dos usuários e da situação ou não de escassez. O consumo e uso, entretanto, não são facilmente mensuráveis e a alocação da água tampouco é. Nesse contexto, a aplicação com sucesso de soluções de mercado para a água depende da capacidade de resolver as questões que levam à sua falha (externalidades, assimetria de informação, risco moral, altos custos de transação e excludência). Finalmente, em vista das características emocionais atreladas à água que limitam a sua percepção como bem econômico, quaisquer tentativas por valorar e precificar o consumo de água demandam também discussão social e política, muitas vezes anteriores a debates sobre a viabilidade técnica.

A cobrança pelo uso da água: já não pagamos pelo consumo?

Em geral, os produtos que consumimos são dotados de valor econômico. Por exemplo, embora o conteúdo e a embalagem da água engarrafada possam não apresentar variações significativas quanto ao custo de produção, ela possui um valor diferente de comercialização conforme o fornecedor, local, público-alvo e disponibilidade. Uma mesma garrafa de água pode ser comercializada ao dobro do preço usual para usuários na beira da praia durante o verão.

Entretanto, uma garrafa de água mineral é claramente compreendida por todos os usuários como um bem de consumo, ao passo que a água provida pelo abastecimento público acaba sendo muitas vezes interpretada como um bem público e que deve ser de livre acesso; e não se poderia cobrar por um bem essencial à vida. Cabe ao poder público o dever de conceder acesso à toda a população à água em quantidade e qualidade suficiente para as necessidades básicas da vida. Contudo, no momento em a água se torna escassa, alguns usos passam a apresentar custos de oportunidade, que dependem de outros usos a montante ou a jusante. Outro aspecto importante é que nessas condições de escassez, atender às demandas crescentes irá requerer o acesso a fontes de produção mais distantes e tecnologias de tratamento mais complexas, aumentando o custo. O resultado é a necessidade urgente de políticas de alocação mais eficientes, atacando o problema pelo lado da demanda. Políticas de alocação podem impor restrições a determinados usos da água, mas não são impeditivos ao acesso à água pela população. Pelo contrário, é a limitação a determinados usos (considerados não prioritários ou de menor valor) que irá permitir o atendimento aos usos prioritários. Instrumentos de precificação da água são, portanto, potenciais aliados das políticas de alocação eficiente da água em períodos de escassez.

Basicamente, os instrumentos de precificação da água se dividem em três grandes grupos: os sistemas de tributação de água; os sistemas de subsídios e contrapartidas; e os sistemas de alocação, transação e transferência de água (GVCES e ANA, 2018). Adicionalmente, em períodos de crise hídrica, tem-se os sistemas de contingenciamento. Cada um desses sistemas tem o seu grau de política de preços compatíveis com os respectivos objetivos, destacados a seguir.

Sistemas de tributação da água

Dentre as cobranças que não estão diretamente relacionadas ao consumo de água, figuram as **taxas de regulação ou emolumentos**, que são estabelecidas com o objetivo de financiar as regulações e fiscalizações necessárias para garantir a disponibilidade hídrica ao longo do tempo. Muitas vezes estas cobranças têm uma forte conexão com os órgãos ambientais, tais como as taxas do processo administrativo de licenciamento ambiental ou outorga de uso da água. Em Portugal, anualmente a população deve pagar a Taxa de Recursos Hídricos, definida conforme as necessidades em planejamento, proteção e gerenciamento da agência de proteção ambiental. O Arquipélago de Fernando de Noronha (Pernambuco – Brasil) possui dois tipos de cobrança com esta lógica, ainda que não exclusivamente ao uso de recursos hídricos: a Taxa de Preservação Ambiental (proporcional ao número de dias de permanência) e o Ingresso do Parque Nacional Marinho (que dá acesso às praias localizadas dentro da área de proteção do Parque Nacional).

As **tarifas de saneamento** são o que se conhece por “conta de água”. Os valores estipulados no abastecimento público de água e coleta e tratamento de esgoto são em média no Brasil R\$ 3,63/m³, podendo chegar a até mais de R\$ 10/m³ em alguns municípios do país. Estes valores, em realidade, são um ressarcimento pelo serviço prestado de abastecimento e esgotamento sanitário, dos quais em média mais de 90% do total arrecadado é utilizado na manutenção do próprio sistema (BRASIL, 2019).

A **cobrança pelo uso da água bruta** prevista na Lei de Recursos Hídricos brasileira (BRASIL, 1997) tem como princípios custear parte da infraestrutura necessária tanto para a regulação dos recursos hídricos quanto para realizar investimentos e induzir o uso racional da água, e dessa forma, sinalizar o valor econômico da água. No entanto, a maioria das cobranças que surgem com os Planos de Bacias Hidrográficas tem um viés financiador. O fato de já existirem outras tributações pode passar a impressão ao usuário de que o mesmo está sendo sobretaxado ou, ainda, da existência de restrições de acesso ao bem essencial à vida. Este pensamento vem à tona durante o período inicial da cobrança e ao passo em que a população não percebe retorno nos investimentos. Essa cobrança, contudo, não é um imposto ou tarifa cobrados pelas distribuidoras de águas, mas sim uma contrapartida pelo uso de um bem público. Ainda, é importante ressaltar que a cobrança da PNRH representa uma pequena parcela do total necessário para financiamento e manutenção da gestão de recursos hídricos. No país, por lei, pode-se aplicar até 7,5% do total arrecadado na estrutura de gestão (Agências de Bacias ou respectivas delegatárias); já em aporte de investimentos, estima-se que a cobrança consiga suprir cerca de 13% dos totais previstos nos planos de ações (FINKLER, MENDES, *et al.*, 2015). Por isso, é essencial que se busquem alternativas de fontes de recursos, pois não se pode depositar sobre a cobrança pelo uso da água toda a carga financiadora da gestão dos recursos hídricos.

Com um propósito diferente, surgem também as **tarifas de indução ao uso racional** que podem ou não estar associados às cobranças já apresentadas, podendo estar relacionadas a um grau de consumo ou escassez. Tarifas de abastecimento crescentes conforme o consumo (**tarifa de blocos crescentes**) são um exemplo comum. Neste caso, no lugar de um preço único pelo volume consumido, são utilizadas faixas de valores incrementais conforme a utilização de água ultrapasse limites definidos. Esta abordagem

sinaliza ao usuário um potencial de economia ao consumir menos água de modo a permanecer dentro de um bloco de menor valor. Embora seja uma medida de médio prazo para a mudança dos padrões de consumo, estudos na Califórnia apontam o potencial de diminuição em quase 20% do consumo inicial com um incremento de 4% na média arrecadada pela estrutura de blocos. Baerenklau et al. (2013) ainda estimam que esta mesma diminuição somente seria possível com o dobro do valor da tarifa única inicialmente praticada. Esta diferença ocorre principalmente por a tarifa em blocos já sinalizar de antemão ao usuário que a água se torna mais cara com o aumento do consumo. Contudo, esta estrutura depende de uma maior complexidade na definição dos incrementos, os quais não podem ser baixos demais de forma que não induza nenhuma mudança no comportamento, mas também nem altos demais, penalizando excessivamente o usuário. Discrepâncias ocorrem, no entanto, para famílias de menor renda ou com mais residentes por domicílio e ainda condomínios e comunidades com conexões compartilhadas, as quais pagarão sempre a tarifa mais elevada em função do maior consumo coletivo.

Outra forma de indução ao uso racional são as **tarifas sazonais**, as quais são acionadas em períodos de escassez. Um exemplo que tangencia o setor de recursos hídricos é a bandeira tarifária da geração de energia elétrica. No Brasil, conforme o risco hidrológico associado à previsão de operação das usinas hidrelétricas (principal fonte de energia no país) é identificada a necessidade em se acionar a reserva de produção energética das usinas térmicas. Assim, dependendo do grau de comprometimento hídrico do mês, é indicado nas faturas das contas de luz qual o sistema tarifário em vigor, que pode ser verde, amarelo ou vermelho. Para o nível verde, nenhuma taxa adicional é acrescida; já para os níveis amarelo e vermelho, pode-se chegar a taxas adicionais de aproximadas de 1% a 8% do total da fatura mensal. Devido a recente crise hídrica no Brasil, foi aprovado em agosto de 2021 um nível acima de bandeira tarifária vermelha, referente à escassez hídrica.

Sistemas de contingenciamento

O Marco do Saneamento, disposto na Lei nº 11.445/2007 e posterior atualização da Lei nº 14.026/2020, atribui às agências reguladoras do saneamento a definição de regramentos acerca de medidas de segurança, contingência, emergência e inclusive racionamento, como diretrizes da prestação dos serviços de saneamento básico. Em relação à adoção de racionamento, manteve-se a possibilidade de criação de mecanismos tarifários de contingência, com objetivo de cobrir custos adicionais decorrentes de situação crítica de escassez declarada pela autoridade gestora de recursos hídricos, como forma de garantir o equilíbrio financeiro da prestação do serviço e a gestão da demanda.

Em 2017, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) em conjunto com a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (ARSAE) instituiu um projeto piloto de instalação de hidrômetros controladores de volume (“hidrômetros sociais”), como alternativa de manejar a inadimplência do serviço de abastecimento, mas sem aplicar sanções aos usuários que impedissem o acesso à água, como é o corte do fornecimento de água. O projeto foi constituído com uma iniciativa de troca do hidrômetro tradicional dos usuários inadimplentes por um equipamento com controlador de volume; dessa forma, a COPASA passa a fornecer gratuitamente e de forma automática um volume mínimo diário de água até que seja regularizado o pagamento pelo serviço de abastecimento. O volume fornecido pelo hidrômetro social seria suficiente para o usuário realizar atividades básicas de consumo de água. Os resultados do projeto indicaram que essa política alternativa ao corte se constitui em um modo rápido de recuperação do débito associado à inadimplência, diminui as irregularidades (pois o corte do fornecimento de água induz os usuários a realizarem conexões ilegais), agrega impacto positivo para a imagem da empresa junto aos seus usuários, e traz praticidade ao conceito do direito humano fundamental de acesso à água (AGUIAR, 2019). Atualmente, a COPASA ainda mantém as

ações tradicionais de corte de água (CRUZ, 2020), mas o projeto piloto desenvolvido encontra-se em fase de avaliação pela ARSAE quanto à sua efetividade em relação aos benefícios e objetivos propostos (ARSAE, 2020). Ainda que voltado para solucionar questões de inadimplência do serviço de abastecimento, a iniciativa de cunho social trazida pela COPASA pode ser uma alternativa robusta para a indução ao uso racional, em contrapartida à aplicação do racionamento (ou corte de água) de forma mais dura, ou com a instituição das tarifas de contingência, na tentativa de sinalizar situações de escassez (ainda que na maioria das vezes sem ter relação ao custo marginal da água nestes períodos).

Desde 2015 vigora no estado do Ceará situação crítica de escassez hídrica, instituída pelo Ato Declaratório nº 01/2015/SRH (CEARÁ, 2015), o que viabilizou a implantação da tarifa de contingência pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) sobre o valor da tarifa normal de água aos usuários dos municípios integrantes da Região Metropolitana de Fortaleza – Resolução ARCE nº 201/2015 (ARCE, 2015)-, e o Encargo Hídrico Emergencial pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) às indústrias termoelétricas – Decreto nº 32.305/2017 (CEARÁ, 2017). A Tarifa de Contingência da CAGECE estabelece a necessidade de redução de 20% no consumo de água, aplicada àqueles que não reduzirem o consumo de água conforme média calculada entre os meses de outubro de 2014 a setembro de 2015; o valor referente à tarifa de contingência é cobrado na própria fatura de água, mas disposto de forma segregada à tarifa normal de consumo, juntamente com os respectivos níveis de atendimento ou não da meta de consumo (CAGECE). O Encargo Hídrico Emergencial (EHE) teve seu início de execução travado por uma batalha judicial entre as duas principais termoelétricas do Ceará (EDP e Eneva), as quais questionavam a cobrança dessa tarifa adicional à cobrança pelo uso da água; inicialmente a Agência Nacional de Energia Elétrica negou o repasse do EHE aos usuários, bem como o Tribunal Regional Federal do Distrito Federal, com a justificativa de que os empreendimentos estão localizados em uma região de notório saber sobre a criticidade hídrica, onde os respectivos empreendedores assumem o risco ao se instalarem no local, inclusive optando por não utilizar fontes alternativas ao abastecimento público, como a dessalinização (Borges (2017); Nogueira (2017)), mas em 2018 as empresas conseguiram parecer favorável da justiça para repassar a tarifa extra para o custo da energia que entregam (BORGES, 2018). Ambas as tarifas de contingência em vigor no Estado do Ceará têm resultados concretos como agente financiador, possibilitando o investimento em diversas estruturas de melhora dos sistemas de abastecimento e gestão de recursos hídricos, ainda que sejam justificadas pela situação crítica de escassez hídrica. Entretanto, ao passo que a tarifa da CAGECE mantém uma essência de indução ao uso racional com a sinalização direta aos usuários sobre metas de consumo e respectivos atendimentos, o EHE, ao ser repassado ao consumidor final de energia elétrica, desincentiva o usuário de água representado pelas indústrias termoelétricas ao uso racional da água, uma vez que os isenta dessa cobrança adicional; dessa forma, uma parcela da população do Ceará acaba pagando duplamente a tarifa de contingência, uma pela conta de água e outra pela conta de energia.

O Distrito Federal também passou no mesmo período por uma crise hídrica, instituída a partir de 2016 pela Resolução ADASA nº 13/2016 (ADASA, 2016). Semelhante ao Ceará, a proposição de uma tarifa de contingência pela Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal (ADASA) para ser implementada pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) aos usuários serviços públicos de abastecimento de água teve como objetivos principais sinalizar aos usuários a necessidade de consumo consciente dos recursos hídricos e viabilizar investimentos adicionais em decorrência da crise hídrica. Em suas análises, a ADASA ainda fez uma importante ressalva de que a receita gerada pela tarifa de contingência não pode ser utilizada para compensar uma eventual redução de mercado. Com o agravamento da crise hídrica, diversas medidas foram

sendo tomadas até a decisão pela tarifa de contingência, a qual se apresenta como um modelo que busca a redução do consumo por meio de política tarifária; ou seja, tem um caráter educativo e não deve ser entendida como uma punição, já que não possui caráter arrecadatório como foco principal. No entanto, caso a população não tivesse uma resposta adequada ao estímulo tarifário para redução do consumo, foi prevista a necessidade da adoção de medidas mais rigorosas, como o racionamento (ADASA, 2016). A autorização para iniciar a cobrança da tarifa de contingência seguiu a definição dos limites de operação do sistema de abastecimento previstos na Resolução ADASA nº 13/2016, ainda que passando por alguns entraves judiciais à respeito dos percentuais aplicados sobre a fatura de água (ADASA, 2016); (TJDFT, 2016)). Logo em seguida, devido à contínua baixa dos limites mínimos de atendimento dos sistemas de abastecimento, foi necessário deflagrar a medida seguinte prevista, de racionamento (ADASA, 2016). Após 7 meses de operação, a tarifa de contingência no DF foi suspensa devido a diminuição da sua eficácia com a redução da oferta de água, tendo o racionamento ocasionado um impacto muito maior na redução do consumo (ARAUJO, 2017). Adicionalmente, os recursos arrecadados foram considerados suficientes para cobertura dos custos operacionais adicionais decorrentes da situação crítica de escassez hídrica em conjunto com uma liberação de recursos federais para a realização de obras para aumentar a disponibilidade hídrica no Distrito Federal (ADASA, 2017). Em 2018 foi encerrado o período de racionamento e, além das medidas de contingência incorporadas pela ADASA e CAESB, diversas outras ações de redução de consumo e obras de aumento da disponibilidade hídrica contribuíram para o fim do período de situação crítica de escassez hídrica no Distrito Federal (LACERDA, 2018). Através do acompanhamento do consumo mensal da população, a ADASA tem verificado uma tendência de manutenção dos consumos per capita no período pós-crise hídrica (ADASA, 2021) e mantido campanhas de conscientização e além de orientação para a instalação de equipamentos de reuso da água (ADASA, 2019).

O Programa de Incentivo à Redução do Consumo de Água do Estado de São Paulo tem como um de seus instrumentos a concessão de bônus (desconto nas contas de água) para os usuários que diminuíssem seu consumo; contudo, com o agravamento da crise hídrica de 2014, a Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP) publicou a Deliberação ARSESP Nº 545/2015 autorizando a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) a adotar a cobrança de tarifa de contingência quando o consumo mensal ultrapasse a média de consumo do usuário no período de fevereiro de 2013 a janeiro de 2014 (ARSESP, 2015). A medida, no entanto, gerou descontentamento da população e inclusive judicialização do processo, uma vez que além de instituir uma tarifa adicional aos que consumirem acima da meta, aumentou os limiares inferiores de redução de consumo para conseguir o bônus, resultando em uma maior dificuldade no atingimento dessa meta (TJSP, 2015). Durante o ano de 2015, as avaliações da SABESP foram de recuperação dos sistemas hídricos e de abastecimento, chegando a 82% dos usuários reduzindo o consumo conforme o programa instituído (SABESP, 2015); com isso, em 2016, a ARSESP cancelou a tarifa de contingência (ARSESP, 2016). A redução do consumo durante a crise hídrica motivou uma revisão tarifária extraordinária devido à queda de arrecadação e diminuição do lucro da SABESP em cerca de 50%, o que motivou, frente à nova crise hídrica de 2018 no estado de São Paulo, uma proposta de criação de um gatilho para o reajuste automático quando o consumo cair ou aumentar demais; o instrumento, que teria por objetivo “garantir o equilíbrio econômico-financeiro da Sabesp”, na prática aumentaria a tarifa de água quando a população reduzisse demais o consumo (ARSESP (2015); Leite (2018)). Devido à impopularidade e questionamentos acerca da revisão tarifária extraordinária de forma automática, a proposta foi retirada das revisões tarifárias da SABESP (ARSESP, 2018).

Sistemas de subsídios e contrapartidas

Ao contrário dos sistemas de tributação, onde o pagamento é obrigatório, os subsídios e contrapartidas são alternativas aos usuários de serem recompensados economicamente mediante ação de preservação dos recursos naturais.

Amplamente difundidos, os **pagamentos por serviços ambientais** possuem essa lógica de gratificação mediante práticas de conservação ambiental. O Estado de Nova York desde 1997 celebra um acordo firmado entre governo e fazendeiros da região de Catskill, que abrange boa parte das nascentes dos rios que abastecem a cidade de Nova York. O *Watershed Memorandum of Agreement* estabeleceu a compra de diversas propriedades em localidades em que se tinha o interesse pela preservação e concedeu-as aos produtores rurais, remunerando-os pelos serviços de preservação. Em cinco anos foi percebida uma considerável melhora na qualidade das águas e pelo sucesso do acordo e demais programas que nele se originaram, é mantido até os dias atuais (NYSDEC, 1997). No Brasil, o Programa Produtor de Água, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, concentra-se nos agricultores incentivá-los a investir em ações que ajudem a preservar a água", conforme site da ANA. A ideia principal deste programa é reduzir a erosão e o assoreamento dos rios, protegendo nascentes, reflorestamento e preservação de áreas protegidas, recuperação de estradas, dentre outros, pagando diretamente ao produtor um limite de aproximadamente R\$ 300.000 por projeto. A avaliação dos serviços ambientais para proteção da água é baseada nos ganhos líquidos médios obtidos na atividade agrícola na região, obtendo o custo de oportunidade de usar um hectare da área do projeto. Atualmente, existem cerca de 30 projetos ativos de água no Brasil (ANA, s/d).

Nem sempre as políticas de subsídios e contrapartidas são simples, uma vez que se deve garantir que a água não tenha um valor excessivamente baixo para o usuário, incentivando dessa forma o desperdício, e nem alto de forma que penalize o usuário fazendo-o consumir menos do que um mínimo aceitável para a sua sobrevivência e gerando déficits de arrecadação e, conseqüentemente, uma lacuna para o financiamento da estrutura de gestão da água. A obtenção deste ponto ótimo entre preço e consumo está relacionada ao grau de utilidade que cada usuário atribui para o uso da água. A metodologia de **preços de incentivo** busca estabelecer estes valores com base no valor marginal da água, que depende dos padrões de consumo de todos os usuários relacionados. Entretanto, tais valores estão intimamente relacionados aos benefícios auferidos pelo consumo da água e, portanto, podem muitas vezes não ser socialmente justos, principalmente quando a alocação dos recursos hídricos é proposta para distribuição de água para consumo humano e demandas ambientais. Ward e Pulido-Velazquez (2008) propuseram uma comparação entre os custos e benefícios de três formas de alocação. A primeira consistiu em uma distribuição de água entre usuários urbanos e agrícolas unicamente com base em uma otimização, buscando maximizar os benefícios econômicos para a utilização da água. Neste cenário, em função do valor agregado da água para a produção agrícola, era preferível pelo modelo que se alocasse uma menor quantidade de água para usuários urbanos do que seria necessário para suprir as demandas. No segundo cenário, permitiu-se que fossem feitas trocas das quantidades inicialmente alocadas, de forma que os usuários urbanos pudessem comprar água suficiente para atender às suas demandas; neste cenário, contudo, apesar de apresentar um maior custo-benefício, resultou no maior valor a ser desembolsado pelos usuários urbanos. Um terceiro cenário foi apresentado de forma que existisse um subsídio para as demandas mínimas necessárias por um usuário urbano (considerada em 0,1 m³/pessoa/mês), o que resultou em uma pequena diminuição dos benefícios totais do sistema (pois existe uma diminuição na arrecadação), mas que ainda assim foi menor do que o desconto para os usuários urbanos. Dessa forma, modelos de alocação de água economicamente eficientes podem também ser propostos de forma a preconizarem o conceito de equidade e serem socialmente justos.

Sistemas de transação e transferência para realocação

Os mercados de água são a efetivação das transferências de água entre os usuários através de mecanismos de controle do Estado. Um mercado de água pode ser descrito como um mecanismo pelo qual usuários de água voluntariamente realocam entre si seus direitos de uso de água de acordo com suas necessidades e obedecendo às condições pré-determinadas por um órgão regulador. A Fundação Getúlio Vargas (GVCES, 2017) ressalta as funções essenciais destes órgãos reguladores, para a boa funcionalidade dos mercados. É necessário, portanto, garantir que direitos de uso de água sejam bem definidos e que reflitam a real demanda de água pelos usuários; assegurar que nenhuma parte será prejudicada pelas transações; prover informações acerca das condições hídricas esperadas; e informar preços e volumes praticados no mercado de forma a assegurar que indivíduos transacionem em condições de igualdade.

Mercado de água não necessariamente deve ser nos moldes de compra e venda como um produto de mercado qualquer. Existem outras configurações de transação de água que também podem ser caracterizadas como mercados. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico em parceria com a Fundação Getúlio Vargas realizaram um levantamento identificando alguns tipos de acordos existentes nas alocações de água no Brasil, buscando uma aproximação com a ideia mais ampla de mercados de águas (GVCES e ANA, 2018), apresentados nas discussões que seguem.

A **alocação negociada** pode ser vista como um acordo entre usuários e gestores sobre usos e percentuais de consumo que devem ser reduzidos em um período de escassez. Uma vez diminuída a vazão a ser alocada, é permitido aos usuários realizarem uma negociação social em que se define a possibilidade de realocação dessas reduções de consumo. Na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Estado do Rio Grande do Sul), o conflito iminente entre uso urbano (região mais a jusante da bacia) e agrícola (à montante) fez com que se chegasse a acordos entre os usuários de que, em períodos de escassez, deve haver uma redução das captações de água para a agricultura irrigada para que se tenha disponibilidade hídrica suficiente à jusante para o abastecimento; dessa forma, todo ano em que há períodos de restrição ao uso, é publicada uma Deliberação do Comitê de Bacia e chancelada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH, 2020). Ainda que não exista nessa negociação contrapartida financeira, os próprios agricultores realizam um trabalho de fiscalização dos vizinhos para que a regra seja cumprida, pois a priorização do abastecimento público é condicionante para a manutenção das outorgas de direito de uso de água. De forma análoga, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico também regulamenta termos de alocação de água em corpos hídricos de dominialidade da União, que estabelece limites, regras e condições de uso dos recursos hídricos e de operação de reservatórios em sistemas considerados críticos em termos de comprometimento hídrico, substituindo dessa forma quaisquer outorgas e direitos de uso emitidas para usuários no local (ANA, 2020). Outro exemplo de realocação de água durante eventos de seca foi a experiência Águas do Vale, durante a seca de 2001 no Nordeste do Brasil. Na época foi proposta uma redistribuição de águas de dois reservatórios do Ceará, os quais estavam com baixo índice de reservação, onde a realocação seria feita entre dois tipos de irrigação: as permanentes e de alto valor agregado, e as anuais de menor valor. Neste caso, produtores das culturas anuais (principalmente arroz) foram facultados de reduzir a sua área plantada em troca de uma compensação econômica, para que os de alto valor não fossem prejudicados com o comprometimento total das culturas permanentes (OLIVEIRA, 2008).

A **alocação autorregulada** ocorre quando um mesmo ponto de captação autorizado pelo órgão gestor é compartilhado por mais de um usuário. Geralmente associada a estruturas de derivação como em perímetros irrigados ou em uma associação de usuários, nessas situações o regramento da distribuição entre os diferentes usos é definido por acordo interno.

Como é o exemplo do barramento e demais estruturas da Associação dos Usuários do Perímetro de Irrigação do Arroio Duro (AUD), na qual a outorga de direito de uso da água é concedida à associação (SEMA, 2020), que por sua vez faz a captação e distribuição para os irrigantes mediante o pagamento à associação de uma taxa de água proporcional à área irrigada (AUD, 1991). Para a manutenção das estruturas e ajustes nas alocações autorreguladas, geralmente o pagamento é feito entre os usuários; cabe ao poder público garantir que nenhuma negociação despreze as condições da outorga. Criada na década de 70, mas ampliada e mantida até os dias atuais, as estruturas de barragens e canais do *Central Arizona Project* (CAP) é responsável pela entrega de água bruta para cerca de 80% da população do estado, além de abastecer indústrias e polos de irrigação, e de garantir água às tribos americanas nativas locais (CAP, 2016). Uma vez que o CAP é uma organização sem fins lucrativos criada para garantir segurança hídrica para interesses Federais e não-Federais, a geração de receita é obtida através da venda de água e energia geradas no sistema e taxas pagas pelos usuários, sendo que parte desses valores é revertida ao sistema como uma contrapartida dos setores privados ao governo Federal (CAP). Outro exemplo de alocação autorregulada nos Estados Unidos da América é o *Colorado-Big Thompson Project*, administrado pelo Escritório de Recuperação do Colorado (1996).

Os **bancos de água** funcionam por meio de compensações financeiras para reservar ou disponibilizar volumes de água. Ocorre então uma compra de volumes de água que poderão ou não ser disponibilizados na rede de abastecimento, ou ainda acumulados em estruturas de reservação. No Arizona, estruturas de armazenamento subterrâneo de água são incentivadas pelo órgão gestor através da compra de créditos de água; quem armazena é pago pelo governo e cria-se o crédito, que pode ser recomprado em momento posterior pelo mesmo ou diferentes usuários (SILBER-COATS e EDEN, 2017). O banco de águas *Semitropic* na Califórnia, reúne dois formatos: parte da água acumulada é infiltrada através de estruturas construídas específicas para estimular a recarga, e parte da água subterrânea é indiretamente acumulada pelo fornecimento de águas superficiais aos usuários que possuem poços de com captação subterrânea, preservando assim as águas dos aquíferos. O *Semitropic Water Storage District* existe desde 1958 e faz parte da estrutura de fornecimento de água ao Projeto de Água do Estado da Califórnia (SEMITROPIC, 2018). Este tipo de organização necessita de um alto grau de investimento da estrutura física de armazenamento e distribuição com monitoramento e, por isso, torna-se muitas vezes inviável financeiramente, por isso está sendo proposto um banco indireto de águas na região do Vale de San Joaquin, na Califórnia. A ideia principal é que áreas agrícolas menos produtivas sejam compradas pelo governo para serem deixadas em pousio e, dessa forma, não utilizarem mais água; esta redução de consumo gera créditos de água que podem ser adquiridos por agricultores de culturas de maior valor agregado, os quais não se importam em pagar mais caro pela água a fim de não comprometer a produção (POTTINGER, 2019). Na mesma lógica, a região também conta desde 1995 com o *Kern Water Bank*, uma área de cerca de 8.000 hectares com capacidade de armazenamento subterrâneo para suprir usos agrícolas e industriais da região durante anos de estiagem (KERN WATER BANK, 2020).

Semelhante à alocação negociada, os **títulos de alocação transacionáveis** são estabelecidos conforme a diferença entre o total de autorizações de uso da água em uma região e a real disponibilidade hídrica de um ano. Esta estrutura cria automaticamente títulos que podem ser realocados entre usuários por um período determinado sem a necessidade de alteração das autorizações iniciais. O maior problema desta organização é a tendência dos usuários em solicitar autorizações para uso de água superiores à sua real demanda, buscando um excedente para comercialização. Mas quando bem regulado, pode ser uma das principais ferramentas de alocação. Em regiões com limite de disponibilidade, é permitido a um novo uso ou ampliação de um usuário já outorgado propor uma contrapartida a outro usuário para

que este capte menos água, e esta diferença seria realocada para o primeiro usuário, resultando em uma **transferência do direito de uso da água**. Pode ainda, o usuário interessado em aumentar a sua captação, propor um investimento na eficiência de distribuição de água, gerando assim um excedente que poderia ser utilizado. Estes dois sistemas constituem o que viabiliza os ‘mercados de água’, uma vez que a água em si é um bem inalienável e, portanto, o direito ao seu uso é que é transacionado ou transferido, mediante compensações financeiras.

Na Espanha, o comércio formal de água é permitido pelo compartilhamento de concessões de água desde 1999; entretanto os preços praticados são considerados muito altos em alguns casos e questiona-se também o regramento excessivo por parte do governo. Os subsídios agrícolas também dificultam o mercado de água, já que parte dos produtores buscam vender a água pelo seu valor real, sem considerar que parte deste lucro estaria sendo indiretamente financiada pelo governo através dos subsídios (FUENTES, 2011). Até 2016, os mercados de água na Espanha operavam principalmente em situações de emergência e não havia estatísticas oficiais sobre o número de transações, volumes negociados, preços pagos ou agentes envolvidos (GÓMEZ-LIMÓN e LEYVA, 2016).

A bacia hidrográfica de Murray-Darling apresenta um dos casos mais notáveis de precificação da água com base no mercado. Em 1886, a alocação de água era regulamentada pelo Estado e visava cumprir os objetivos da política; hoje em dia, mesmo as instituições públicas estão no mercado de água também (Martin 2005, apud Sjödin 2018). O *Commonwealth Environmental Water Holder* participa para garantir as demandas ambientais, enquanto as autoridades responsáveis pelo abastecimento urbano também entram no mercado de direitos da água para garantir a segurança do uso doméstico. A quantidade de água que pode ser transacionada é garantida por diversos reservatórios a montante para tornar o abastecimento de água mais flexível e confiável. A região é mais reconhecida por sua relevância na produção agrícola, de modo que o mercado de água é quase inteiramente formado por agricultores. Os regulamentos australianos permitem transações temporárias (alocação) ou permanentes (direitos de uso). Fundado em 2003, o banco Waterfind Australia opera como uma "bolsa de valores de água", oferecendo uma plataforma online para transações (2018). Um problema que permanece é que os irrigantes - muitas vezes beneficiados por subsídios - têm seu uso de água garantido às custas dos usuários urbanos, que muitas vezes enfrentam preços mais altos. A intervenção política na precificação do mercado de água também limita a capacidade de instrumentos de políticas mais amplas se consolidarem (CRASE, 2015).

Saliba (1987) estudou cinco mercados de água do sudoeste dos Estados Unidos da América: Arizona, Nevada, Novo México e Utah; apesar dos mercados efetivamente incentivarem a utilização da água para usos de maior valor, os procedimentos ainda variavam significativamente entre os estados. Na Califórnia, o Banco de Água de Emergência durante a estiagem de 1991 e 1992 foi o primeiro grande programa de transferência de água nos EUA, tendo o Estado como o principal agente para o mercado de água. Na época, os vendedores disponibilizavam água por meio de três fontes diferentes: pouso de terras agrícolas e transferência de água de irrigação para o Banco; usando água subterrânea para substituir a água superficial; ou transferência de água armazenada de reservatórios locais (LUND e ISRAEL, 1995); Howitt e col. (1992) avaliaram o Banco de Água e apontaram altos ganhos econômicos para a Califórnia; mas para Israel e Lund (1995), o fato de o Banco de Água ter ocorrido durante uma seca severa e recessão econômica dificultou a separação dos respectivos resultados, ainda que tenham vantagens como custos de transação reduzidos, maior chance de conclusão das transferências, uso de fundos estaduais para fornecer capital de giro inicial e melhor coordenação por meio de outra infraestrutura estadual.

Dada a ineficiência da gestão pública, o Chile introduziu um mercado para a alocação eficiente da água com a revisão do Código de Águas, de 1981, que trouxe mecanismos de mercado para reatribuir os direitos da água vinculados ao usuário, os quais não estariam mais vinculados à propriedade da terra (DONOSO, 2015). As empresas de água e saneamento fizeram fortes investimentos em melhorias de infraestrutura para minimizar as perdas de água e esses investimentos possibilitaram aumento dos preços da água nas áreas urbanas vinculados aos períodos de aumento da demanda, refletindo os custos da escassez (DOMPER, 2009). Hoje em dia, o Chile alcançou a cobertura universal de abastecimento de água em áreas urbanas e cerca de 70% na área rural rurais; além disso, a cobertura de tratamento de esgotos urbanos cresceu 5 vezes de 1999 a 2013 - chegando a 90% da cobertura total (DOMPER, 2009). No entanto, um dos maiores desafios enfrentados pelo mercado de água no Chile era garantir o uso eficiente da água, sem comprometer a sustentabilidade ecológica dos recursos hídricos. De acordo com Larrain (2012), as atuais políticas de água chilenas prejudicam o reconhecimento do acesso à água e saneamento da ONU como um direito humano essencial, uma vez que a legislação do país não prioriza o abastecimento humano. Segundo esse autor, a reforma não impediu o uso excessivo e a degradação das bacias hidrográficas, bem como não estabeleceu usos prioritários da água ou condições ambientais; até o momento, não há mecanismos para resolver conflitos graves de governança da água. No entanto, o novo sistema do Chile consiste em fornecer às famílias pobres um subsídio administrado pelos municípios, que pagam parte das contas de água dessas famílias (OECD, 2005).

No Brasil, as transações de títulos de alocação ou a transferência integral do direito de uso da água com contrapartidas financeiras entre usuários ainda não são homologadas pelos órgãos gestores, mas ocorrem de certa forma informalmente entre os usuários. Nesse contexto, foi elaborado o Projeto de Lei do Senado (PSL) nº 495/2017, para instituir os mercados de água como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, com o intuito de promover alocação eficiente dos recursos hídricos. Este PLS estipula que os mercados de água funcionarão mediante a cessão onerosa dos direitos de uso de recursos hídricos entre usuários da mesma bacia ou sub-bacia hidrográfica, além de propor que sejam criados prioritariamente em áreas com alta incidência de conflitos pelo uso da água. O projeto ressalta ainda a necessidade do pedido de autorização da criação do mercado ser elaborado pelo Comitê de Bacia, delegando ao órgão gestor e entidades outorgantes do uso da água apoiar a implantação, autorizar, regulamentar, fiscalizar a criação e operação dos mercados de água (JEREISSATI, 2017). Ainda que aprovado pela Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania (FÉRRER, 2019) por entendimentos de não se tratar de uma “privatização das águas”, mas sim uma negociação dos direitos de uso de recursos hídricos - outorgados pelas autoridades competentes -, o PLS enfrenta muita resistência da sociedade, tendo 99% de manifestações públicas contrária à ementa (E-CIDADANIA, 2021).

De ‘quanto pagamos’ para ‘como pagamos’

As cobranças associadas ao uso da água que tem um objetivo claro (como tarifas de saneamento ou taxas de emolumentos) tendem a ser menos questionadas pelo público, uma vez que é clara a relação entre pagamento e fornecimento de um serviço. Já para outros tipos de cobrança muitas vezes a relação entre custo e benefício não é tão facilmente compreendida, como no caso nas escaladas de preços para indução ao uso racional, como tarifas sazonais, bandeiras tarifárias ou tarifas de contingência, as quais muitas vezes são consideradas excessivas, levando inclusive a judicialização em alguns casos. Outros sistemas alternativos como serviços ambientais ou preços de incentivo se apresentam como soluções locais e que geralmente possuem um baixo valor em relação ao valor marginal da água, principalmente quando são associados a políticas de subsídios dos governos, o que leva a um distanciamento do real valor da água ao usuário. Já os sistemas de transferência e compra

adicional da água muitas vezes estão embutidos de uma carga emocional que é dificilmente desassociada pela população, a qual tem o entendimento que a água deve ter livre acesso então não pode ser comercializada; mesmo que tais alternativas apresentem ganhos econômicos e até de uso racional, o sentimento de que "a água é pública" muitas vezes se sobrepõem as questões técnicas para a discussão destas políticas. Ainda, existe uma desconfiança sobre a destinação dos recursos advindos de todas as alternativas apresentadas pelas cobranças acima descritas, no qual muitas vezes se relaciona a um viés meramente arrecadatário e não de indução ao uso racional ou incentivo a economia de água. Tarifas adicionais também são vistas como um resultado da má gestão dos órgãos responsáveis pela gestão dos serviços. Entretanto, dependendo do nível de uma crise hídrica, soluções meramente educativas, com campanhas e propagandas pelo uso racional não são efetivas, como enfatiza representantes da CAESB em audiência pública pela tarifa de contingência (ADASA, 2016). Portanto, além de proposições tecnicamente viáveis para solucionar os problemas, é necessário também se atribuir um peso relacionado ao convencimento da população acerca das alternativas propostas, trazendo de forma explícita quais são os reais benefícios auferidos (e se possível com rápido retorno à sociedade).

Atribuir à água um valor que reflita a sua escassez não necessariamente implica na determinação de uma tarifa ou taxa a ser paga por metro cúbico consumido. Ao redor do mundo, e nas próprias relações de consumo de água no Brasil as discussões estão evoluindo para definições de como regar, mas ao mesmo tempo flexibilizar a alocação de água entre os usuários. Estipular um valor a ser pago é apenas uma estratégia, que devido à limitação atual no Brasil criada pelos baixos valores pagos, geralmente não tem sido suficiente para incentivar o consumo racional e ao mesmo tempo financiar os serviços de gestão dos recursos hídricos. É preciso que as políticas de alocação de água passem por um processo de amadurecimento e confiança dos usuários.

Cada região tem uma política de preço característica e compatível com os usuários e padrões de consumo. Por isso, é importante que para qualquer instrumento de cobrança a ser implementado se tenha um amplo conhecimento das curvas de demanda locais. À exemplo do que ocorreu com a política de descontos nas faturas de água de São Paulo após a crise do Sistema Cantareira, o desconhecimento sobre o comportamento dos usuários resultou em uma subestimativa da sua reação de redução de consumo mediante ao desconto que estimulou grande parte da população a poupar água. Com isso, a redução do consumo foi tamanha que o abatimento da arrecadação acabou comprometendo as contas da companhia de saneamento.

O funcionamento de algumas estratégias de alocação de água, especialmente aquelas baseadas em mecanismos de precificação mercadológica, depende da existência de diferentes padrões de consumo, uma vez que é necessário que existam usuários dispostos a reduzir o consumo e outros com disponibilidade a pagar por mais água. Entretanto, não se pode esquecer de que a água é sim um bem indispensável à vida e, portanto, deve ser garantida em quantidade e qualidade suficiente para as necessidades prioritárias. Portanto, qualquer modificação na distribuição de água, seja por racionamento em períodos de escassez ou na alocação por mercados, o usuário sempre deve ser avisado, devidamente compensado e ter o poder de decisão sempre que possível. Quanto mais esclarecido junto à população for o sistema a ser implementado, maior será a aceitação dentre os usuários e menores serão os custos de transação e desgastes sociais da política de gestão de recursos hídricos.

Crises e eventos de escassez oferecem momentos oportunos para a introdução de mudanças em arranjos já existentes, mas é importante que a inserção de políticas de gestão de águas seja feita de forma gradual, principalmente quando se tratar de alternativas distantes das atuais políticas e por vezes controversas, como no caso dos mercados de água. Para isso,

o estudo de projetos pilotos sempre devem ser vistos com bons olhos, pois é um caminho viável para apresentação de novas ideias e estabelecimento de ajustes necessários para um contexto local (GVCES, 2017).

Em OCDE (2017), algumas experiências internacionais são apresentadas como exemplos que combinam políticas mais amplas com a cobrança, de modo a tornar mais prática a sua aplicação. Dentre estas é ponderado que regimes de alocação devem ser revisados para que possam se beneficiar de mecanismos mais bem projetados de cobrança, seja em anos normais ou em episódios de escassez. Este raciocínio mostra que devemos pensar a cobrança além dos modelos atuais aplicados no Brasil.

CAPÍTULO 2: PROPOSTA

2. SISTEMA DE CONTABILIDADE HÍDRICA PARA TRANSAÇÕES BASEADAS NA EFICIÊNCIA ECONÔMICA

2.1. INTRODUÇÃO

Mercados de água são exemplos de mecanismos que buscam a implementação de soluções de alocação economicamente mais eficientes, onde usuários que tem mais a perder com eventuais restrições ao uso da água e maior disponibilidade a pagar teriam a oportunidade de ressarcir os sistemas pelo direito de utilizar mais água. A quantidade de água transacionada advém de outros usuários dispostos a vender sua parcela de direito de uso da água, semelhante a um mercado de ações, limitado aos volumes acordados. Aos olhos da alocação economicamente eficiente que rege os mercados de água, o prejuízo sofrido pelos usuários que tiveram sua disponibilidade de acesso à água limitada faz parte de uma análise de custo-benefício mais ampla, a qual considera a otimização econômica do conjunto como um todo, e não individual por usuários. Essa solução, portanto, muitas vezes não é socialmente justa e por isso mercados de água são tão criticados, uma vez que tendem a excluir do sistema usuários com menor disponibilidade a pagar. Além deste aspecto, a presença de falhas de mercado (LIVINGSTON, 1993) geradas pela assimetria de informação e externalidades, dentre outras, pode erodir qualquer expectativa de eficiência alocativa de mercados para bens comuns (nesse caso a água).

A fim de se propor alternativas à dita “mercantilização da água”, essas devem sair do nível no qual as trocas são feitas entre usuário e poder governamental e descer para a esfera de trocas entre usuários. Sistemas de contabilidade hídrica portanto podem ser propostos como alternativas às lógicas de mercado de água, nos quais sejam permitidas trocas de cotas hídricas mediante compensação financeira, ainda baseados na eficiência econômica, mas também garantindo que sejam socialmente justos. Nesses casos, cabe ao poder público garantir que os direitos de uso sejam assegurados e que reflitam o real consumo do usuário, bem como assegurar simetria de informação para que as transações sejam feitas em igualdade de condições entre os partícipes, mas sem necessariamente atuar como um agente intermediador das cotas transacionadas.

Portanto, o esquema aqui proposto pretende reunir os conceitos de alocação negociada da água, mecanismos de compensação financeira para utilização do recurso, e artifícios para que o comportamento e características de cada usuário sejam levadas em consideração, de forma a não penalizar exclusivamente aqueles com menor poder aquisitivo, mas ainda assim viabilizar alternativas.

A premissa básica deste modelo é de que, em um período em que a demanda é maior do que a disponibilidade, existirá racionamento de água, tal como foi verificado em crises recentes atuais em Brasília e São Paulo. O racionamento usual consiste em limitar o consumo de água durante um período estabelecido pelo poder público; ou seja, durante algumas horas do dia, ou mesmo dias inteiros de uma semana, todos os usuários, independente da classe econômica e disponibilidade a pagar pela água, são impedidos de consumir. O resultado disso é um racionamento proporcional, pois o número de horas (ou seja, a quantidade de água a ser poupada) é proporcional ao nível de escassez. Com isso, todos os usuários terão uma mesma taxa de diminuição do consumo, que é, portanto, proporcional a sua demanda. Usuários com maior demanda, terão um montante total de água racionada maior, mas que, por sua vez, é proporcionalmente igual aos de menor demanda, uma vez que a taxa de racionamento é igual para todos (todos tem o mesmo número de horas sem acesso à água).

O princípio dessa lógica de alocação pode ser ilustrado tomando-se um outro exemplo de usos não essenciais da água, que é a agricultura irrigada. Considere-se uma região onde dois usuários de agricultura irrigada³, com culturas diferentes compartilham o mesmo recurso hídrico escasso. O primeiro usuário planta uma cultura anual e de médio valor agregado unitário, enquanto o segundo planta uma cultura perene e de alto valor agregado unitário (como a fruticultura). Em um dado mês em que ambos estejam com suas plantações demandando água, mas a disponibilidade do manancial é inferior à soma de ambas as demandas, temos três alternativas. Em um racionamento igualitário (i), tomando como déficit hídrico X, cada usuário deverá cortar a sua demanda em $\frac{1}{2} X$ o que pode ser injusto dependendo das demandas individuais. Já em um racionamento proporcional (ii), a relação entre a demanda total dos usos e a disponibilidade de água no mês é o fator de racionamento aplicado. Por exemplo, se a situação é de 30% a menos de água, este seria o percentual de redução de consumo de cada usuário. Neste caso, o racionamento tem como base a demanda individual e não mais um mesmo valor a ser reduzido para todos. Pode-se argumentar que a aplicação do racionamento de forma proporcional à demanda seja mais justa, pois a alternativa seria um racionamento igualitário - e mais duro - onde o déficit é igualmente dividido entre todos os usuários, independentemente da demanda inicial. O racionamento igualitário é percebido em regiões que tem, como alternativa à interrupção do sistema de abastecimento, o fornecimento de uma certa quantidade de água igual entre os usuários, como no caso do enchimento regrado das caixas d'água por caminhões pipa ou em caso mais extremos, o abastecimento individual por baldes. No entanto, em ambas as lógicas de racionamento, o usuário não possui qualquer poder de decisão (a não ser consumir apenas o rateio o qual lhe foi concedido) e apenas sofre as sanções as quais a limitação ao acesso à água impõe. Entretanto, voltando aos exemplos das culturas, independentemente do tipo de racionamento, é provável que as produções sejam comprometidas, uma vez que a demanda por água é maior do que a disponibilidade. No caso da cultura permanente, não apenas a produção, mas os próprios cultivos podem ser comprometidos, os quais poderiam demandar replantio e desenvolvimento para retornar ao estágio de produção pré-acionamento, resultando em uma perda que extrapola a perda em produção no período do racionamento (para alguns cultivos permanentes, são necessários vários anos até que a planta atinja a maturidade e inicie a produção). Para a cultura anual, o impacto da perda se limita à produção do ano, uma vez que os cultivos são replantados no ano seguinte, e o resultado é uma perda menor se comparada com uma cultura permanente. Nesse ponto, um racionamento de água economicamente eficiente (iii) aparece como a terceira alternativa, a qual buscará uma redistribuição de água capaz de evitar as maiores perdas das culturas permanentes, que receberiam uma parcela maior de alocação no período de racionamento se comparado com as culturas anuais. Para que essa solução de alocação economicamente eficiente seja viável na prática, é necessário contudo um mecanismo de compensação proporcional ao valor marginal da água ao usuário da cultura anual, que receberia menor alocação de água, além de consideração dos custos de transação e externalidades (hídricas e econômicas).

Esta mesma lógica pode ser aplicável aos mais diversos conjuntos de usuários. No caso de usuários urbanos, a valoração da água não é tão específica quanto para culturas agrícolas (as quais tem um preço unitário bem definido, bem como o custo dos respectivos insumos para produção), mas se percebe a mesma tomada de decisão necessária quando a água é escassa. Ao consumo urbano é possível aplicar sistemas diferenciados de alocação em especial para restringir usos não tão nobres, aos quais o valor marginal da água é baixo, como lavar a calçada, regar o jardim ou trocar a água da piscina.

³ Aqui refere-se à agricultura para fins comerciais, e não de subsistência.

Tais usos, à exceção do uso indispensáveis para abastecimento humano (consumo de água, preparação de alimentos, limpeza e higiene...), podem ser pensados em uma lógica de contabilidade hídrica transacionável entre os usuários em períodos de baixa disponibilidade de água. A partir do estabelecimento de um sistema de contabilidade hídrica permanente, é possível sinalizar aos usuários o valor marginal da água ao longo do tempo e, com isso, conduzi-los a um uso racional e mais eficiente. É também possível a indicação do valor da água proporcional ao grau de escassez, o que permite que sejam gerados preços incentivos os quais podem tanto servir como fonte de recursos para investimentos na gestão dos recursos hídricos, como substituir as tarifas de contingenciamento por um instrumento mais orgânico aos sistemas e não tão duro aos usuários.

Embora existam ambientes diversos para a aplicação da abordagem proposta, foi aqui escolhido o ambiente urbano, pelas seguintes razões:

- ✓ É um ambiente de uso com mais controle, se comparado com usuários diversos em uma bacia hidrográfica. Uma parcela significativa dos usos no ambiente urbano é hidrometrado, ao contrário de outros sistemas;
- ✓ Já existe um sistema de cadastro, coleta de dados (leitura) e emissão de boletos em funcionamento para a tarifa de água tratada;
- ✓ Existe um conjunto de informações censitárias com maior densidade para áreas urbanas;
- ✓ É mais fácil obter e agregar informações sobre os efeitos de crises hídricas e medidas de resposta em áreas urbanas do que em uma bacia hidrográfica, devido ao seu tamanho geográfico reduzido e ao conhecimento sobre a operação da rede de abastecimento durante estes eventos.
- ✓ É um sistema com menores custos de exclusão e monitoramento, se comparado com uma bacia hidrográfica, o que torna mais factível a aplicação do mecanismo proposto.

Várias dessas características também podem ser encontradas em ambientes como perímetros irrigados, o que os torna também candidatos para aplicações e aperfeiçoamentos futuros.

2.2. ÁREA DE APLICAÇÃO

Para a área de aplicação da metodologia desenvolvida, foi escolhido um recorte do Distrito Federal, o qual passou por uma significativa crise hídrica entre 2016 e 2018. A utilização dessa região como área de estudo é facilitada pela disponibilidade de dados abertos sobre o enfrentamento do período de escassez, bem como dos resultados da gestão de crise aplicada pelos órgãos gestores. O Distrito Federal possui cinco Sistemas de Abastecimento de Água (Figura 8): sistema Descoberto; sistema Torto/Santa Maria; sistema Sobradinho/Planaltina; sistema Brazlândia e sistema São Sebastião. Os sistemas Torto/Santa Maria e Descoberto possuem interligação e os demais operam atualmente de forma isolada (DISTRITO FEDERAL, 2017).



Figura 8: Representação do Sistema Produtor de Água do DF em 2016 (DISTRITO FEDERAL, 2018)

O Sistema Torto-Santa Maria (em laranja na Figura 9) abastece as áreas urbanas do Plano Piloto, Lago Norte, Paranoá, Itapoã, Lago Sul, Jardim Botânico, Setor Habitacional Mangueiral, Cruzeiro, Sudoeste, Octogonal, SIA e Estrutural, além de transferir água para o Sistema Sobradinho-Planaltina e Sistema São Sebastião (DISTRITO FEDERAL, 2018).

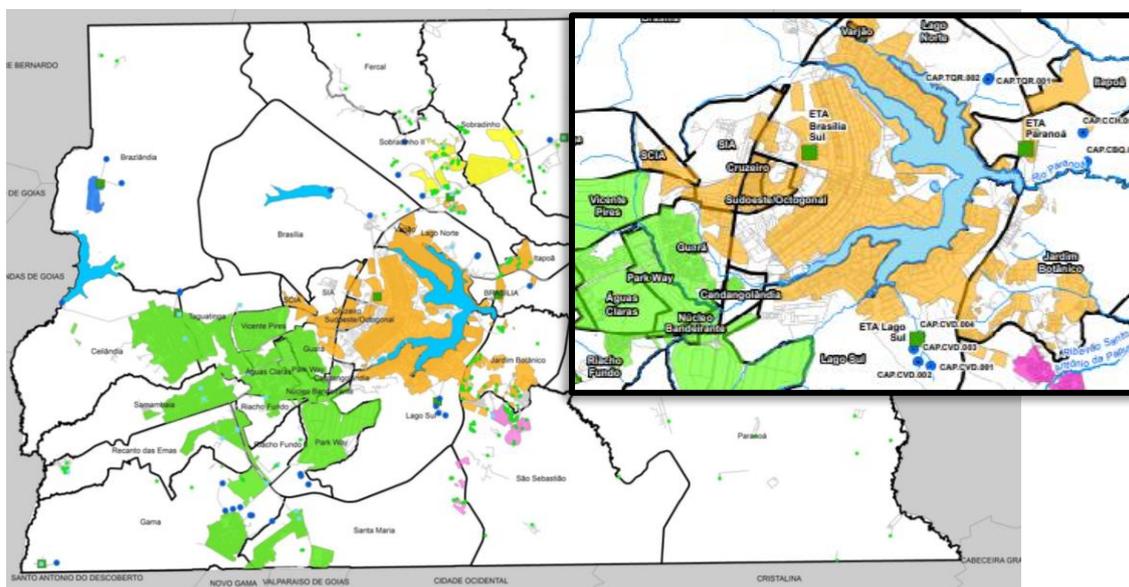


Figura 9: Detalhe do sistema produtor de água do DF, com destaque para o Sistema Torto-Santa Maria; adaptado de (DISTRITO FEDERAL, 2017)

Durante o período de crise hídrica 2016-2018, a Resolução ADASA 13/2016 (ADASA, 2016) inicialmente propôs um critério de avaliação dos níveis dos dois principais reservatórios que abastecem o DF (Descoberto e Santa Maria) com base no percentual de volume útil disponível:

Estado de atenção: quando o volume útil dos reservatórios estiver entre 60% e 41%, poderá ser promovida a alocação negociada de água entre usuários e os reservatórios deverão operar de forma integrada;

Estado de alerta: quando o volume útil dos reservatórios estiver entre 40% e 21%, declarar situação crítica de escassez hídrica; promover alocação negociada de água entre usuários; permitir a restrição de uso e redução da vazão outorgada; e nesse caso a ADASA poderá adotar mecanismos tarifários de contingência;

Estado de restrição de uso: caracterizada quando o volume útil dos reservatórios estiver igual ou inferior a 20%, manter situação crítica de escassez hídrica e declarar o regime de racionamento.

Em 16 de setembro de 2016 foi deflagrada a Situação Crítica de Escassez Hídrica, tendo o reservatório Descoberto atingido o nível de 40% do volume útil. Na Resolução ADASA 15/2016 é recomendado à população adotar medidas de redução do consumo em especial para atividades de lavagem de veículos e calçadas, paisagismo e manutenção de piscinas. Ficou ainda autorizado o racionamento por redução de pressão na rede de abastecimento durante 7 horas no período noturno, bem como a promoção da alocação negociada entre usuários com captações nos tributários afluentes dos dois reservatórios. Em sequência, diversas resoluções apontaram para o início da restrição do uso de água mediante racionamento em algumas regiões administrativas, limitação para captações de caminhões pipa, redução de vazões outorgadas e início da aplicação da Tarifa de Contingência no abastecimento público. Em novembro foi declarado estado de restrição de uso com racionamento do abastecimento de água nas localidades atendidas pelos reservatórios de Santa Maria e do Descoberto, em função deste ter atingido o nível de 20% (e Santa Maria em torno de 40%), conforme o monitoramento da Série Histórica dos níveis dos reservatórios⁴.

A Resolução 13/2016 foi posteriormente complementada por um regime de acompanhamento anual, o qual se mantém até os dias de hoje, por meio de curvas de referência para acompanhamento do volume útil dos reservatórios, com previsões e acompanhamento mensais (Tabela 2). Com esse acompanhamento, ficou previsto que caso a curva de acompanhamento registre valores inferiores à de previsão, a ADASA pode adotar medidas para que a curva retorne ao traçado original (previsão), como instituir o racionamento e deflagrar as tarifas de contingência. Em maio de 2017 a tarifa de contingência foi suspensa devido a diminuição de sua eficácia como indutor da redução do consumo, e foi instituída a curva de acompanhamento dos níveis dos reservatórios para 2017.

⁴ Série Histórica das Barragens (1997 a 2018) - <http://gis.adasa.df.gov.br/portal/home/index.html#>

Tabela 2: Variações do volume dos reservatórios do DF conforme a previsão e medição da ADASA

	Volume útil - Descoberto		Volume útil - Santa Maria	
	Resolução 09/2017	Medido ADASA*	Resolução 12/2017	Medido ADASA*
Janeiro	26%	22%	40%	42%
Fevereiro	46%	24%	47%	40%
Março	51%	42%	51%	47%
Abril	56%	52%	54%	51%
Mai	53%	56%	51%	54%
Junho	46%	54%	46%	53%
Julho	36%	48%	40%	49%
Agosto	25%	39%	33%	44%
Setembro	14%	28%	26%	36%
Outubro	9%	17%	23%	29%
Novembro	12%	6%	22%	22%
Dezembro	17%	9%	24%	22%

*Série Histórica das Barragens (1997 a 2018) - <http://gis.adasa.df.gov.br/portal/home/index.html#>

Durante o mês de setembro, apesar de os níveis medidos não estarem abaixo do previsto na resolução, foi instituído racionamento em praticamente todas as regiões administrativas do Distrito Federal (CARDIM, 2017), com restrição de uso de até dois dias de interrupção do abastecimento. Após esses períodos, com constantes liberações à CAESB para acessar recursos da tarifa de contingência para melhorias no sistema de abastecimento, e com o retorno das chuvas na região, em março de 2018 ambos reservatórios ultrapassaram o limite de situação de escassez hídrica, chegando a mais de 40% o de Santa Maria e mais de 60% o de Descoberto.

Ao longo do período de crise hídrica, o consumo de água no Distrito Federal diminuiu cerca de quase 10%; a redução mais expressiva foi no consumo residencial, o qual corresponde a 80% do consumido total de água no DF (entre comercial, público e industrial), e contribuiu com 77% da redução total entre 2016 e 2017. Com relação à renda, foi verificado reduções maiores em regiões de alta renda, conforme tabela a seguir.

Tabela 3: Variação do consumo de água no DF conforme a renda, 2016 a 2017 (CODEPLAN, 2018)

Renda	Variação média de consumo entre 2016 e 2017
Alta	-11,2%
Média alta	-8,7%
Média baixa	-9,4%
Baixa	6,4%*

*Aumento identificado nessa classe pode ter relação com os novos domicílios entregues no sistema habitacional Paranoá Parque (RA Paranoá)

As localidades que mais reduziram o consumo em 2017 ocorreram exatamente nas Regiões Administrativas onde o consumo per capita normal (fora da crise hídrica) é mais elevado. As RAs que obtiveram as maiores quedas possuem um padrão residencial horizontal onde há um padrão residencial unifamiliar, com casas de alto padrão em terrenos extensos e com presença de piscinas e jardins. Dessa maneira, estas áreas têm naturalmente uma maior utilização de equipamentos e atividades que demandam um elevado consumo de água, que não são essenciais para a sobrevivência e, portanto, possuem um maior potencial de serem

retirados ou reduzidos nos hábitos diários (CODEPLAN, 2018). Isso demonstra uma maior facilidade para esses domicílios em aderir ao esquema de racionamento e inclusive em atingir as metas estabelecidas pela tarifa de contingência, a qual prevê sistema de cobrança adicional como um mesmo percentual sobre o consumo, ou ainda ao sistema de bônus-desconto com relação à redução de consumo com o mês anterior.

A Tarifa de Contingência instituída pela Resolução ADASA 17/2016 (ADASA, 2016) tem como limite inferior para aplicação das regras os domicílios que consomem até 10m³/mês (valor este definido com base na recomendação da OMS de 110 litros/habitante/dia, considerando uma média de 3,3 habitantes por domicílio). Para os demais usuários residenciais, independente da faixa de consumo, é aplicado um adicional de cobrança de 40% sobre a fatura de água, conforme as faixas de consumo da Tabela 5 (para os que possuem Tarifa Social - famílias cadastradas no Cadastro Único com até 3 salários-mínimos por domicílio – o valor é de 20%).

Tabela 4: Tarifa de saneamento praticada entre 2016 e 2017 no DF (CAESB, 2016)

Faixa de consumo mensal (m ³)		Tarifa Residencial (R\$/m ³)	Tarifa Social Residencial (R\$/m ³)
0	10	2,86	2,14
11	15	5,31	4,01
16	25	6,78	5,25
26	35	10,96	10,02
36	50	12,09	12,09
Acima de 50		13,25	13,25

Os percentuais da tarifa de contingência foram estabelecidos em razão da meta de redução de consumo proposta, mas viabilizando uma forma que seja viável ao usuário não pagar uma conta de água superior à atual; nesse caso, para manter o mesmo valor de conta, as estimativas da ADASA foram de que o usuário deveria reduzir entre 12% e 15% do consumo atual (ADASA, 2016). Percebe-se assim que apenas as regiões de renda alta foram as que se aproximaram dessa expectativa. Ainda, desde 2009, o DF possui um programa de incentivo à redução do consumo de água (DISTRITO FEDERAL, 2009), o qual prevê um desconto de 20% sobre a economia de água realizada em relação ao mês anterior, lançado diretamente na fatura de água. Ainda que a tarifa de contingência seja gerida pela ADASA, a arrecadação é feita pela conta de água do consumidor e, portanto, arrecadada pela CAESB. Conforme as informações da companhia, em 2017 consumo diminuiu cerca de 10% em comparação ao ano anterior, o que resultou em uma arrecadação total com a tarifa de contingência foi no ano de 2017 de R\$76.816.100 para todo o DF (cerca de R\$ 30 por habitante), sendo os custos operacionais e capitais adicionais com a instituição da tarifa de R\$14.964.310 (CAESB).

A RA Cruzeiro (em destaque na Figura 10), contígua ao Plano Piloto, é a 7^a com maior consumo per-capita das 30⁵ RA do DF e foi também uma das que menos alterou seu consumo após o período da crise hídrica (Tabela 5) (ADASA, 2020). Essa região se caracteriza por predominância de domicílios residenciais e relatos dos moradores da região apontam que consideram o valor da conta de água baixo (R\$70/mês para uma casa com dois moradores e jardim) e que constantemente verificam gastos excessivos dos demais moradores (MAIA, 2016), sendo, portanto uma região com as características adequadas para aplicação da metodologia. A renda domiciliar estimada em Cruzeiro é de R\$ 8.471,7, sendo a faixa média entre 5 e 10 salário-mínimo. Quanto à desigualdade, o índice de Gini da renda domiciliar foi de 0,38 (sendo 1 considerado baixa desigualdade). Em relação ao

⁵ Em 2019 foram oficializados e atualizados os limites das 38 RAs (Lei Complementar 958/2019)

abastecimento de água, praticamente 100% tem acesso à rede geral da CAESB (CODEPLAN, 2018).

Tabela 5: Dados de abastecimento da RA Cruzeiro (ADASA, 2020)

Região Administrativa Cruzeiro	2016*	2017*	2018	2019
População atendida (hab.)**	33.591	33.721	33.763	33.830
Volume Consumido (m ³)	1.933.112	1.708.524	1.738.922	1.802.050
Consumo per capita (L./hab.dia)	158	139	141	146

*Crise hídrica

**Considerada média de 3,06 habitantes por unidade de consumo atendida para todas as regiões administrativas.

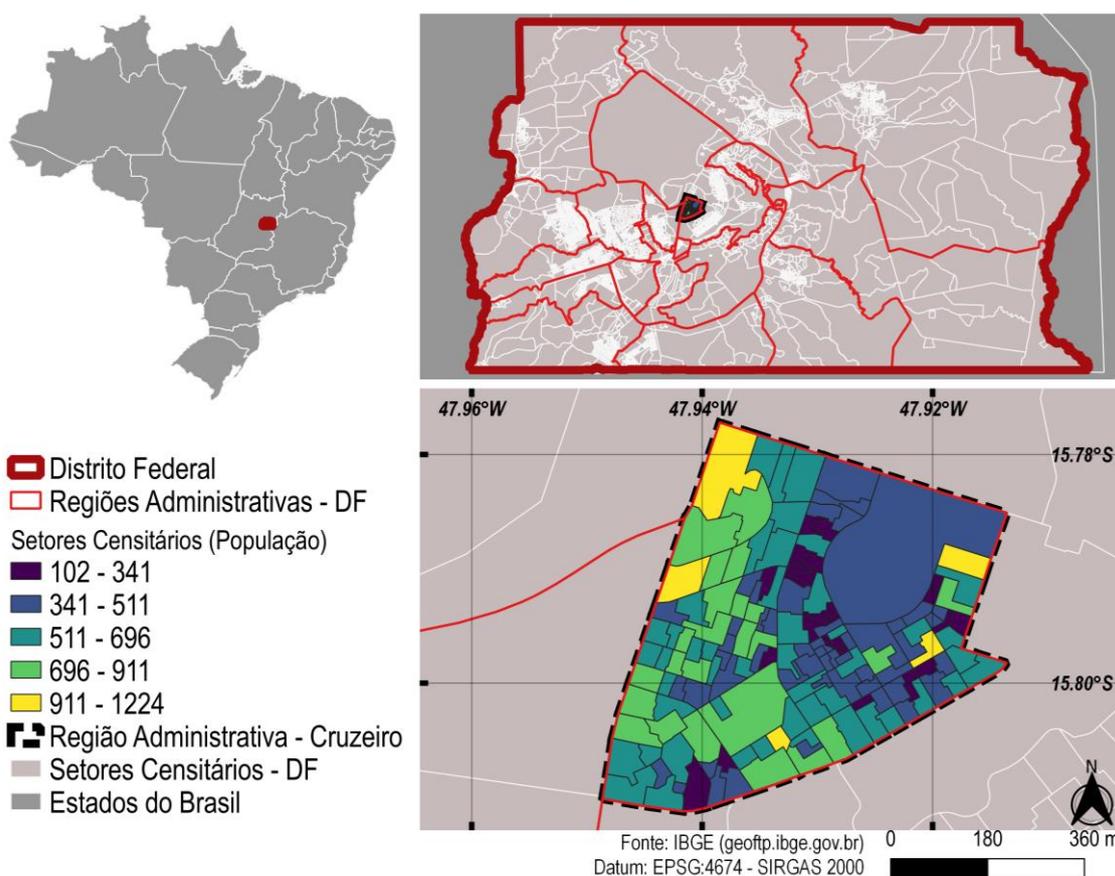


Figura 10: Localização da área de aplicação (Base do IBGE, ainda com apenas as 18 RA oficializadas na época dos levantamentos)

Para usuários residenciais em especial em meio urbanos, verifica-se que as principais medidas adotadas para incentivos ao uso racional da água são referentes a cobranças adicionais ou sistema de bônus-desconto, além das campanhas de conscientização. Por meio da Resolução 17/2017, a ADASA prevê a possibilidade de alocação negociada entre usuários com outorga para uso da água, pela qual seria possível a redistribuição da água disponível entre os usuários mediante um Termo de Alocação Negociada, discutido em reunião visando o consenso entre os usuários. Uma vez que a alocação negociada é viável apenas a usuários com outorga pelo uso da água, restringe-se dessa possibilidade de decisões os usuários do abastecimento público. A estes usuários, o instrumento aplicado é o racionamento e as tarifas de contingência, os quais são deliberados e aprovados pelas instâncias superiores, sem possibilidade de o usuário decidir pela adesão ou não; é, portanto, um instrumento compulsório.

Tendo em vista que a alocação negociada prevê estratégias de otimização e alternativas de uso dos recursos hídricos, é preciso também trazer esses conceitos para a discussão do uso em meio urbano, onde prevalece o abastecimento público. Como visto nas notícias durante o período de crise hídrica, por mais que os usuários urbanos tenham ciência da necessidade de redução do consumo, os instrumentos e estratégias adotadas por vezes dificultam a adesão ou ainda o atingimento dos níveis previstos para que se tenha algum ganho de escala. Propõe-se, portanto, trazer a lógica do poder de escolha ao usuário urbano em contrapartida a benefícios pela redução ou possibilidade de pagamento adicional pelo consumo a mais.

2.3. METODOLOGIA

Com base nessa filosofia, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um Sistema de **Negociação e Alocação de curto Prazo** (ou *Short term Negotiation and Allocation Policy* - SNAP). Esse sistema apresenta as seguintes premissas iniciais:

- O SNAP é baseado em estratégias para o rateio de água disponível entre os usuários, conforme as demandas;
- Quando há disponibilidade hídrica suficiente para atender a demanda total, o rateio de água resulta em uma alocação entre os usuários conforme a demanda real individual de cada um;
- Quando não há disponibilidade hídrica suficiente para atender a demanda total, o rateio de água entre os usuários deve ser socialmente justo;
- Para ser socialmente justo, é necessário ao sistema de rateio garantir uma quantidade mínima de acesso à água (referente ao atendimento das necessidades básicas da vida) e a possibilidade de escolha do usuário;
- Os sistemas de rateio podem ser da forma **tradicional** de alocação de água por racionamento (todos os usuários sofrem sanções e penalizações) ou da forma **alternativa** de um sistema de alocação de água economicamente eficiente;
- Deve existir a figura do acordo, que legitima a escolha dos usuários dentre os sistemas de rateio com base no seu consumo efetivado;
- Devem existir alternativas para o caso em que os usuários não aderirem ao sistema de alocação alternativa;
- Devem existir penalidades para quando os acordos não forem cumpridos;
- Excedentes hídricos devem ser destinados a estruturas de armazenamento (“banco de água”), e valores arrecadados a um fundo de manutenção do SNAP (“fundo de gestão”).

Em linhas gerais, a metodologia realiza uma contabilidade hídrica entre um grupo de usuários, a partir de dados de demanda e usos da água efetivamente registrados em um intervalo de tempo mensal. O escopo da aplicação é se considerar uma região urbana, atendida por uma rede de distribuição de água tratada, o que permite utilizar a estrutura de medição de consumo e emissão de faturas já existente em redes de distribuição urbanas. A partir da contabilidade são estimadas Cotas Hídricas realocáveis e calculados valores a serem pagos ou creditados a cada usuário. O sistema de contabilidade conta também com um fundo de gestão, que é uma fonte de financiamento da contrapartida aos usuários que optarem por economizarem água em períodos de estresse hídrico.

O fundo de gestão torna-se efetivo a partir da implementação de uma tarifa de gestão, como uma alternativa à tarifa de contingência. A maior diferença entre a tarifa de contingência e a tarifa de gestão é que a última é cobrada plenamente durante todo o período, mas proporcional ao grau de atendimento/comprometimento das demandas, dependente

portanto ao nível de escassez, e é complementar à tarifa de saneamento. Dessa forma, em períodos de total atendimento das demandas, a tarifa de gestão é menor, ao passo que, quando o atendimento começa a ser comprometido, a tarifa de gestão sofre incrementos conforme o custo marginal da água no mês, aumentando significativamente quando há um grande comprometimento das demandas. Dessa forma, existe uma sinalização gradual do grau de escassez hídrica.

O fluxograma da metodologia SNAP e as diversas etapas do processo são detalhadas a seguir, a partir da Figura 11. Na sequência, é apresentado o descritivo detalhado, com a identificação do algoritmo e definição dos dados necessários para sua elaboração.

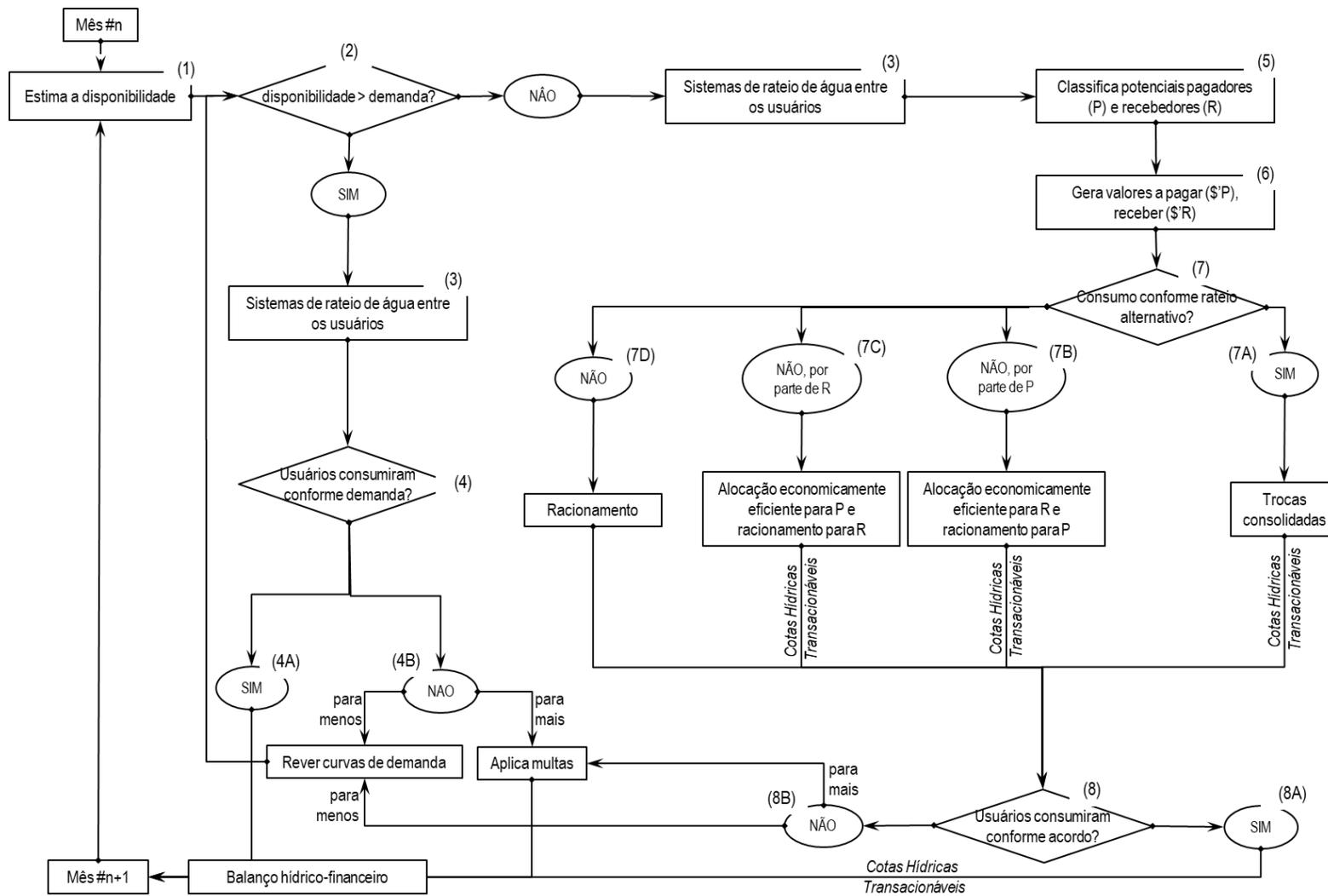


Figura 11: Fluxograma do SNAP

O horizonte operacional proposto é de um ano, sendo o passo de tempo de avanço mensal. O SNAP inicia-se com a **estimativa da disponibilidade hídrica (processo 1)**. A pergunta inicial do sistema é **se a disponibilidade é maior do que a demanda (2)**, sendo que a demanda é avaliada com base nas curvas de demanda (benefício marginal da água) dos usuários do sistema. O sistema segue com a simulação dos **rateios de água entre os usuários (3)**, por racionamento tradicional (proporcional) ou por alocação economicamente eficiente (os detalhes destes sistemas de rateio são especificados no item **Sistemas de rateio**).

Para o caso de disponibilidade hídrica maior do que a demanda, independentemente do tipo de sistema de rateio, a alocação entre os usuários é igual às respectivas demandas. Neste caso, deve-se ainda conferir, após o horizonte mensal de simulação, se **os usuários realmente consumiram conforme a demanda (4)** - em **caso negativo (4B)**, deve ser revista a curva de demanda se o consumo foi menor, pois isso indica que ela não está refletindo o padrão de consumo dos usuários, ou aplicar multas quando o consumo for maior-. Quando o sistema fecha de forma positiva, ou seja, **o consumo foi efetivamente menor do que a disponibilidade (4A)**, todas as demandas dos usuários são plenamente atendidas. Os valores são então contabilizados no SNAP através do balanço hídrico-financeiro, com o montante arrecadado referente à tarifa de gestão sendo incorporado ao fundo de gestão, e o excedente hídrico, armazenado.

Caso exista escassez (ou seja, disponibilidade menor do que a demanda total), a contabilidade baseia-se a partir do excedente do consumidor, agregado para todos os usuários do sistema. Assim, o benefício do sistema de contabilidade é estimado com base nas diferenças entre os custos da escassez de um rateio com alocação por racionamento ou pela alocação economicamente eficiente. Essa diferença representa o ganho, em termos de diminuição do custo da escassez, que o sistema auferir com a decisão de alocação economicamente eficiente em alternativa ao racionamento. O algoritmo proposto gera, portanto, uma solução de alocação que maximiza o excedente do consumidor agregado no sistema. A efetivação da solução de alocação economicamente eficiente, no entanto, depende de acordo entre os usuários (alguns na forma de **pagadores**, dispostos a pagar por um consumo acima da alocação por racionamento, e outros na forma de **recebedores**, dispostos a utilizar menos água que a alocação por racionamento, e, portanto, a receber pelo uso reduzido). Caso não exista acordo de transação entre os usuários, o órgão gestor aplica o racionamento no método tradicional de alocação de água em períodos de escassez.

A classificação de **potenciais pagadores e recebedores (5)** para aplicação da alocação economicamente eficiente então verifica, via sistema de contabilidade hídrica, quais as diferenças entre as quantidades de água alocadas pelo rateio por racionamento e pelo rateio economicamente eficiente. Com isso, são verificadas as oportunidades de ganhos econômicos redistribuindo água de um usuário de menor disponibilidade a pagar para um de maior disponibilidade, mediante compensação financeira entre os usuários.

A diferença entre o sistema de alocação por racionamento e o economicamente eficiente com base no valor marginal da água no mês gera as **regras de definição dos valores a pagar e a receber (6)** pela água de forma a fechar o balanço da contabilidade hídrica, por meio de Cotas Hídricas Realocáveis - CHR (CHR positivas, para os potenciais recebedores, e CHR negativas, para os potenciais pagadores). A **efetivação do consumo (7)** é então avaliada para verificar se foi realizado conforme o rateio alternativo (ou seja, não há excedente hídrico nem monetário; a quantidade de CHR positivas é o mesmo de CHR negativas) e, portanto, são **consolidadas as trocas (7A)**. As dissonâncias no sistema surgem quando um **potencial pagador não tem o real interesse em utilizar mais água (7B)** ou quando um **potencial recebedor não irá economizar água (7C)**, sem, portanto, gerar um excedente hídrico que possa ser utilizado pelo(s) pagador(es); ainda pode ocorrer o caso de

nenhum usuário optar pela alternativa proposta pela alocação economicamente eficiente (7D), e, dessa forma, é aplicado o rateio tradicional, através da alocação por racionamento tradicional proporcional.

O primeiro caso **7B**, quando não existe aderência total ao acordo por parte dos pagadores, implica que existem usuários com a disponibilidade em diminuir o consumo, mas não existem aqueles dispostos a pagar para ter acesso ao volume resultante dessa diminuição de água. Neste caso, como uma das finalidades do sistema de alocação e negociação é incentivar o uso racional, não se pode admitir que quando exista o interesse de racionalização de água este não seja efetivado. Dessa forma, gera-se Cotas Hídricas Realocáveis positivas, e utiliza-se o fundo de gestão para compensar os usuários que voluntariamente aceitaram reduzir o seu consumo; enquanto para os demais, é aplicado o racionamento tradicional.

O segundo caso, **7C**, ocorre quando não há acordo por parte dos recebedores e significa que estes não estariam dispostos a reduzir o consumo além do racionamento, não produzindo um excedente de água para o qual existem usuários dispostos a pagar. Nesse caso, o excedente hídrico do reservatório de armazenamento é disponibilizado para suprir a demanda adicional, gerando Cotas Hídricas Realocáveis negativas, mediante a compensação financeira ao fundo de gestão. A formulação adicional deste banco físico de água não será alvo da metodologia aqui proposta, uma vez que o foco é de proposição do sistema de contabilidade, e não de operação propriamente dita de reservatórios de acumulação; contudo, tal operacionalidade pode ser incorporada em estudos futuros. Caso não exista a possibilidade de efetivação desta estrutura de reservação, deve ser aplicado, para o caso **7C** a alocação por racionamento, sem se efetivar transações e compensações entre os usuários, análogo à situação **7D**.

Após estabelecida a forma de alocação, verifica-se se os **consumos estão de acordo (8)** e em **caso afirmativo (8A)**, os valores são então contabilizados no balanço hídrico-financeiro do SNAP. Caso o **consumo mensal efetivado dos usuários tenha sido superior** ao previsto na contabilidade do acordo, é gerada a uma penalidade (multa) calculada a partir valor marginal da água; **caso seja inferior**, deve ser revista a curva de demanda, e todo o sistema rodado novamente **(8B)**.

Algoritmo SNAP

A seguir são apresentados detalhamentos sobre os demais métodos e procedimentos de suporte ao desenvolvimento do sistema de negociação e alocação, juntamente com os dados e hipóteses assumidas para o desenvolvimento do sistema. A lógica geral é apresentada no fluxograma da Figura 12, onde os dados de entrada (*inputs*) estão representados na coloração cinza escuro, os dados de saída (*outputs*) em branco e as etapas do algoritmo em cinza claro; ao lado de cada etapa, são indicadas as possibilidades do sistema. Cada caixa no fluxograma será então explicada em detalhe nos itens subsequentes, com o respectivo algoritmo desenvolvido em linguagem Matlab®, sendo a respectiva representação da variável ou parâmetro indicados sempre entre parênteses e itálico (*variável ou parâmetro*).

O algoritmo apresentado a seguir considera os dados de entrada utilizados para a área de aplicação da Região Administrativa Cruzeiro, no Distrito Federal.

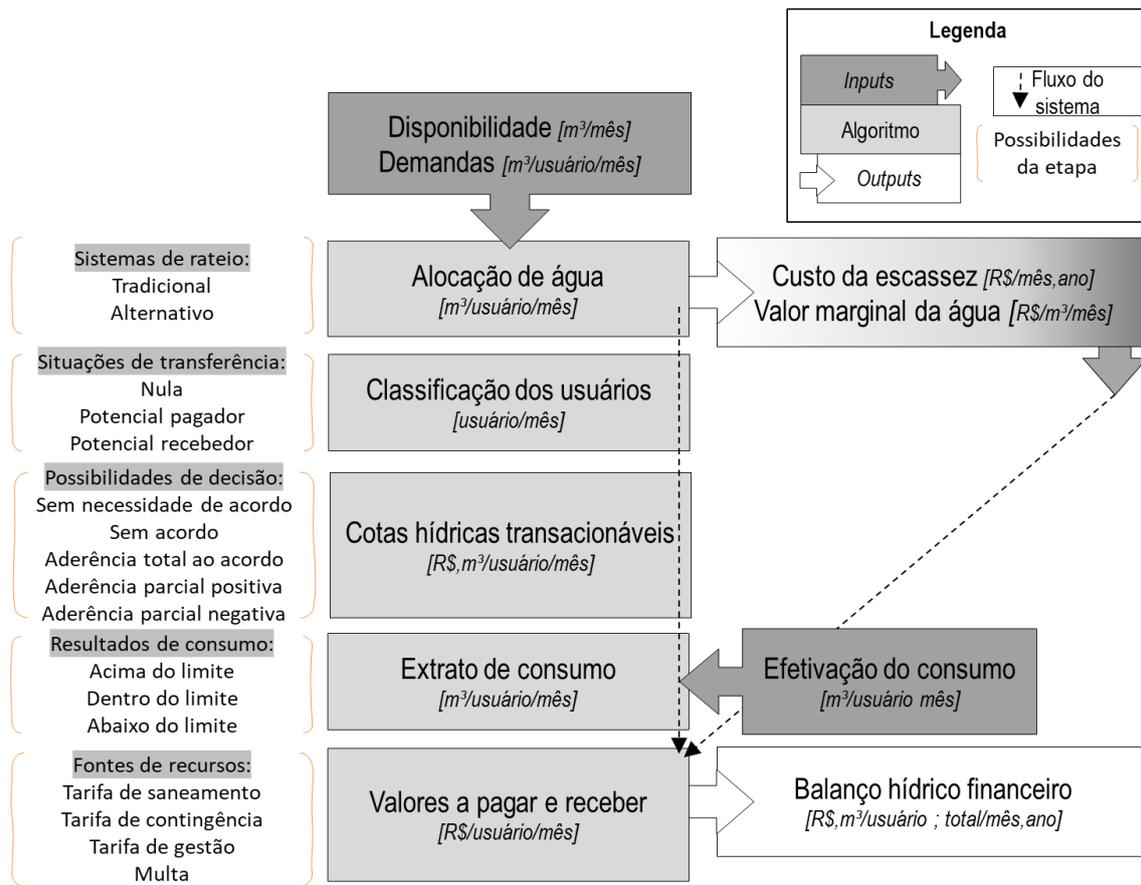


Figura 12: Fluxograma do algoritmo SNAP

Disponibilidade hídrica

A disponibilidade (*disp*) é informada como um dado de entrada, sendo a previsão mensal de quantidade de água a ingressar no sistema, ao longo de 12 meses. Conforme as descrições do período de crise hídrica de 2016-2017 (DISTRITO FEDERAL, 2018), durante o ano de 2016 a situação de escassez foi se intensificando até ser deflagrado o regime de racionamento, permanecendo durante todo o ano de 2017, reestabelecendo-se certa normalidade a partir do segundo trimestre de 2018. O racionamento foi instituído com base no atingimento do nível crítico para o reservatório Descoberto (20%) e, apesar de que o reservatório Santa Maria ainda não estivesse no nível crítico, devido a interligação entre os sistemas, todo o DF foi colocado em estado de restrição de uso. A partir da Série Histórica⁶ dos níveis e percentuais de volume disponível nos reservatórios que abastecem o DF, foi inferida a disponibilidade hídrica liberada para o abastecimento da RA Cruzeiro com base na relação entre o percentual de volume disponível e o percentual de deflagração do estado de alerta (40%, o qual foi o limite correspondente ao racionamento ocorrido) e a demanda hídrica total da RA Cruzeiro. Com essa relação, pode-se inferir que em períodos com volume disponível maior do que 40%, há disponibilidade hídrica suficiente para atender todas as demandas, enquanto que menores de 40%, não é possível atender plenamente às demandas. As demandas para a RA Cruzeiro foram estimadas conforme o item **Demanda hídrica**.

$$Disp_t = \frac{wdT \times percVolUtil_t}{40\%}$$

⁶ Série Histórica das Barragens (1997 a 2018) - <http://gis.adasa.df.gov.br/portal/home/index.html>

Onde: Disp_t: disponibilidade hídrica no mês t (m³/mês); wdT: demanda hídrica total dos usuários (m³/mês); percVolUtil_t: percentual do volume útil do mês t, conforme série histórica (%).

Demanda hídrica

A demanda hídrica é representada por meio de funções de benefício marginal, produzidas com o emprego do método *point expansion* e elasticidade constante conforme a classe socioeconômica, resultando em uma relação exponencial entre benefício marginal e quantidade de água. A utilização dessa metodologia implica na não variação da elasticidade ao longo da curva de demanda, ou seja, o efeito que a variação do preço da água induz na quantidade consumida por cada usuário se mantém constante. Contudo, deve-se ter em mente a limitação em se considerar que a demanda de água realmente tenha elasticidade constante e demanda explicada por uma curva única. Estas são premissas usadas pelo método, mas podem não corresponder às condições reais de comportamento dos usuários, principalmente em situações distantes do ponto de expansão. Ainda que as curvas não representem rigidamente a demanda, tem-se confiança na representatividade do padrão de comportamento que este tipo de método permite estimar. Quanto mais distante do ponto conhecido, utilizado para a expansão da curva, maior pode ser o erro do método e, por isso, deve-se considerar que essa representatividade tem maior confiança nas projeções próximas ao ponto conhecido.

O algoritmo está programado para a utilização de quantos usuários forem necessários; para os resultados na RA Cruzeiro, foram utilizados os 151 Setores Censitários⁷ como representação dos usuários, uma vez que essa divisão do IBGE considera que no setor existe um padrão habitacional e de consumo semelhantes; dessa forma, cada Setor Censitário da RA Cruzeiro representa um usuário do sistema (IBGE, 2012). Para a definição do ponto de partida do método de extrapolação da curva de demanda são necessários valores conhecidos de consumo (w' , em m³/mês) e preço pelo abastecimento de água (p' , em R\$/m³), bem como a elasticidade de cada usuário; estes valores foram definidos como padrões de usuários de classe socioeconômicas (alta, média e baixa), dados do Setor Censitário disponíveis e referências bibliográficas, conforme apresentada na sequência. Importante ressaltar que a alocação economicamente eficiente irá produzir soluções diferentes quanto mais diversos forem os padrões de consumo dos usuários no sistema. Caso todos os usuários tenham o mesmo padrão, a alocação economicamente eficiente não produzirá soluções de alocação diferenciada em comparação aos sistemas de rateio tradicionais, uma vez que existirá pouca diferenciação de valoração e disponibilidade a pagar pela água entre os usuários.

A demanda real dos usuários (w_d , em m³/mês) é definida como a intenção de uso da água quando o valor marginal deste recurso para o usuário é próximo a zero; ou seja, é o ponto em que, mesmo que exista água em abundância, o usuário não irá mais aumentar o seu consumo. Uma vez que o método é baseado em uma curva exponencial, utilizar o valor da água como zero resulta em uma demanda real que tende ao infinito. Neste ponto, foi considerado o que a demanda máxima que usuário irá praticar será o seu consumo atual (ou seja, w'), o que representa uma utilização de água considerando apenas o preço e função do custeio dos sistemas de abastecimento. Considerando a situação em que o usuário paga pela água apenas valor referente ao custo do serviço de abastecimento (captação, tratamento, adução e reservação) o valor marginal líquido que o mesmo dá à água bruta é então próximo a zero, situação em que o usuário estaria utilizando toda a água que precisa e, portanto, a sua

⁷ Malha de Setores Censitários – IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html?=&t=downloads>

demanda máxima já é o que ele está disposto a pagar com a atual tarifa. Estimar uma demanda real superior à média já consumida seria superestimar uma demanda que nunca seria efetivada, mesmo quando água em abundância, uma vez que a tarifa de abastecimento já exerce um fator limitante no consumo em função do custo associado. Parte-se da premissa, portanto, que a situação atual se assemelha a um cenário sem precificação adicional associada ao valor marginal da água.

Os valores do ponto $[w', p']$ podem ser obtidos a partir de contas de água de usuários reais, sendo o valor do metro cúbico (p') referente à tarifa de serviço praticada, ou ainda por estimativa da demanda conforme consumo per-capita avaliado. Foram, portanto, estimadas as demandas reais para cada Setor Censitário com base no consumo per-capita de 2016 apresentado na Tabela 5 e na tarifa da água, conforme Tabela 6.

Tabela 6: Tarifa de água praticada pela CAESB em 2016-2017 (CAESB, 2016)

Faixa de consumo mensal (m ³)		Tarifa Residencial (R\$/m ³)	Tarifa Social Residencial (R\$/m ³)
0	10	2,86	2,14
11	15	5,31	4,01
16	25	6,78	5,25
26	35	10,96	10,02
36	50	12,09	12,09
Acima de 50		13,25	13,25

Os domicílios considerados com Tarifa Social foram aqueles identificados dentro dos limites já apresentados (3 salários-mínimos), o que resulta em uma classe de estrato socioeconômico igual à C1, conforme o Critério Brasil apresentado a seguir.

Tabela 7: Classes conforme estrato socioeconômico (ABEP, 2010)

Renda média domiciliar em 2010 (R\$/mês)	Estrato socioeconômico (classe)
8.418	A
4.418	B1
2.565	B2
1.541	C1
1.024	C2
714	DE

A determinação da variação do consumo de água dos usuários conforme a variação do seu preço é caracterizada pela sua elasticidade; esse valor pode ser inferido com o acompanhamento do consumo efetivado em contas de água conforme a passagem dos meses. Contudo, como essa informação não é de acesso público, buscou-se estudos brasileiros que possibilitassem a relação entre renda, consumo de água e elasticidade, os principais dados de entrada da curva de demanda. Em 2002, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) publicou um estudo sobre a relação entre diversos padrões de consumo e renda da população, considerando o impacto ambiental de cada um, apresentando uma das primeiras correlações entre classe social e consumo de água no Brasil (DA MOTTA, 2002). Anos depois, Dias et al. (2010) atualizaram esta relação de forma a avaliar o impacto da variação de renda no consumo domiciliar de água. Em consonância com estes estudos, Andrade et al. (1995) estabeleceu a dinâmica de consumo de água não apenas relacionado à renda da população amostrada, mas também ao preço da água, desenvolvendo

um dos poucos estudos aplicados a estabelecer a elasticidade-renda da água para os padrões brasileiros de consumo. Em 2013, outro estudo sobre a elasticidade relacionada ao consumo de água foi elaborado para a cidade de Fortaleza, obtendo valores muito próximos ao de Andrade et al. (1995) (ANDRÉ e CARVALHO, 2013). Dessa forma, os valores de elasticidade (ε) foram definidos a partir de consolidação da bibliografia citada, a fim de estabelecer relações com base na renda dos usuários de um domicílio, apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Consumo médio e elasticidade consideradas para caracterização do consumo dos usuários de um domicílio (adaptado de Da Motta (2002), Andrade et al. (1995) e Dias et al. (2010)).

Salário-mínimo	Consumo médio (m ³ /mês)	Elasticidade
<2	11,4	0,62
2 a 10	19,5	0,17
>10	22,4	0,22

Aplicando os parâmetros descritos e lembrando a equação da elasticidade, temos a avaliação dos parâmetros para a curva de demanda de cada usuário, conforme:

$$\varepsilon = \frac{dw}{dp} \cdot \frac{p}{w} \quad (10)$$

Ou rearranjando:

$$\frac{dw}{w} = \varepsilon \frac{dp}{p} \quad (11)$$

Essa equação diferencial pode ser resolvida por integração, de modo que:

$$\int \frac{dw}{w} = \int \varepsilon \frac{dp}{p} \quad (12)$$

$$\ln(w) = \varepsilon \cdot \ln(p) + \ln(k) \quad (13)$$

Onde k é uma constante de integração. Resolvendo, chegamos a:

$$w = kp^\varepsilon \quad (14)$$

Que resulta em uma expressão exponencial para estimativa de uma demanda com elasticidade constante. Como são conhecidos os pares ordenados de volume demandado (w) e o preço pago (p) para os diferentes usuários, empregamos essa informação para determinar as equações da demanda para cada usuário, substituindo os valores na equação (14) e obtendo os respectivos valores de k.

Sistemas de rateio

A alocação de água disponível no SNAP parte de dois tipos de sistema de rateio (Figura 13): o rateio tradicional, com a alocação considerando o racionamento proporcional de água, e o rateio alternativo, que pressupõe uma alocação economicamente eficiente.

O primeiro caso considera uma forma de distribuição em períodos de escassez com base na sanção do acesso à água, limitando o seu uso a uma parcela controlada por um determinado período; foi denominado como rateio tradicional uma vez que é uma forma comum aplicada pelos gestores no Brasil a usuários urbanos no enfrentamento de períodos de escassez de água. Dentre as metodologias de alocação por racionamento, o mais comum é o racionamento proporcional (o uso de cada usuário é diminuído proporcionalmente, conforme o grau de comprometimento da disponibilidade hídrica), muitas vezes realizado

com o corte do fornecimento de água durante algumas horas para todos os usuários de uma região.

Já o rateio alternativo, leva essa denominação justamente por ser uma alternativa proposta pelo presente estudo aos métodos tradicionais de enfrentamento de crises hídricas. A alternativa proposta é a alocação economicamente eficiente, que tem como base o método de otimização da distribuição da água entre os usuários, considerando a maximização do benefício marginal auferido por eles.

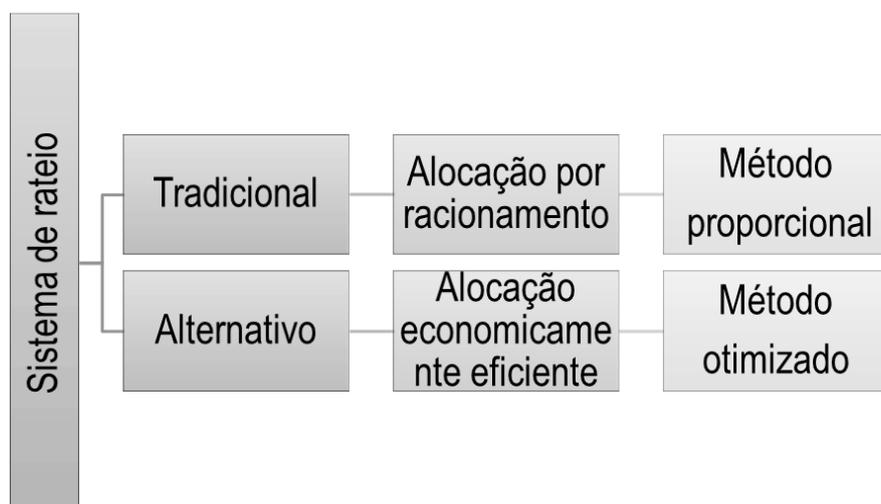


Figura 13: Sistemas de rateio hídrico e metodologias de alocação

Cada possibilidade de alocação é testada em uma situação de escassez hídrica de duração limitada (mês), onde em um dado período de tempo (12 meses) é realizada a contabilidade hídrica para cada usuário, determinado os valores alocados e calculados os respectivos excedentes ao consumidor (métrica do benefício econômico adotada), e custo da escassez total do sistema de alocação.

Na alocação de água do **rateio proporcional**, o princípio de divisão da água entre os usuários é baseado em ponderação proporcional à demanda de cada um. Dessa forma, quando a disponibilidade for maior do que a demanda total, apenas a demanda real individual será alocada para cada usuário. Em situação de escassez, a diminuição da disponibilidade da água é repassada aos usuários, mas proporcionalmente às demandas reais individuais. O rateio proporcional (wp) de cada usuário (u), conforme o mês (t), disponibilidade ($disp$), demanda real (wd) e demanda total de todos usuários (wdT), é dado por:

$$wp_{(t,u)} = wd_u \times \frac{disp_t}{wdT} \quad (15)$$

Os sistemas de racionamento que são mais praticados no país apresentam elementos de rateio proporcional. Isso porque nestes sistemas, estabelece-se um período no dia (ou rodízio de dias) o qual será interrompida a distribuição de água; assim, todos os usuários têm o mesmo período de tempo diminuído o acesso à água; porém o consumo que cada usuário pratica nestas horas varia conforme cada necessidade individual. Desconsidera-se nesta hipótese que em períodos de racionamento a população irá retirar mais água da rede do que o normal, a fim de armazenar para as horas em que a distribuição será interrompida; tal ponderação poderá ser viabilizada futuramente através de um coeficiente de aumento da demanda durante o período de racionamento.

A outra possibilidade considerada é o **rateio economicamente eficiente**, que considera a disponibilidades a pagar pela água e os excedentes ao consumidor, buscando diminuir os custos econômicos associados à restrição ao acesso à água (custos da escassez). Por isso, o rateio economicamente eficiente (w_o) de cada usuário (u) por mês (t) está relacionado não só à disponibilidade ($disp$) e demandas individuais (wd) e totais (wdT), mas com o custo da escassez (CE), apresentado na sequência.

Custo de escassez e valor marginal da água

A teoria do sistema proposto tem como base a alocação economicamente eficiente da água e isso significa obter uma solução de distribuição deste recurso entre os usuários que gere o menor custo de escassez para o sistema como um todo. A solução para o sistema economicamente eficiente é obtida por um algoritmo de otimização cuja função objetivo é minimizar os custos da escassez no sistema (somatório dos custos de escassez individuais). O problema de otimização tem como restrição o valor máximo a ser distribuído entre os usuários (disponibilidade mensal), sendo que nenhum deverá receber mais do que a sua própria demanda real (wd).

Para obtenção do custo da escassez, invertemos a equação 14 para obter:

$$p = \left[\frac{1}{k} w \right]^{-\frac{1}{\varepsilon}} \quad (16)$$

A expressão resultante é então integrada no domínio entre a alocação otimizada (w_o) e a demanda real para cada usuário, na qual o resultado é o indicativo do grau de escassez hídrica no período:

$$CE = \int_{w_o}^{wd} \left[\frac{1}{k} w \right]^{-\frac{1}{\varepsilon}} dw \quad (17)$$

Lembrando que o custo da escassez é uma estimativa da perda do excedente ao consumidor. Finalmente, para definir a alocação otimizada para cada um dos usuários, um sistema economicamente mais eficiente busca minimizar o custo da escassez:

$$w_{o(t,u)} = \min_t \sum CE \quad (18)$$

Tendo por restrições:

$$\sum w_{o(t,u)} < disp_t \quad (19)$$

$$w_{o(t,u)} < wd_u \quad (20)$$

$$w_{o(t,u)} > 110 \text{ l/hab dia} \quad (21)$$

Ainda que o rateio economicamente eficiente busque a redução no custo total da escassez, deve existir um limite nas alocações para garantir acesso à água a todos os usuários e assegurar que a alocação economicamente eficiente atue apenas sobre os usos considerados não essenciais. Por isso, o limite inferior de qualquer alocação será sempre o mínimo definido para se atender às necessidades básicas da vida, que, conforme a OMS é de 3,3 m³/mês, também utilizado este critério para o abastecimento da CAESB no DF. Em seus estudos, Ward e Pulido-Velazquez (2009) consideraram um mínimo de 25 galões americanos por pessoa por dia (em média igual a 2,7 m³/mês) como o mínimo a ser garantido em um sistema de alocação de água. Assim como a disponibilidade mensal, as quantidades mínimas a serem garantidas, portanto, são parâmetros de restrições a qualquer sistema de alocação.

A solução do problema de otimização proposto fornece, além dos valores alocados a cada usuário, o valor mensal do multiplicador de Lagrange (λ) para a equação de restrição de disponibilidade hídrica. Em sua interpretação econômica, o multiplicador de Lagrange, informa, para cada mês, qual é o benefício marginal que o sistema teria (ou seja, quanto o custo de escassez iria diminuir) caso fosse flexibilizada a restrição de disponibilidade de água em uma unidade. Com isso, tem-se qual seria o ganho em termos econômicos para cada metro cúbico de água a mais na disponibilidade, o que é entendido como o valor marginal da água naquele mês. Como a condição necessária para a otimização é a equimarginalidade, nesse ponto o valor marginal da água é igual para todos os usuários. À medida em que a disponibilidade se aproxima da demanda total, o valor marginal da água (λ) tende a zero.

As curvas de demanda permitem ainda inferir, para cada quantidade alocada nos sistemas de rateio, qual seria a disponibilidade a pagar, ou seja, quanto vale a água para cada usuário em um período de escassez. A Figura 14 apresenta uma representação da curva de demanda de um usuário tendo o seu consumo restringido por um sistema de alocação de água em período de escassez.

Quando se tem água em quantidades suficientes para atender a todas as demandas, já foi comentado que o consumo se dá conforme a demanda real, e a disponibilidade a pagar é exatamente o preço já praticado pelas concessionárias de abastecimento (identificado no ponto (a)); contudo, à medida em que a água se torna mais escassa, a representação do seu valor para cada usuário eleva-se conforme a sua respectiva curva de demanda (ponto (b)). O valor $p(a)$ representa a disponibilidade a pagar do usuário em um período sem restrição de uso, correspondente ao preço cobrado pelo sistema de abastecimento, o qual limita o consumo a $w(a)$. Quando o consumo é limitado a $w(b)$, em função do rateio, a disponibilidade a pagar sobe para $p(b)$, uma vez que o valor marginal da água é superior. A área hachurada na Figura 14 representa o custo da escassez gerado ao usuário em ter o seu consumo diminuído de $w(a)$ para $w(b)$.

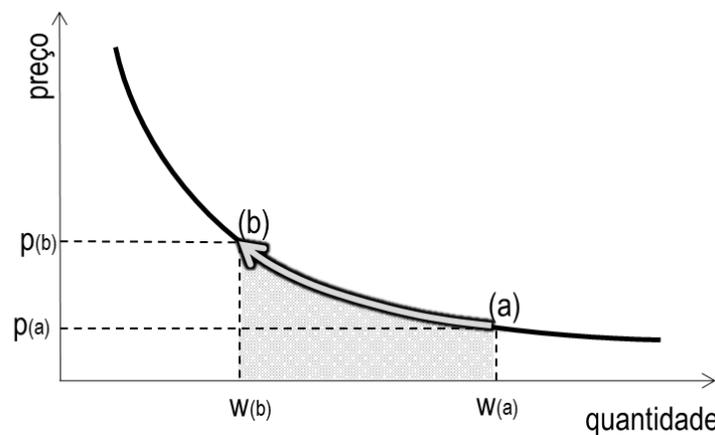


Figura 14: Descolamento dos pontos de consumo ao longo da curva de demanda

Situações de transferência

Em períodos de escassez, parte-se do pressuposto de que o rateio tradicional (acionamento) será necessário, uma vez que a demanda é maior do que a disponibilidade. Assim, a alocação economicamente eficiente apresenta-se como um benefício para o sistema; contudo, nesta concepção alternativa, dependendo da maximização desse benefício, usuários podem ter os seus rateios individuais de água aumentados ou diminuídos em comparação ao rateio tradicional. Dessa forma, é necessária a classificação dos usuários.

Pensando em um sistema que, além de economicamente eficiente, seja socialmente justo, possibilita-se a escolha pelas transferências de água e compensações financeiras entre

os usuários, o que induz a geração de benefício econômico para o sistema. O acordo ocorre quando o usuário aceita efetivar o seu consumo de acordo com o rateio economicamente eficiente, ao invés do rateio proporcional.

Portanto, a classificação dos usuários depende de três situações de transferência. Aplicando-se o rateio economicamente eficiente, um usuário ao qual é concedida a possibilidade de utilizar mais água do que o definido em um rateio proporcional deverá pagar pelo uso adicional (potencial pagador; $Pot = -1$), e aquele ao qual é concedida a possibilidade de utilizar menos água, receberá pelo uso reduzido (potencial receptor; $Pot = 1$). Quando não há déficit hídrico, ou seja, o rateio economicamente eficiente se iguala ao proporcional e todas as demandas são atendidas, o potencial de pagamentos e recebimentos é inexistente ($Pot = 0$).

O algoritmo é proposto para, a cada mês, conforme a diferença entre a alocação proporcional e a economicamente eficiente, produzir uma matriz de potenciais pagadores e receptores. Com isso, estabelece-se o primeiro critério para o sistema de contabilidade hídrica: quem deve pagar e quem pode receber em função dos volumes de água consumidos a cada mês.

Quadro 3: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP para classificação dos potenciais pagadores e receptores entre os usuários

```
for u=1:user
for t=1:12
    if wp(t,u) > wo(t,u)
        Pot(t,u)=1
    else
        if wp(t,u) < wo(t,u)
            Pot(t,u)=-1
        else
            Pot(t,u)=0
```

Possibilidades de decisão

As Cotas Hídricas Realocáveis (CHRs) são o diferencial entre sistemas de pagamento da água apenas pelo volume consumido e o sistema de contabilidade hídrica aqui proposto, o qual possibilita trocas entre os usuários com ressarcimentos pela redução de consumo. A compensação financeira é viabilizada pelo financiamento cruzado proveniente de usuários aos quais foi permitido um consumo adicional de água. Como as CHRs são disponibilizadas apenas em períodos de baixa disponibilidade hídrica e sua valoração é referente ao custo marginal da água, tende a ser maior do que o preço tradicional praticado na tarifa de saneamento.

As cotas têm relação com um excedente (positivo ou negativo) da alocação de água de cada usuário, sendo que tais excedentes são dependentes do cenário de disponibilidade hídrica do mês e das diferenças entre os rateios proporcional e economicamente eficiente. As CHRs, portanto, aparecem como incentivo à escolha dos usuários em optarem pelo rateio economicamente eficiente, o qual busca uma maximização dos benefícios econômicos ao sistema de alocação como um todo. Nesse caso, potenciais receptores geram CHRs positivas (o sistema induz a estes usuários diminuírem o seu consumo, gerando um excedente hídrico a ser transacionável), enquanto potenciais pagadores geram CHRs negativas (ou seja, o sistema permite que estes usuários consumam a mais, mediante compensação financeira).

Quadro 4: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP para classificação geração das Cotas Hídricas Realocáveis

```

for u=1:user
for t=1:12
  if Pot(t,u)==-1
    CHR(t,u)=-(wo(t,u)-wp(t,u))
  elseif Pot(t,u)==1
    CHR(t,u)=(wp(t,u)-wo(t,u))
  else
    CHR(t,u)=0

```

Portanto, são cinco as possibilidades de decisão de acordos de consumos pelos usuários, com base nas Cotas Hídricas Realocáveis.

Quadro 5: Possibilidades de decisão de acordos de consumo

disponibilidade > demanda	
1.	<u>Sem necessidade de acordo</u>
No cenário onde a disponibilidade é maior do que a demanda, entende-se que a gestão dos recursos hídricos é efetiva a ponto de todos os usuários terem o uso da água garantido em quantidades desejadas. Portanto, o valor marginal da água (Λ) é baixo. Neste caso, não são disponibilizadas CHRs.	
disponibilidade < demanda	
2.	<u>Sem acordo</u>
O racionamento proporcional é aplicado quando não existe acordo entre os usuários e, portanto, todos devem ter consumo reduzido proporcionalmente. Neste caso, as CHRs são disponibilizadas aos usuários, mas como não há acordo, não são efetivadas as trocas.	
3.	<u>Aderência total ao acordo - Saldo hídrico de realocação igual a zero</u>
Aderência total refere-se à situação onde os usuários pagadores consomem mais do que o racionamento proporcional e os usuários recebedores consomem menos, conforme alocação economicamente eficiente. Nesse caso, e os saldos hídrico da realocação são iguais a zero pois as CHRs positivas e negativas são transacionadas pelos usuários, mediante compensação financeira, desembolsada pelos pagadores aos recebedores. O valor marginal da água torna-se bem superior, pois existe a restrição de disponibilidade.	
4.	<u>Aderência parcial ao acordo - Saldo hídrico de realocação positivo</u>
Aderência parcial positiva refere-se à situação onde a quantidade de água consumida a menos pelos usuários recebedores é superior à quantidade de água consumida a mais pelos usuários pagadores. Ou seja, as CHRs positivas são utilizadas, enquanto as negativas não são. Nessa situação, o resultado é um saldo hídrico positivo, porém sem a contrapartida financeira (o saldo financeiro produzido pelos usuários pagadores é insuficiente para compensar todos os recebedores). Nesse caso, para complementar a necessidade de compensação financeira da realocação, o pagamento da diferença é feito com recursos do fundo de gestão.	
5.	<u>Aderência parcial ao acordo - Saldo hídrico de realocação negativo</u>
Aderência parcial negativa refere-se à situação onde a quantidade de água consumida a menos pelos usuários recebedores é inferior à quantidade de água consumida a mais pelos usuários pagadores. Ou seja, as CHRs negativas são utilizadas, enquanto as positivas não são. Nessa situação, o resultado é um saldo hídrico negativo, porém com uma contrapartida monetária excedente (o saldo financeiro produzido pelos usuários pagadores supera o valor necessário para compensar todos os usuários recebedores). Enquanto que na situação anterior é necessário um fundo financeiro para suprir o saldo de compensações negativo, na aderência parcial negativa há necessidade de um fundo hídrico	

(armazenamento de água em infraestrutura de reservação) para conceder mais água àqueles que desejam pagar pelo uso excedente, já que os potenciais recebedores não acordaram em diminuir seu consumo.

Caso não exista possibilidade de reservação, esse tipo de acordo tem os mesmos efeitos do caso quando não há acordo.

Resultados de consumo

A identificação da existência de CHRs e as possibilidades de decisão entre os usuários não necessariamente implica em que os usuários vão efetivamente cumprir com estes acordos. Assim, o modelo também prevê uma etapa do sistema de contabilidade que é a verificação da efetivação do consumo (wc). Com isso, propõe-se o extrato de consumo para cada uma das três situações de transferência ($Pot = 0$, sem potencial de trocas; $Pot = 1$, para os potenciais recebedores; e $Pot = -1$, para os potenciais pagadores), em que três possibilidades de consumo podem ocorrer: (i) consumo dentro dos limiares aceitáveis, e então o sistema avança; (ii) consumo abaixo do limiar, onde deve-se rever a curva de demanda; e (iii) consumo acima do limiar, com a aplicação de multa (a metodologia de cálculo é apresentada no item Balanço financeiro).

Na situação de inexistência do potencial de trocas entre os usuários (Figura 15 a), as possibilidades de consumo são em relação à demanda real do usuário (wd): (i) quando o consumo é igual à demanda, o sistema avança; (ii) quando o consumo é inferior à demanda, deve-se rever a curva de demanda; (iii) quando o consumo é superior à demanda, aplica-se multa.

Para potenciais pagadores pela água (usuário X no Figura 15 b), as opções de avanço, revisão da curva e multa, ocorrem respectivamente para as situações em que: (i) o consumo é superior ao rateio proporcional (wpX); (ii) o consumo é inferior ao rateio proporcional (wpX); e (iii) o consumo é superior ao rateio ótimo (woX). Já para potenciais recebedores pela água (usuário Y no Figura 15 b), as relações respectivas são quando: (i) o consumo é inferior ao rateio proporcional (wpY); (ii) o consumo é inferior ao rateio ótimo (woY); e (iii) o consumo é superior ao rateio proporcional (wpY).

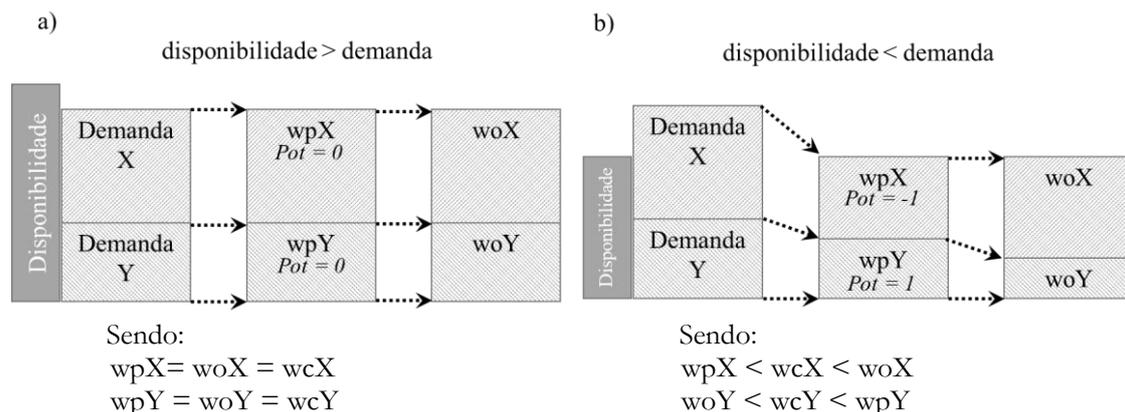


Figura 15: Esquema de definição da classificação para dois usuários (X e Y), para situação de alta (a) e baixa (b) disponibilidade

Uma vez que é facultado ao usuário a escolha de consumir de acordo com um dos dois sistemas de rateio, potenciais pagadores podem ter seu consumo efetivado entre o limite mínimo do rateio proporcional wp (quando não aceitam o acordo) e máximo do rateio economicamente eficiente wo (quando aceitam o acordo). Já os recebedores podem efetivar o consumo entre o limite mínimo de wo (quando aceitam o acordo) e wp (quando não aceitam

o acordo). Essa possibilidade de limiares de consumo permite que o sistema se torne flexível, pois apresenta uma faixa de consumo factível aos usuários. Contudo, sempre que os consumos forem extrapolados acima desses limites, é aplicada a multa, pois entende-se que os usuários não cumpriram os acordos seja do rateio proporcional ou do economicamente eficiente. Já quando os consumos são inferiores, entende-se que o sistema falhou inicialmente em determinar as demandas dos usuários, e as curvas de demanda devem ser revistas.

Quadro 6: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP para extrato de consumo dos usuários, com as considerações para normalidade, revisão de demanda ou de multa

```

Se Pot = 0
  wc=wd   avança (status = 1)
  wc<wd   rever demanda (status = 2)
  wc>wd   multa (status = 3)

Se Pot = 1
  wc<wp   avança (status = 4)
  wc<wo   rever demanda (status = 5)
  wc>wp   multa (status = 6)

Se Pot = -1
  wc>wp   avança (status = 7)
  wc<wp   rever demanda (status = 8)
  wc>wo   multa (status = 9)

for u=1:user
  for t=1:12
    if wc(t,u)==0
      status(t,u)=NaN;
    else
      if Pot(t,u)==0
        if wc(t,u)==wd(u)
          status(t,u)=1;
        elseif wc(t,u)<wd(u)
          status(t,u)=2;
        else
          status(t,u)=3;
        end
      end
      if Pot(t,u)==1
        if wc(t,u)>wp(t,u)+0.1
          status(t,u)=6;
        elseif wc(t,u)<=wo(t,u)-0.1
          status(t,u)=5;
        else
          status(t,u)=4;
        end
      end
      if Pot(t,u)==-1
        if wc(t,u)>wo(t,u)+0.1
          status(t,u)=9;
        elseif wc(t,u)<wp(t,u)-0.1
          status(t,u)=8;
        else
          status(t,u)=7;
        end
      end
    end
  end
end
end
end
end
end

```

Com a efetivação do consumo (wc), as Cotas Hídricas Realocáveis são reavaliadas em termos das quantidades de água utilizadas pelos usuários, ou seja, se a decisão de cada usuário foi por utilizar as CHR na sua integridade ou não. Esse comparativo, fornece a

indicação do saldo de CHRs após o consumo, sendo então avaliado por meio dos Créditos de Cotas Hídricas (CCHs):

Quadro 7: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP estimativa dos Créditos de Cotas Hídricas

```

for u=1:user
  for t=1:12

    if Pot(t,u)==-1
      CCH(t,u)=-(wc(t,u)-wp(t,u));
    elseif Pot(t,u)==1
      CCH(t,u)=(wp(t,u)-wc(t,u));
    else
      CCH(t,u)=0;
    end
  end
end
end

```

Balanço hídrico

A cada mês, ao usuário são então apresentadas cinco possibilidades de decisão, que resultam em três resultados de consumo. Quando há disponibilidade hídrica suficiente para anteder às demandas, não há necessidade de acordo de consumo. Quando não há disponibilidade hídrica suficiente, podem os usuários não entrarem em acordo, ter aderência total ao acordo ou ter aderências parciais (positiva ou negativa). O usuário pode então consumir conforme o acordo pautado nessas decisões, consumir acima do limite estabelecido, ou consumir abaixo do limite. Dessa forma, são 15 os caminhos possíveis da decisão de cada usuário; e, a cada um desses caminhos está ligada um balanço hídrico entre disponibilidade e consumo, e um fluxo financeiro.

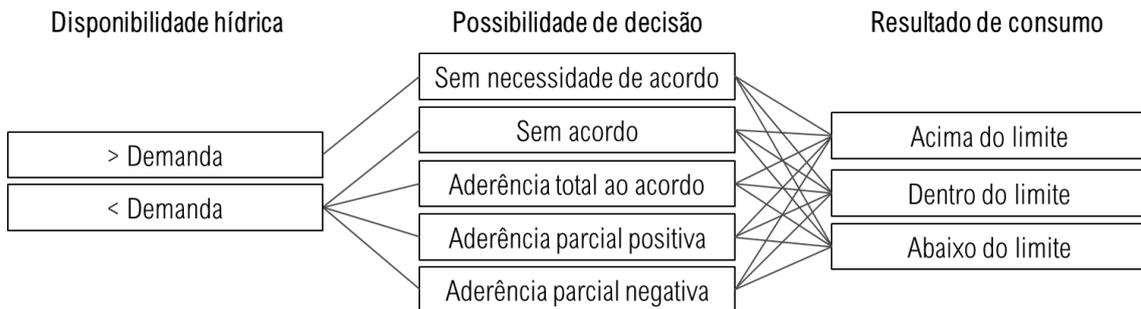


Figura 16: Caminhos possíveis ligados à decisão do usuário

O balanço hídrico definido pela equação 22 é pautado na diferença entre disponibilidade mensal e consumo total dos usuários. O saldo hídrico positivo é gerado quando a disponibilidade excede o consumo, e isso ocorre quando não há necessidade de acordos (alta disponibilidade hídrica) ou quando há aderência parcial positiva ao acordo (quando existem apenas usuários interessados em economizar água); ainda é possível um excedente hídrico decorrente de consumo abaixo do limite do acordo, mas esse caso é um indicativo de que a curva de demanda não foi corretamente estimada e, portanto, deve ser corrigido para não mais ocorrer tal situação. Deve ser prevista **estrutura de reservação** para armazenamento desse excedente hídrico, de tal forma a compensar períodos com balanço hídrico negativo. O saldo hídrico negativo ocorre quando há aderência parcial negativa ao acordo (quando existem apenas usuários interessados com maior disponibilidade a pagar por um consumo adicional); ainda existe a possibilidade excesso de consumos acima do limite estabelecido pelos acordos, mas aos quais é embutida uma multa a qual induz a manutenção dos consumos dentro dos limites.

$$BaH = \sum_t (disp_t - \sum_{u,t} wc) \quad (22)$$

- Salvaguardas

Quanto temos um reservatório de abastecimento de água, a forma como ele é operado tem grande efeito no resultado final de disponibilidade, afetando indicadores como a confiabilidade, a resiliência e a vulnerabilidade. Ao descrever estas políticas de operação de forma econômica, Bower et. al (1962) destacaram a importância da alocação intertemporal de recursos e a otimização dos benefícios, levando em consideração não apenas o período atual, mas também os períodos futuros. Para (BOWER, HUFSCHEMIDT e REEDY, 1962) e (SHIH e REVELLE, 1994) existem condições nas quais é mais vantajosa economicamente a ocorrência de uma sequência de pequenas falhas no atendimento em vista de menor na liberação de água no presente, se a mesma permitir que a água poupada no reservatório reduza a probabilidade de um período de escassez mais severo no futuro. Uma operação com salvaguardas (no inglês, *hedging*) pode ser vantajosa economicamente, se os usos propostos da água tiverem funções de perda não-lineares.

Está prevista dentre as possibilidades do SNAP uma avaliação da efetividade econômica de salvaguardas, aqui entendidas como um volume hídrico restringido adicionalmente dos usuários durante um período de alta disponibilidade o qual é separado para ser utilizado posteriormente para suprir o déficit hídrico em um período com maior baixa disponibilidade. Os testes propostos têm como intuito verificar quais os ganhos econômicos e de realocação hídrica quando se induz a um racionamento antecipado como forma de criar uma salvaguarda de armazenamento no reservatório, com o propósito de reduzir os impactos nos meses de maior escassez.

Para isso, foi criada uma função adicional ao SNAP denominada “libera”, que substitui a disponibilidade hídrica. Esse volume liberado corresponde à disponibilidade hídrica subtraída do volume anual médio não utilizado para satisfazer as demandas. A Equação 23 indica este artifício utilizado para propor um formato de volume destinado à salvaguarda, mas que pode ser futuramente substituído por outra metodologia ou reservatórios já existentes para armazenamento de reserva hídrica. O intuito de apresentar a viabilização de uma salvaguarda neste estudo é o de mostrar os benefícios adicionais que se poderia trazer ao sistema.

$$libera_t = disp_t \frac{\sum (disp-wdt)_{disp>wdt}}{12} \quad (23)$$

Cabe destacar que existem critérios e abordagens diversas para a determinação do quando iniciar, qual a quantidade reduzir, e quando finalizar a operação com salvaguardas. Estes aspectos constituem todo um problema de otimização e análise operacional à parte e estão fora do escopo do presente trabalho. Aqui buscou-se apenas uma implementação simplificada.

Balanço financeiro

O fluxo financeiro do sistema está pautado tanto na necessidade de arrecadação para manutenção do sistema e compensação aos usuários, quanto em valores indutores ao usuário do padrão de consumo desejado. A manutenção do sistema é garantida parte pela **tarifa de saneamento**, a qual é estipulada pela entidade responsável do abastecimento, e pela **tarifa de gestão**. Ao passo que a tarifa de saneamento é permanente e não depende da disponibilidade hídrica do mês, a tarifa de gestão pode ser compreendida em dois componentes principais do sistema. O primeiro componente é de garantia da estrutura do

sistema de gestão proposto; períodos de baixa disponibilidade requerem maior controle de gestão à períodos de alta disponibilidade, uma vez que existem conflitos iminentes pelo acesso e uso da água e maior necessidade de fiscalização. O segundo componente é a valoração das Cotas Hídricas Realocáveis. Percebe-se, portanto, uma constante nestas duas componentes da tarifa de gestão: o valor marginal da água aos usuários por mês.

Assim, a tarifa de gestão varia conforme o valor marginal da água para o sistema de alocação economicamente eficiente, traduzido matematicamente pelo multiplicador de Lagrange (λ). O λ representa então a valoração do metro cúbico de água no mês, conforme a disponibilidade hídrica para atender às demandas. Consequentemente, meses com maior disponibilidade hídrica apresentam menores valores λ ; meses de menor disponibilidade hídrica, resultam em maiores valores λ . Assim, a tarifa de gestão consegue incorporar à sua funcionalidade uma forma de tarifa de contingência e de indução ao uso racional para os meses aos quais se tem dificuldades de atender a totalidade das demandas. Soma-se a isso a possibilidade de aplicação de **multas** quando existe o consumo excessivo fora dos limites propostos nos acordos entre os usuários.

Ainda serão avaliados os valores arrecadados pela **tarifa de contingência**, a qual considera a cobrança adicional conforme os períodos de ‘estado de alerta’, bem como o sistema de bônus por redução de consumo.

O **fundo de gestão** é composto pelas arrecadações oriundas da tarifa de gestão e multas, e o **fundo de saneamento**, pela tarifa de saneamento e de contingência.

A Figura 17 apresenta uma ideia do que seria um fluxo de caixa dos valores arrecadados pelo SNAP. Todas as arrecadações previstas são realizadas por meio da conta de água, na qual separa os valores encaminhados ao fundo de gestão e ao fundo de saneamento. No fundo de gestão, parte do valor é repassado ao órgão gestor correspondendo à cobrança pelo uso da água dos usuários residenciais urbanos e parte é acumulada de forma a viabilizar o repasse aos usuários dos créditos de cotas hídricas efetivados conforme a decisão de consumo de cada um. No fundo de saneamento, há o repasse integral da tarifa de saneamento à companhia (sendo utilizado para manutenção e operação do sistema de abastecimento), bem como parte da tarifa de contingência (a qual é autorizada pelo órgão gestor para ser utilizada em melhoria da infraestrutura para aumento da garantia da segurança hídrica do abastecimento); a outra parte da tarifa de contingência é repassada aos usuários na forma do sistema de bônus-desconto, conforme o consumo de cada um.

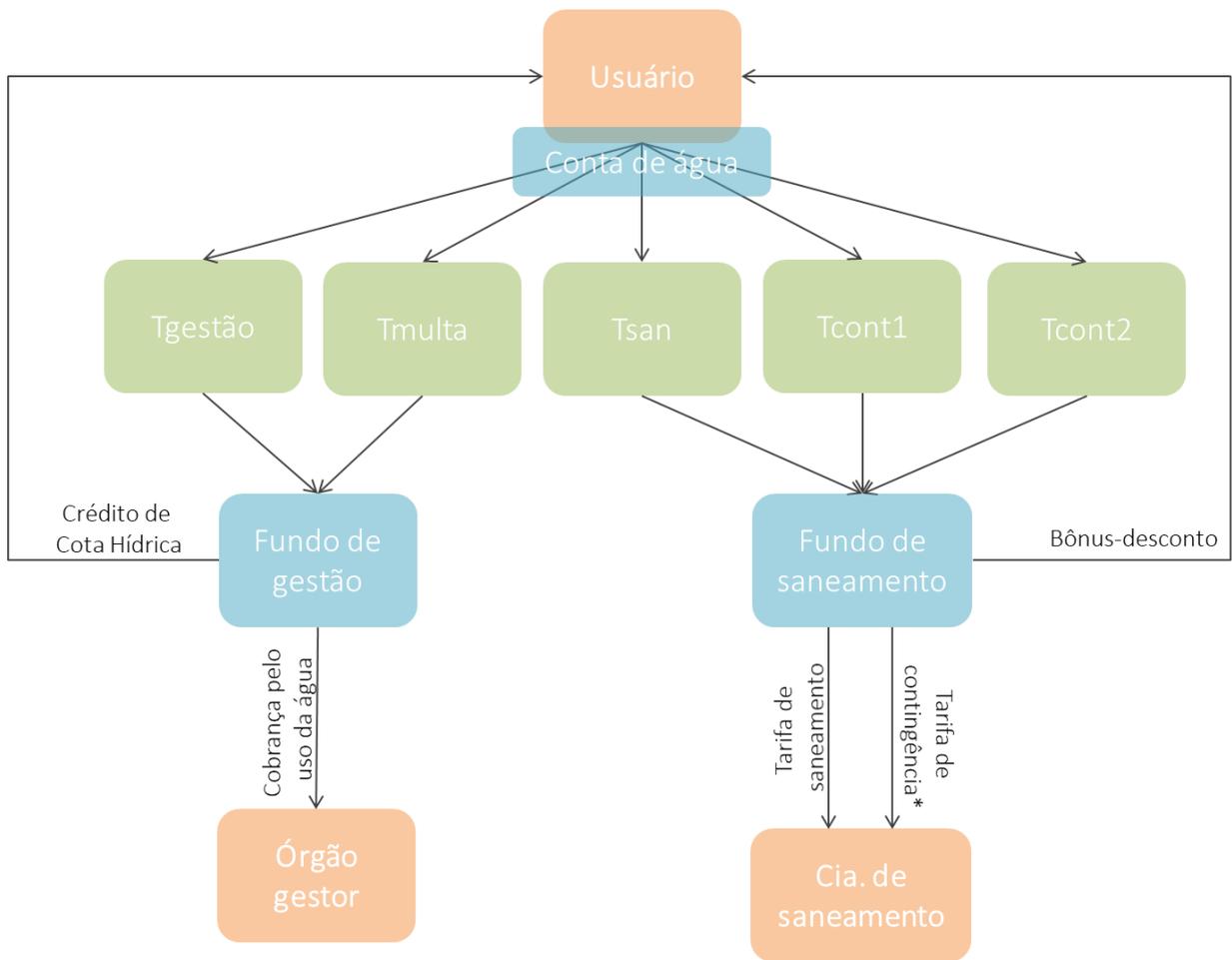


Figura 17: “Fluxo de caixa” dos valores arrecadados pelo SNAP

A seguir, são especificadas as formas de arrecadação previstas no sistema:

- Tarifa de saneamento

Os valores referentes ao saneamento devem ser pagos por todos os usuários (e por isso o sinal negativo, representando o desembolso do usuário), todos os meses e são proporcionais ao consumo efetivo. O valor do metro cúbico de água é definido pela concessionária de abastecimento.

$$Tsan_{t,u} = -(wc_{t,u})p \quad (24)$$

Onde: t = mês; u = usuário; wc = consumo ($m^3/mês$); p = tarifa de saneamento ($R\$/m^3$)

- Tarifa de gestão

As arrecadações que envolvem valores de ressarcimento pela gestão do modelo proposto variam conforme relação de atendimento da demanda total. Para os meses em que a disponibilidade é superior à demanda ($Pot = 0$), essa taxa de gestão é proporcional a um índice ‘k’ a ser definido⁸ pelo órgão gestor conforme a intenção de arrecadação e deve ser paga por todos os usuários, sendo destinada ao fundo de gestão para a manutenção do sistema. Já quando existe possibilidade de pagamentos

⁸ Para esta pesquisa, foi utilizado o valor de ‘k’ como $R\$0,01/m^3$.

e recebimentos ($Pot = 1$ e -1), essa arrecadação ou é incorporada ao fundo ou transacionada (sinal positivos para recebedores e negativo para pagadores). No caso em que há total acordo entre os usuários, a tarifa de gestão é integralmente utilizada para transferência entre os usuários para efetivação das trocas, e, portanto, não é incorporada ao fundo de gestão (nesse caso, $CCH = CHR$). Quando não há acordo entre os usuários, a tarifa de gestão não é praticada, pois entende-se que o sistema não foi efetivo em apresentar alternativas favoráveis aos usuários (pois nesse caso é aplicado o racionamento tradicional).

A tarifa de gestão depende do consumo do usuário, respectivo CCH, e do valor marginal da água no mês.

Quadro 8: Algoritmo de cálculo do modelo SNAP para estimativa da arrecadação para a tarifa de gestão

```

for u=1:user
  for t=1:12
    if wc(t,u)==0
      Tgestao(t,u)=0;
    else
      if Pot(t,u)==-1
        Tgestao(t,u)=CCH(t,u).*lambda(t);
      elseif Pot(t,u)==1
        Tgestao(t,u)=CCH(t,u).*lambda(t);
      else
        Tgestao(t,u)=-wc(t,u).*k;
      end
    end
  end
end
end
end

```

- Multa

As multas estão previstas para quando o consumo é maior do que a alocação definida para o usuário no mês e é relativa ao excesso de consumo (Δwc). O valor do metro cúbico varia conforme a escassez da água e calculado a partir do seu valor marginal. Portanto, consumir excessivamente em períodos de menor disponibilidade irá gerar uma multa maior do que se esse mesmo consumo ocorresse em um período de alta disponibilidade. Para situações em que o consumo é menor ou igual ao rateio, a multa é nula; já para quando o usuário consome mais do que o rateio destinado para si, a multa é conforme a equação que segue.

$$T_{multa}(t,u) = -\Delta wc_{(t,u)} \lambda(t) \quad (25)$$

Onde: $t =$ mês; $u =$ usuário; $\Delta wc =$ excesso de consumo ($m^3/mês$); $\lambda =$ valor marginal da água no mês ($R\$/m^3$)

- Tarifa de contingência

Conforme já apresentado, a tarifa de contingência pode ser acionada quando a garantia do abastecimento público pode ser comprometida quando a situação de criticidade hídrica entra em estado de alerta. É realizada então uma cobrança adicional de 40% sobre a fatura de água (T_{cont1}), sendo que existe ainda a possibilidade de desconto de 20% sobre a economia de água realizada em relação ao mês anterior (T_{cont2}). O somatório da cobrança adicional e o desconto por economia gera o valor total adicional a ser pago pela tarifa de contingência (T_{cont}).

Quadro 9: Algoritmo de cálculo para estimativa da arrecadação para a tarifa de contingência

```
for u=1:user
  for t=1:12

    if Pot(t,u)==0
      Tcont1(t,u)=0;

    else
      Tcont1(t,u)=-wc(t,u).*p(u)*0.4;
    end
  end
end

for u=1:user
  for t=2:12

    if wc(t-1,u)>wc(t,u)
      Tcont2(t,u)=(wc(t-1,u)-wc(t,u)).*p(u)*0.2;

    else
      Tcont2(t,u)=0;
    end
  end
end
Tcont=Tcont1+Tcont2;
```

O Quadro 10 apresenta as componentes a serem consideradas no balanço hídrico-financeiro a cada decisão e consumo dos usuários. As variáveis wc e wd compõem a contabilidade hídrica; $Tsan$, $Tgestão$, $Ttransfer$ e $Tmulta$ são as componentes de arrecadação. Os sinais positivo (+) e negativo (-) indicam quando a componente é aplicada apenas ao potencial receptor (+) ou pagador (-).

Quadro 10: Relação das componentes do balanço hídrico-financeiro a serem consideradas conforme a decisão e consumo do usuário.

Disponibilidade Hídrica	Possibilidade de decisão	Resultado do consumo e arrecadação aplicada		
		Acima do limite	Dentro do limite	Abaixo do limite
> Demanda	Sem necessidade de acordo	$W_c > w_d$	$W_c = w_d$	$W_c < w_d$
		T_{san} $T_{gestão}$ T_{multa}	T_{san} $T_{gestão}$	T_{san} $T_{gestão}$
< Demanda	Sem acordo	$W_c > w_p$	$W_c = w_p$	$W_c < w_p$
		T_{san} $T_{gestão}$ T_{multa} T_{cont1}	T_{san} $T_{gestão}$ T_{cont}	T_{san} $T_{gestão}$ T_{cont}
	Aderência total ao acordo	$W_c > w_o$	$W_c = w_o$	$W_c < w_o$
		T_{san} $T_{gestão}^*$ T_{multa} T_{cont1}	T_{san} $T_{gestão}^*$ T_{cont}	T_{san} $T_{gestão}^*$ T_{cont}
	Aderência parcial positiva	$W_{c+} > w_o$ $W_{c-} > w_p$	$W_{c+} = w_o$ $W_{c-} = w_p$	$W_{c+} < w_o$ $W_{c-} < w_p$
		T_{san} $T_{gestão}^{*+}$ T_{multa} T_{cont1}	T_{san} $T_{gestão}^{*+}$ T_{cont}	T_{san} $T_{gestão}^{*+}$ T_{cont}
	Aderência parcial negativa	$W_{c+} > w_p$ $W_{c-} > w_o$	$W_{c+} = w_p$ $W_{c-} = w_o$	$W_{c+} < w_p$ $W_{c-} < w_o$
		T_{san} $T_{gestão}^{*-}$ T_{multa} T_{cont1}	T_{san} $T_{gestão}^{*-}$ T_{cont}	T_{san} $T_{gestão}^{*-}$ T_{cont}

**nesse caso, T_{gestão} é transacionada entre os usuários através dos CCH*

Continuidade do sistema

A proposta de contabilidade hídrica realizada em escala mensal, com as estimativas de disponibilidade hídrica para o mês seguinte, e previsão de atendimento das demandas com base no padrão de consumos dos usuários. Para possibilitar a ciência do usuário sobre as possibilidades de transferência da contabilidade hídrica, propõe-se que, semelhante ao que ocorre hoje no Brasil com as bandeiras tarifárias de energia elétrica (ANEEL, 2020). Dessa forma, junto à fatura de conta de água, as seguintes informações estariam presentes:

- Situação hídrica no mês t (indicando se é um período de racionamento ou não);
- Previsão para o mês seguinte (t+1);
- Consumo efetivado no mês t;

- Solução de racionamento em sistema tradicional de rateio proporcional (igual à w_p) no mês t ;
- Solução de alocação em sistema alternativo de rateio economicamente eficiente (igual à w_o) no mês t ;
- Tarifa de saneamento (definido pela companhia de abastecimento) no mês t ;
- Tarifa de gestão (estimado conforme valor marginal da água e índice de gestão) no mês t ;
- Multas no mês t (estimado conforme o consumo valor marginal da água);
- Crédito de cotas hídricas no mês t (estimado conforme o consumo);
- Arrecadação à companhia de abastecimento no mês t ;
- Saldo e variação no fundo de gestão no mês t (arrecadação ou pagamentos);
- Situação do armazenamento.

De posse dessas informações, mensalmente permite-se que o usuário associe o seu padrão de consumo de água com as suas possibilidades de enfrentamento de uma crise hídrica para os meses seguintes. Ou seja, é repassado ao consumidor parte da responsabilidade de decisão da gestão da água, dentro das possibilidades existentes para cada cenário e situação do mês.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS

3. RESULTADOS PARA A ÁREA DE APLICAÇÃO

A metodologia proposta para o rateio da água parte de uma fundamentação economicamente embasada, porém a sua implementação envolve a conexão de diversos procedimentos relativamente simples. Um dos objetivos da metodologia proposta é o SNAP poder ser incorporado a dinâmicas já existentes de ordenação do uso e valoração da água, como o sistema de hidrometragem, emissão de faturas e bandeiras tarifárias. Diante das diversas metodologias já existentes das etapas individuais que compõem o SNAP, é possível conectá-las de forma a tornar uma experiência prática e que seja de fácil compreensão dos usuários e gestores. Buscou-se desenvolver uma proposta que seja clara e direta, entretanto com nível de complexidade escalável, podendo evoluir nos diferentes módulos. Por exemplo, é possível incorporar um sistema de previsão das disponibilidades ou aperfeiçoar as curvas de demanda de forma a tornar mais próximo ao consumo real. Na sequência, são então apresentados os resultados das etapas do SNAP para os 151 usuários (Setores Censitários) considerados na RA Cruzeiro e os 12 meses de aplicação da metodologia.

3.1. REPRESENTAÇÃO DA DEMANDA

A estimativa da demanda depende inicialmente de uma avaliação do extrato socioeconômico da região. As informações necessárias podem ser facilmente obtidas mediante dos dados levantados pelo IBGE para os Setores Censitários. A Figura 18 traz a localização dos 151 Setores Censitários da RA Cruzeiro e a respectiva renda média mensal, com a identificação da classe socioeconômica correspondente conforme o Critério Brasil.

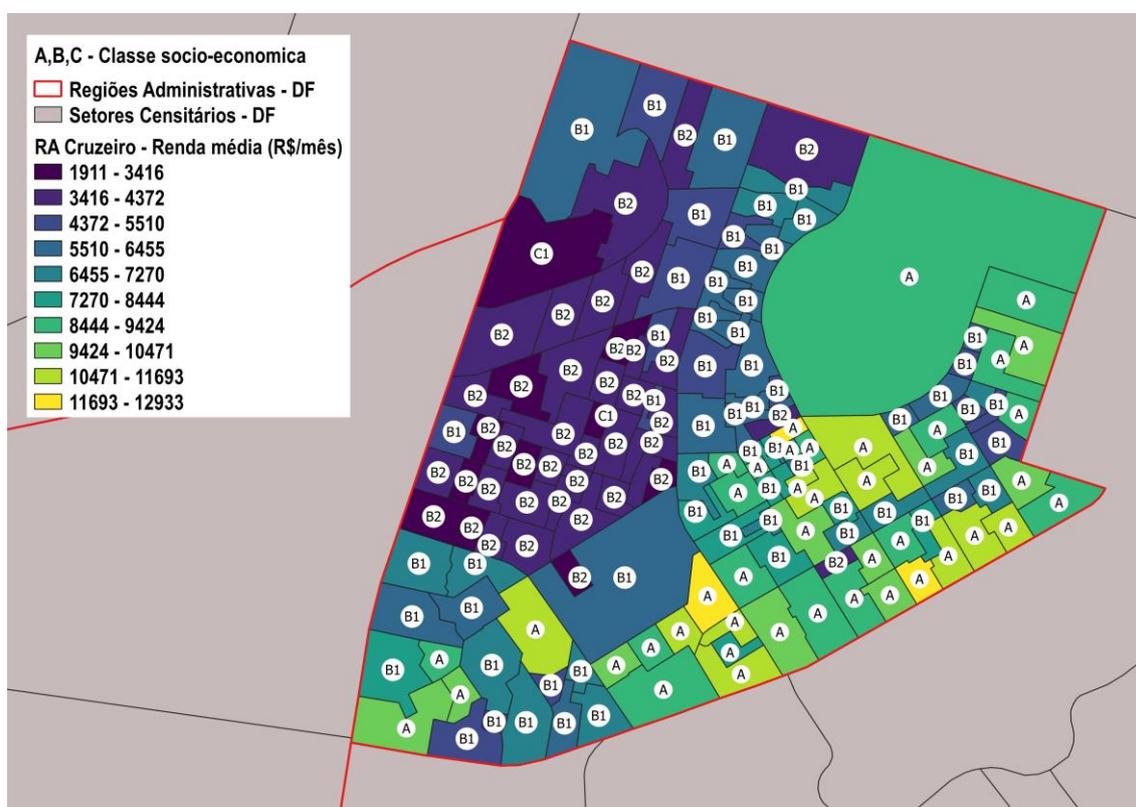


Figura 18: Setores Censitários da Região Administrativa Cruzeiro e respectivas classes socioeconômicas conforme renda média mensal

Além da renda mensal, que para a RA Cruzeiro é em média R\$ 6.630, também são necessárias as informações de população, domicílios e moradores por domicílio, conforme o Setor Censitário. Os histogramas para essas variáveis estão apresentados na Figura 19.

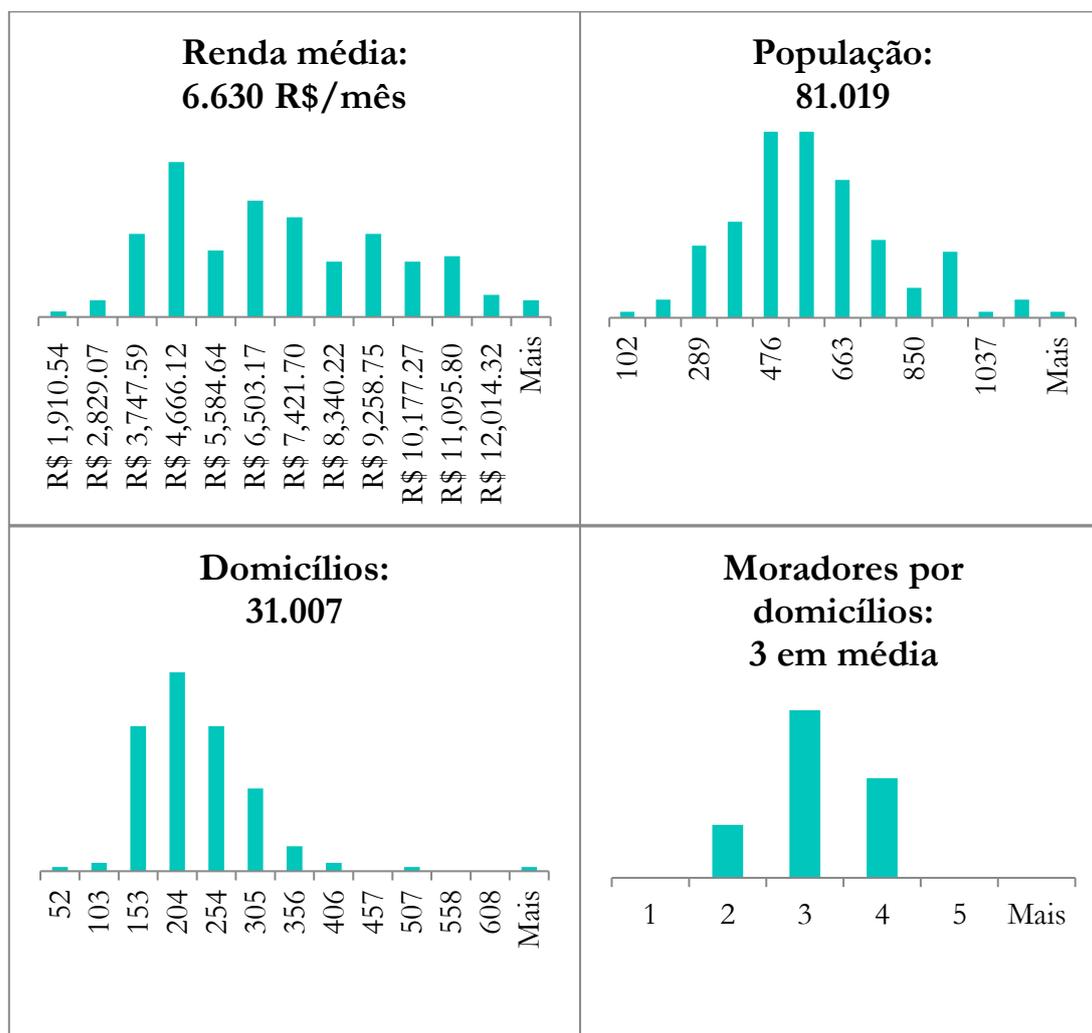


Figura 19: Histograma da série de dados dos Setores Censitários da RA Cruzeiro

As demandas dos usuários foram obtidas através da elaboração das curvas de demanda, de forma a identificar que a demanda real é referente ao limite do domínio inferior da curva de cada usuário. A demanda total é referente ao somatório das demandas reais de cada usuário, mapeada conforme os setores censitários na Figura 20. Com isso, a Tabela 9 apresenta as características de demanda dos seis usuários considerados, indicando a demanda mensal (w), preço mensal (p), elasticidade (\mathcal{E}), constante de integração (k) e demanda real (wd).

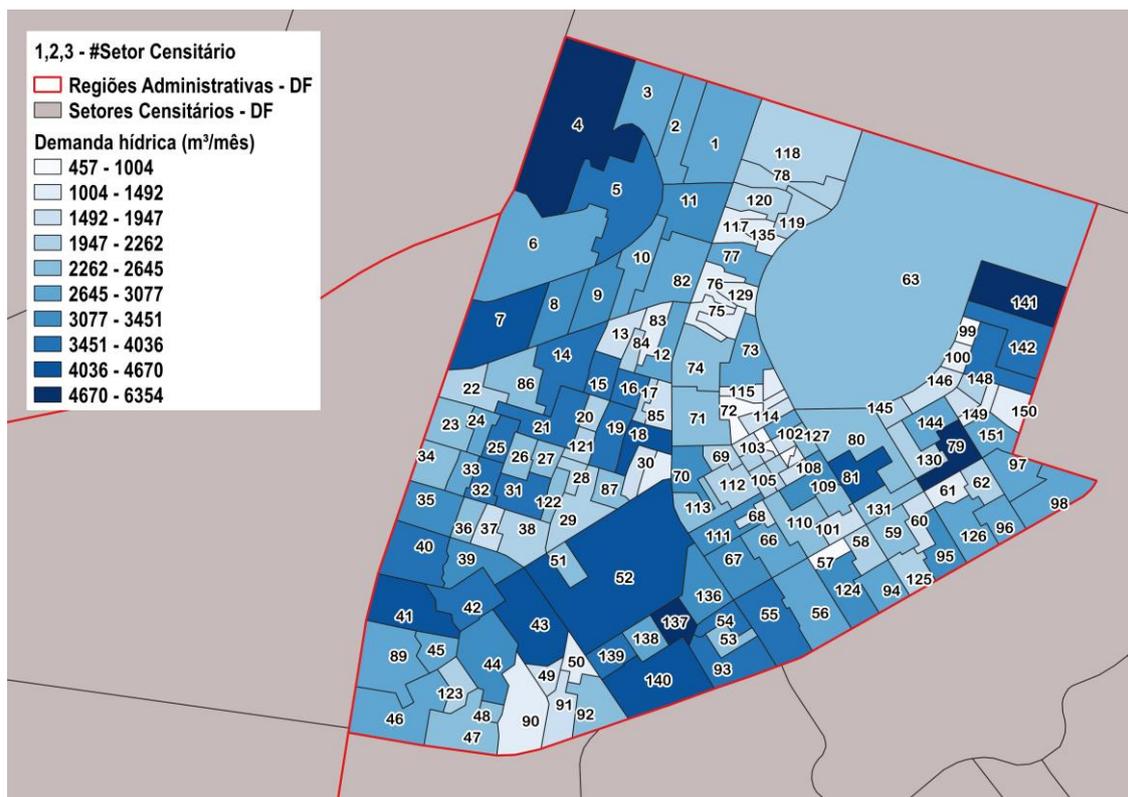


Figura 20: Demanda hídrica real (w_d) na RA Cruzeiro, conforme o setor censitário e classe socioeconômica

Tabela 9: Parâmetros das curvas de demanda dos usuários

#	Setor Censitário	Demanda mensal w' (m³/mês)	Preço mensal p' (R\$/m³)	Elasticidade (ϵ)	Cte. integração k	Demanda real w_d (m³/mês)
1	530010805170001	2936,91	6,78	-0,22	4474,68	2936,91
2	530010805170002	2971,95	6,78	-0,17	4114,82	2971,95
3	530010805170003	2999,30	6,78	-0,22	4569,72	2999,30
4	530010805170004	5221,58	6,78	-0,22	7955,59	5221,58
5	530010805170005	3590,27	6,78	-0,17	4970,91	3590,27
6	530010805170006	2914,85	4,01	-0,17	3691,05	2914,85
7	530010805170007	4386,56	5,31	-0,17	5826,27	4386,56
8	530010805170008	3275,96	6,78	-0,17	4535,73	3275,96
9	530010805170009	3211,16	6,78	-0,17	4446,02	3211,16
10	530010805170010	3062,33	6,78	-0,17	4239,96	3062,33
11	530010805170011	3118,23	6,78	-0,17	4317,35	3118,23
12	530010805170012	2948,27	5,31	-0,17	3915,91	2948,27
13	530010805170013	1663,30	5,31	-0,17	2209,21	1663,30
14	530010805170014	3825,48	5,31	-0,17	5081,03	3825,48
15	530010805170015	4035,97	5,31	-0,17	5360,6	4035,97
16	530010805170016	3849,54	5,31	-0,17	5112,99	3849,54
17	530010805170017	1992,04	5,31	-0,17	2645,85	1992,04
18	530010805170018	4194,57	5,31	-0,17	5571,26	4194,57
19	530010805170019	3683,30	5,31	-0,17	4892,19	3683,30
20	530010805170020	2001,60	4,01	-0,17	2534,61	2001,60
21	530010805170021	3996,79	5,31	-0,17	5308,57	3996,79

#	Setor Censitário	Demanda mensal w' (m³/mês)	Preço mensal p' (R\$/m³)	Elasticidade (ε)	Cte. integração k	Demanda real wd (m³/mês)
22	530010805170022	2262,30	5,31	-0,17	3004,81	2262,30
23	530010805170023	2519,15	5,31	-0,17	3345,95	2519,15
24	530010805170024	2916,74	5,31	-0,17	3874,03	2916,74
25	530010805170025	3891,52	5,31	-0,17	5168,75	3891,52
26	530010805170026	2580,56	5,31	-0,17	3427,52	2580,56
27	530010805170027	2467,82	5,31	-0,17	3277,78	2467,82
28	530010805170028	2080,74	5,31	-0,17	2763,66	2080,74
29	530010805170029	2251,30	6,78	-0,17	3117,04	2251,30
30	530010805170030	1904,83	5,31	-0,17	2530,01	1904,83
31	530010805170031	3960,21	5,31	-0,17	5259,99	3960,21
32	530010805170032	3900,50	5,31	-0,17	5180,67	3900,50
33	530010805170033	2787,00	5,31	-0,17	3701,71	2787,00
34	530010805170034	2544,62	5,31	-0,17	3379,79	2544,62
35	530010805170035	3302,80	5,31	-0,17	4386,81	3302,80
36	530010805170036	2406,31	5,31	-0,17	3196,09	2406,31
37	530010805170037	1947,34	5,31	-0,17	2586,48	1947,34
38	530010805170038	2170,59	5,31	-0,17	2882,99	2170,59
39	530010805170039	3451,29	5,31	-0,22	4983,13	3451,29
40	530010805170040	3601,35	5,31	-0,22	5199,8	3601,35
41	530010805170041	4239,90	5,31	-0,22	6121,76	4239,90
42	530010805170042	3646,62	5,31	-0,22	5265,16	3646,62
43	530010805170043	4670,34	6,78	-0,22	7115,73	4670,34
44	530010805170044	3248,12	6,78	-0,22	4948,84	3248,12
45	530010805170045	2862,02	6,78	-0,22	4360,57	2862,02
46	530010805170046	3077,04	6,78	-0,22	4688,17	3077,04
47	530010805170047	2564,00	5,31	-0,22	3702,02	2564,00
48	530010805170048	2360,74	5,31	-0,17	3135,55	2360,74
49	530010805170049	1780,52	5,31	-0,22	2570,79	1780,52
50	530010805170050	1352,26	5,31	-0,22	1952,46	1352,26
51	530010805170051	2490,51	5,31	-0,17	3307,91	2490,51
52	530010805170052	4272,24	6,78	-0,22	6509,18	4272,24
53	530010805170053	2589,68	5,31	-0,22	3739,1	2589,68
54	530010805170054	3715,26	6,78	-0,22	5660,57	3715,26
55	530010805170055	3827,57	5,31	-0,22	5526,42	3827,57
56	530010805170056	2920,19	5,31	-0,22	4216,3	2920,19
57	530010805170057	457,44	2,86	-0,17	546,907	457,44
58	530010805170058	2057,63	6,78	-0,22	3135	2057,63
59	530010805170059	2543,88	6,78	-0,22	3875,86	2543,88
60	530010805170060	1732,43	5,31	-0,22	2501,37	1732,43
61	530010805170061	1398,30	5,31	-0,22	2018,93	1398,30
62	530010805170062	2236,53	5,31	-0,22	3229,21	2236,53
63	530010805170063	2464,31	5,31	-0,22	3558,09	2464,31
64	530010805170064	2562,47	5,31	-0,22	3699,81	2562,47
65	530010805170065	3053,49	5,31	-0,22	4408,77	3053,49
66	530010805170066	2996,13	5,31	-0,22	4325,95	2996,13
67	530010805170067	3135,19	5,31	-0,22	4526,72	3135,19

#	Setor Censitário	Demanda mensal w' (m³/mês)	Preço mensal p' (R\$/m³)	Elasticidade (ε)	Cte. integração k	Demanda real wd (m³/mês)
68	530010805170068	1860,50	6,78	-0,22	2834,66	1860,50
69	530010805170069	2056,81	5,31	-0,22	2969,71	2056,81
70	530010805170070	3244,25	5,31	-0,22	4684,19	3244,25
71	530010805170071	2579,37	5,31	-0,22	3724,21	2579,37
72	530010805170072	974,83	5,31	-0,22	1407,51	974,83
73	530010805170073	2758,69	2,86	-0,22	3476,19	2758,69
74	530010805170074	2404,96	2,86	-0,17	2875,35	2404,96
75	530010805170075	1492,08	5,31	-0,22	2154,33	1492,08
76	530010805170076	1175,05	5,31	-0,22	1696,6	1175,05
77	530010805170077	2857,97	5,31	-0,22	4126,47	2857,97
78	530010805170078	2074,58	5,31	-0,22	2995,38	2074,58
79	530010805170079	5387,95	2,86	-0,22	6789,28	5387,95
80	530010805170080	2608,83	5,31	-0,22	3766,75	2608,83
81	530010805170081	4491,21	6,78	-0,22	6842,81	4491,21
82	530010805170082	2936,71	6,78	-0,17	4066,02	2936,71
83	530010805170083	1412,55	5,31	-0,17	1876,16	1412,55
84	530010805170084	2110,55	6,78	-0,17	2922,17	2110,55
85	530010805170085	1919,97	5,31	-0,17	2550,12	1919,97
86	530010805170086	2324,33	5,31	-0,17	3087,2	2324,33
87	530010805170087	2421,57	5,31	-0,17	3216,35	2421,57
88	530010805170088	1221,25	2,86	-0,17	1460,11	1221,25
89	530010805170089	2870,62	5,31	-0,22	4144,73	2870,62
90	530010805170090	1356,75	5,31	-0,22	1958,94	1356,75
91	530010805170091	1714,32	5,31	-0,22	2475,21	1714,32
92	530010805170092	2425,66	5,31	-0,22	3502,28	2425,66
93	530010805170093	3984,46	5,31	-0,22	5752,95	3984,46
94	530010805170094	2842,35	6,78	-0,22	4330,6	2842,35
95	530010805170095	3236,13	6,78	-0,22	4930,56	3236,13
96	530010805170096	2901,68	5,31	-0,22	4189,57	2901,68
97	530010805170097	2998,13	5,31	-0,22	4328,83	2998,13
98	530010805170098	2955,92	5,31	-0,22	4267,89	2955,92
99	530010805170099	1003,71	2,86	-0,22	1264,76	1003,71
100	530010805170100	1413,04	2,86	-0,22	1780,56	1413,04
101	530010805170101	1942,09	5,31	-0,22	2804,07	1942,09
102	530010805170102	1624,79	2,86	-0,22	2047,37	1624,79
103	530010805170103	1813,43	2,86	-0,22	2285,07	1813,43
104	530010805170104	2207,70	5,31	-0,22	3187,57	2207,70
105	530010805170105	1986,41	5,31	-0,22	2868,07	1986,41
106	530010805170106	2213,71	2,86	-0,22	2789,47	2213,71
107	530010805170107	921,21	2,86	-0,22	1160,8	921,21
108	530010805170108	1917,72	5,31	-0,22	2768,9	1917,72
109	530010805170109	3444,38	5,31	-0,22	4973,15	3444,38
110	530010805170110	2508,53	5,31	-0,22	3621,94	2508,53
111	530010805170111	3248,71	5,31	-0,22	4690,64	3248,71
112	530010805170112	2063,06	5,31	-0,22	2978,73	2063,06
113	530010805170113	2301,73	6,78	-0,22	3506,91	2301,73

#	Setor Censitário	Demanda mensal w' (m ³ /mês)	Preço mensal p' (R\$/m ³)	Elasticidade (ϵ)	Cte. integração k	Demanda real w_d (m ³ /mês)
114	530010805170114	1748,97	2,86	-0,17	2091,05	1748,97
115	530010805170115	1309,43	2,86	-0,22	1649,99	1309,43
116	530010805170116	1094,83	2,86	-0,17	1308,97	1094,83
117	530010805170117	1452,59	5,31	-0,22	2097,32	1452,59
118	530010805170118	2060,44	2,86	-0,17	2463,44	2060,44
119	530010805170119	2161,36	2,86	-0,22	2723,5	2161,36
120	530010805170120	2226,06	5,31	-0,22	3214,09	2226,06
121	530010805170121	2090,24	5,31	-0,17	2776,27	2090,24
122	530010805170122	2345,48	6,78	-0,17	3247,43	2345,48
123	530010805170123	2248,92	6,78	-0,22	3426,45	2248,92
124	530010805170124	3318,61	6,78	-0,22	5056,23	3318,61
125	530010805170125	2060,52	6,78	-0,22	3139,41	2060,52
126	530010805170126	2764,11	6,78	-0,22	4211,39	2764,11
127	530010805170127	2644,58	5,31	-0,22	3818,37	2644,58
128	530010805170128	1317,67	2,86	-0,22	1660,38	1317,67
129	530010805170129	1481,60	5,31	-0,22	2139,21	1481,60
130	530010805170130	2059,46	5,31	-0,22	2973,54	2059,46
131	530010805170131	2307,63	5,31	-0,22	3331,86	2307,63
132	530010805170132	714,85	2,86	-0,22	900,775	714,85
133	530010805170133	727,56	5,31	-0,22	1050,48	727,56
134	530010805170134	1144,23	2,86	-0,22	1441,83	1144,23
135	530010805170135	1458,11	5,31	-0,22	2105,28	1458,11
136	530010805170136	3190,43	6,78	-0,22	4860,94	3190,43
137	530010805170137	5870,15	6,78	-0,22	8943,76	5870,15
138	530010805170138	3022,81	5,31	-0,22	4364,48	3022,81
139	530010805170139	3558,58	6,78	-0,22	5421,84	3558,58
140	530010805170140	4666,80	5,31	-0,22	6738,13	4666,80
141	530010805170141	6353,89	6,78	-0,22	9680,78	6353,89
142	530010805170142	3547,46	6,78	-0,22	5404,91	3547,46
143	530010805170143	3824,82	5,31	-0,22	5522,46	3824,82
144	530010805170144	2972,96	6,78	-0,22	4529,6	2972,96
145	530010805170145	2080,33	2,86	-0,22	2621,39	2080,33
146	530010805170146	1768,80	2,86	-0,22	2228,85	1768,80
147	530010805170147	1867,83	2,86	-0,17	2233,16	1867,83
148	530010805170148	2022,88	2,86	-0,22	2549	2022,88
149	530010805170149	1271,60	2,86	-0,22	1602,33	1271,60
150	530010805170150	1209,23	2,86	-0,22	1523,73	1209,23
151	530010805170151	2898,34	2,86	-0,22	3652,17	2898,34

demanda mensal (w'); preço mensal (p'); elasticidade (ϵ); constante de integração (k); demanda real (w_d)

Na Figura 21 estão representadas as curvas de demandas dos usuários, bem como os respectivos pontos de demanda real (w_d).

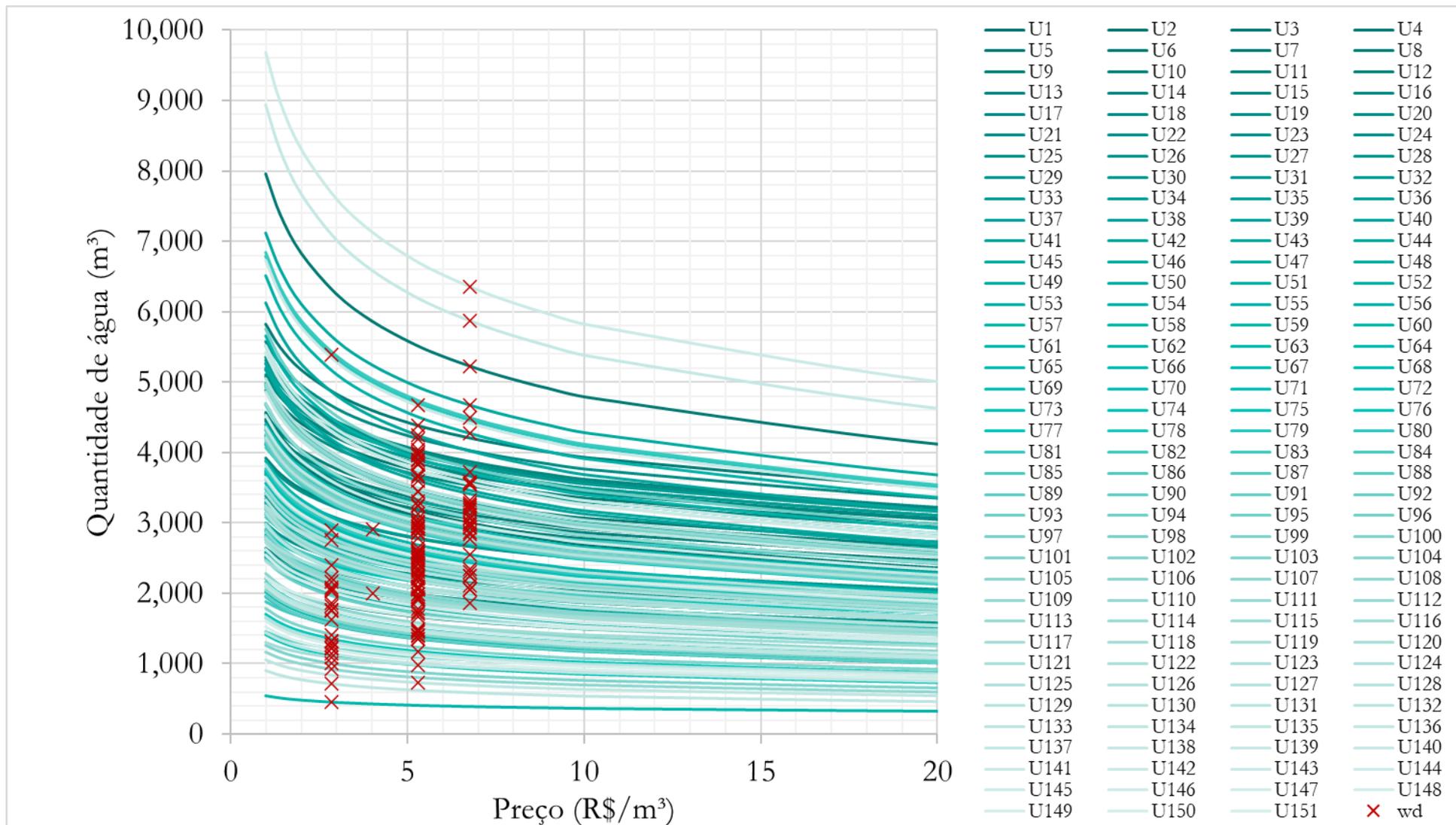


Figura 21: Curvas de demanda dos usuários (U = usuários; wd = demanda real)

3.2. SITUAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A disponibilidade hídrica para a RA Cruzeiro está apresentada na Figura 22, considerando o período dos meses de 2017.

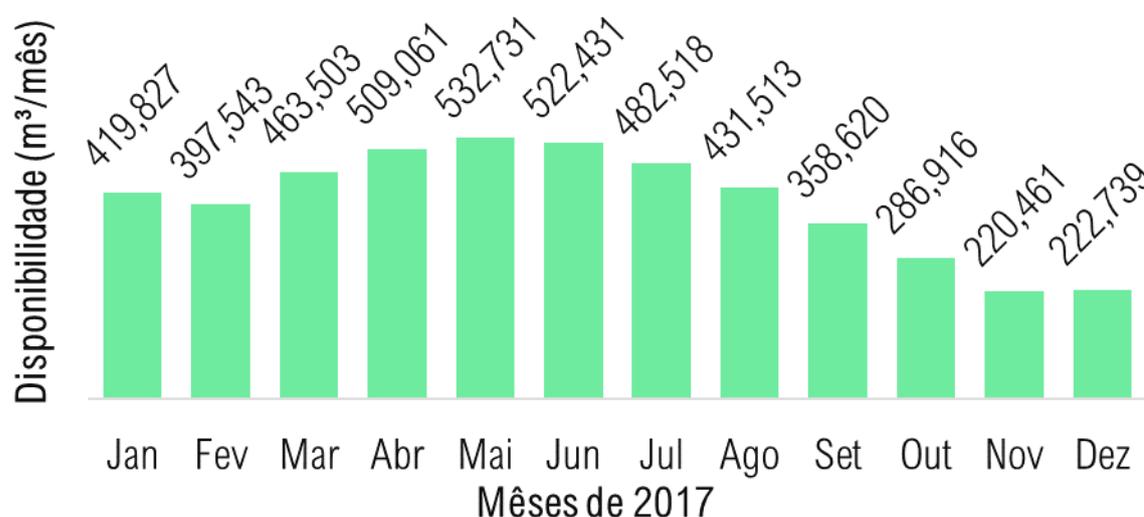


Figura 22: Disponibilidade hídrica para atender a RA Cruzeiro no ano de 2017

Com base na disponibilidade (*disp*) e a demandas total dos seis usuários (*wdT*), é possível verificar se o balanço será positivo ou negativo.

A Tabela 10 apresenta dados empregados para a simulação do período de 12 meses. O balanço entre disponibilidade e demanda indica o atendimento das demandas até o mês 8. A partir do mês 9, o balanço negativo indica que já não há mais água suficiente para atendimento pleno às demandas e alguma forma de racionamento, e rateio, deve ser disparada.

Tabela 10: Situação do balanço mensal entre disponibilidade e demandas totais.

Mês	Disponibilidade (m³)	disp-wdT (m³)	Balanço	Situação
1	419.827	23.670	+	Disponibilidade no limite
2	397.543	1.387	+	Disponibilidade no limite
3	463.503	67.347	+	Alta disponibilidade
4	509.061	112.905	+	Alta disponibilidade
5	532.731	136.575	+	Alta disponibilidade
6	522.431	126.275	+	Alta disponibilidade
7	482.518	86.362	+	Alta disponibilidade
8	431.513	35.357	+	Disponibilidade no limite
9	358.620	-37.536	-	Baixa disponibilidade
10	286.916	-109.240	-	Muito baixa disponibilidade
11	220.461	-175.695	-	Muito baixa disponibilidade
12	222.739	-173.417	-	Muito baixa disponibilidade

Foi considerado que a situação é de alta disponibilidade, quando o balanço hídrico apresenta até 85% de comprometimento da disponibilidade em função da demanda; de 85% a 100% de comprometimento, a situação é de disponibilidade hídrica no limite. Quando a demanda é superior à disponibilidade, a situação é de baixa disponibilidade; quando essa demanda supera em 15% a disponibilidade, a situação considerada é de muito baixa disponibilidade.

3.3. ALOCAÇÃO DE ÁGUA

Uma série de simulações foi realizada para testar os sistemas de rateio e demonstrar a funcionalidade do sistema SNAP. A simulação da alocação de água entre os usuários necessita inicialmente da identificação de em quais períodos o balanço entre a disponibilidade e demandas será negativo, ou seja, quando a demanda é superior à quantidade de água disponível para consumo. As Figura 22 a Figura 27 apresentam a alocação de água, para cada mês, conforme a cada metodologia de rateio (proporcional e economicamente eficiente) entre os usuários dos Setores Censitários 1 a 151.

Percebe-se pela tonalidade mais clara dos mapas dos meses de outubro, novembro e dezembro que o fato de o balanço hídrico se apresentar como muito baixa a disponibilidade, a alocação de água também é menor. Para os meses com alta disponibilidade (meses março a julho), o que se percebe é que todos os sistemas de rateio entregam ao usuário a sua demanda; ou seja, quando a disponibilidade hídrica é alta, é suficiente para o atendimento das necessidades de todos usuário, não sendo necessária a aplicação de nenhum tipo de rateio de água. Para situações com a disponibilidade no limite (janeiro, fevereiro e agosto), uma vez que a disponibilidade ainda é maior do que a demanda total, todos usuários são atendidos pela quantidade de água demandada individualmente. Já para os meses com disponibilidade inferior à demanda total (setembro a dezembro), todos os sistemas de alocação distribuem apenas o máximo disponível, conforme cada metodologia. Para o sistema de rateio proporcional, o percentual de diminuição é igual entre todos os usuários, mas é proporcional à cada demanda real individual; no rateio economicamente eficiente, a alocação depende da maximização do benefício de alocação de água do conjunto de usuários. Quando o atendimento está comprometido, nenhum usuário tem suas demandas reais atendidas por nenhum sistema.

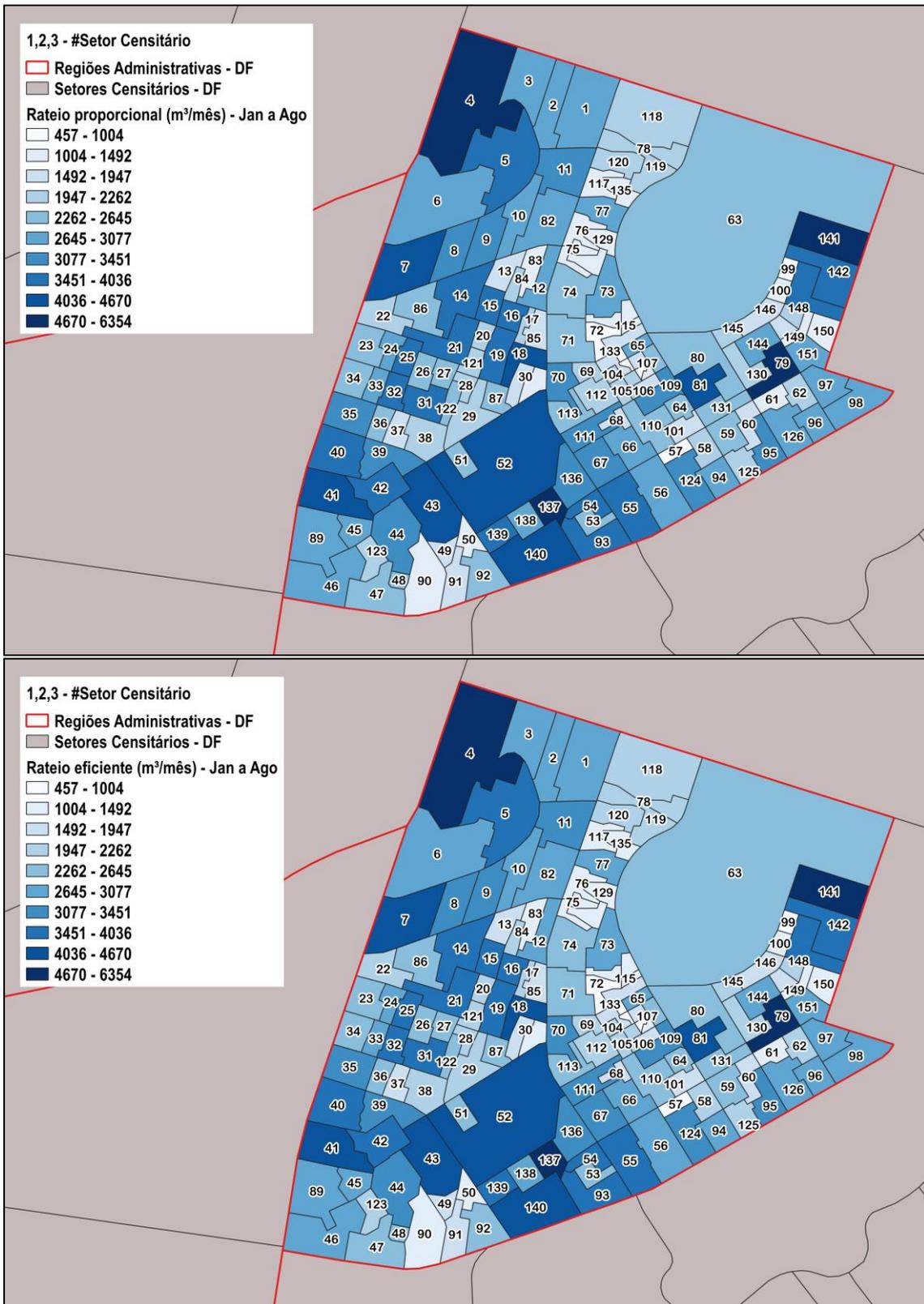


Figura 23: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para os meses de janeiro a agosto (disponibilidade hídrica é maior do que a demanda)

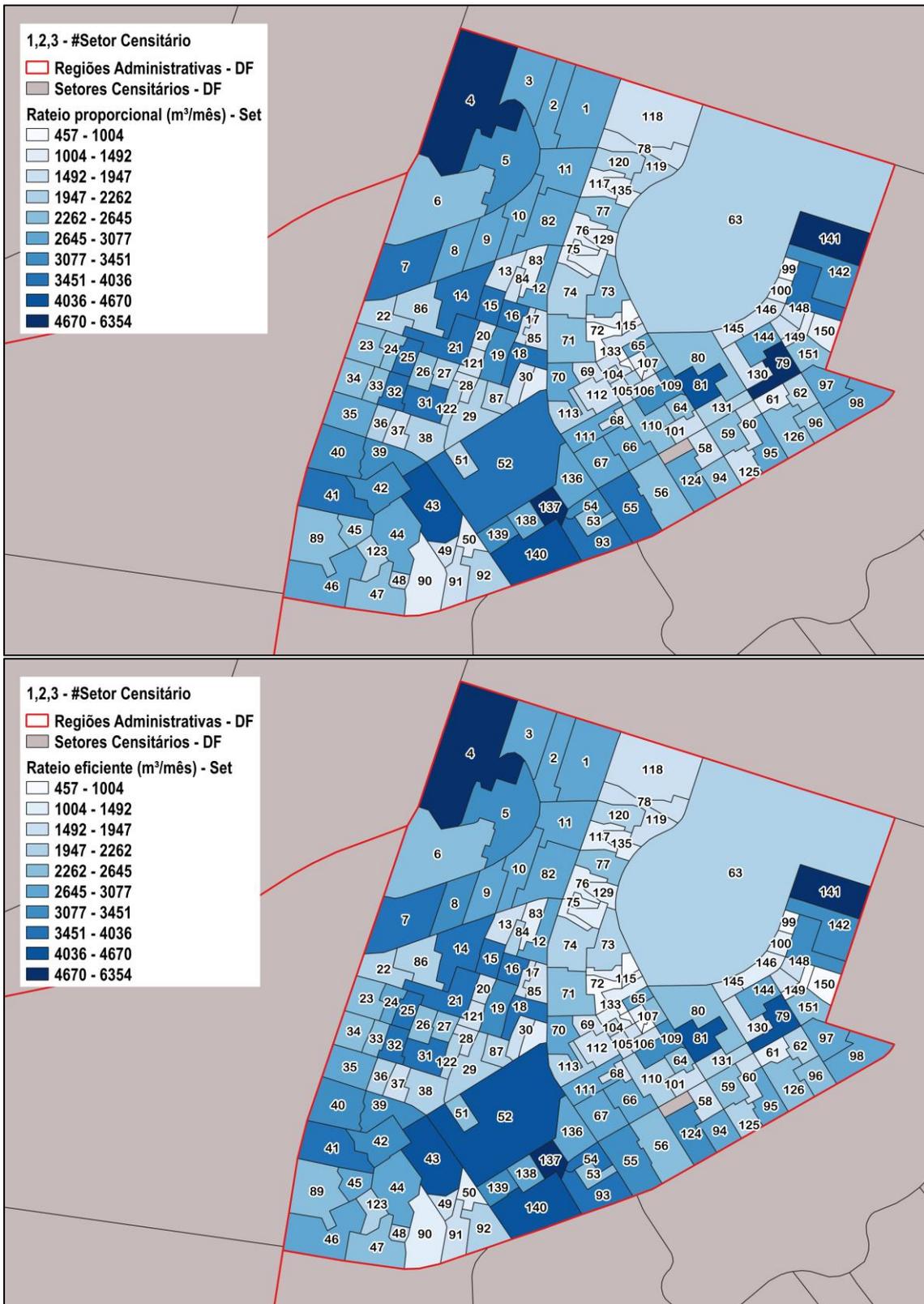


Figura 24: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para o mês de setembro (baixa disponibilidade hídrica, menor do que a demanda)

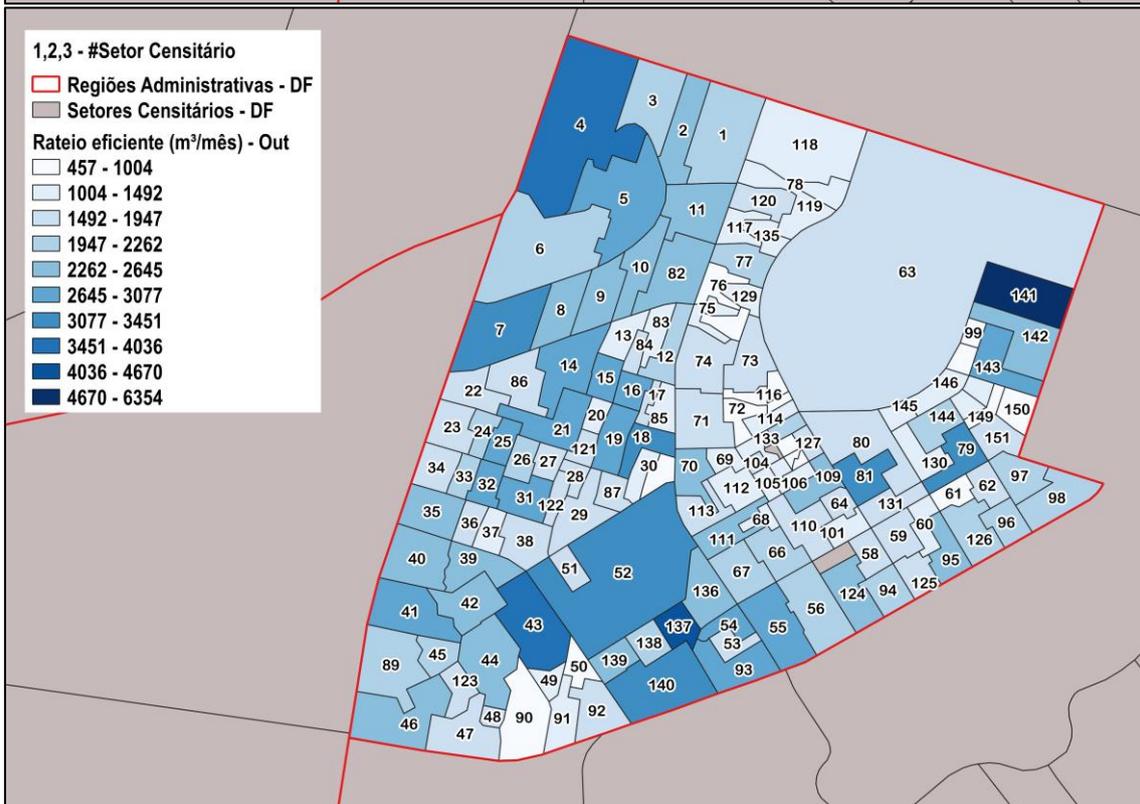
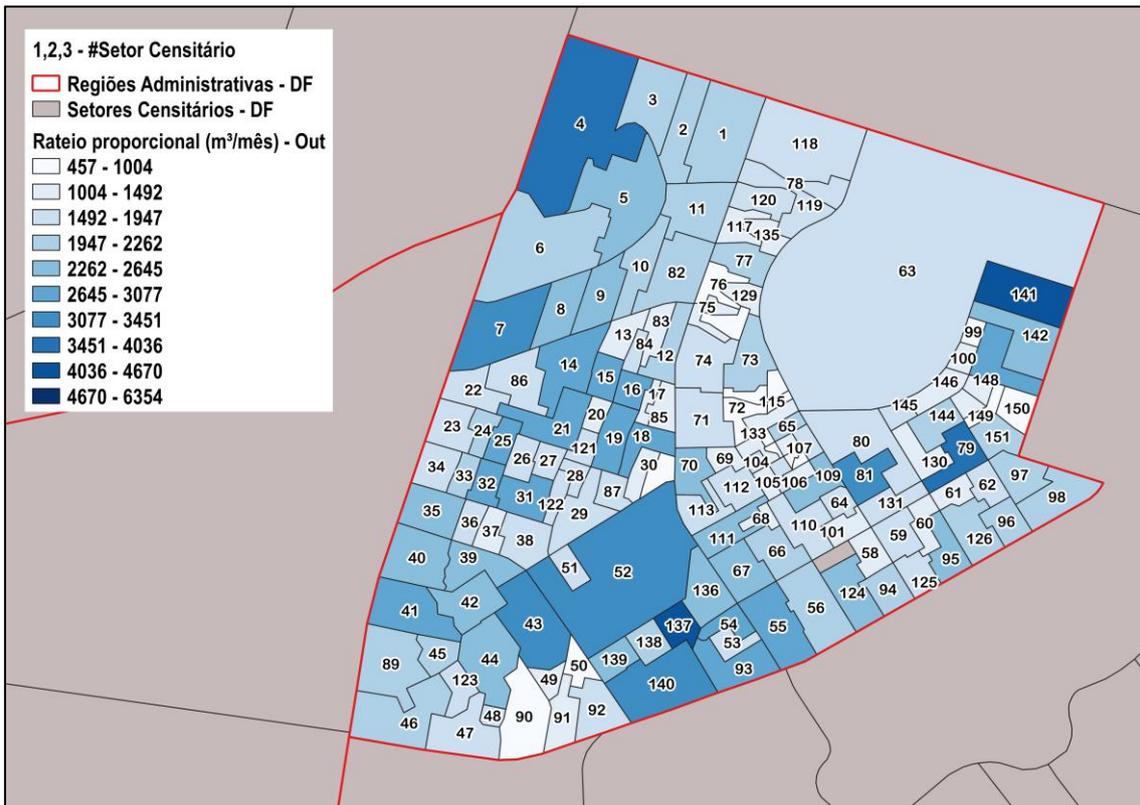


Figura 25: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para o mês de outubro (muito baixa disponibilidade hídrica, menor do que a demanda)

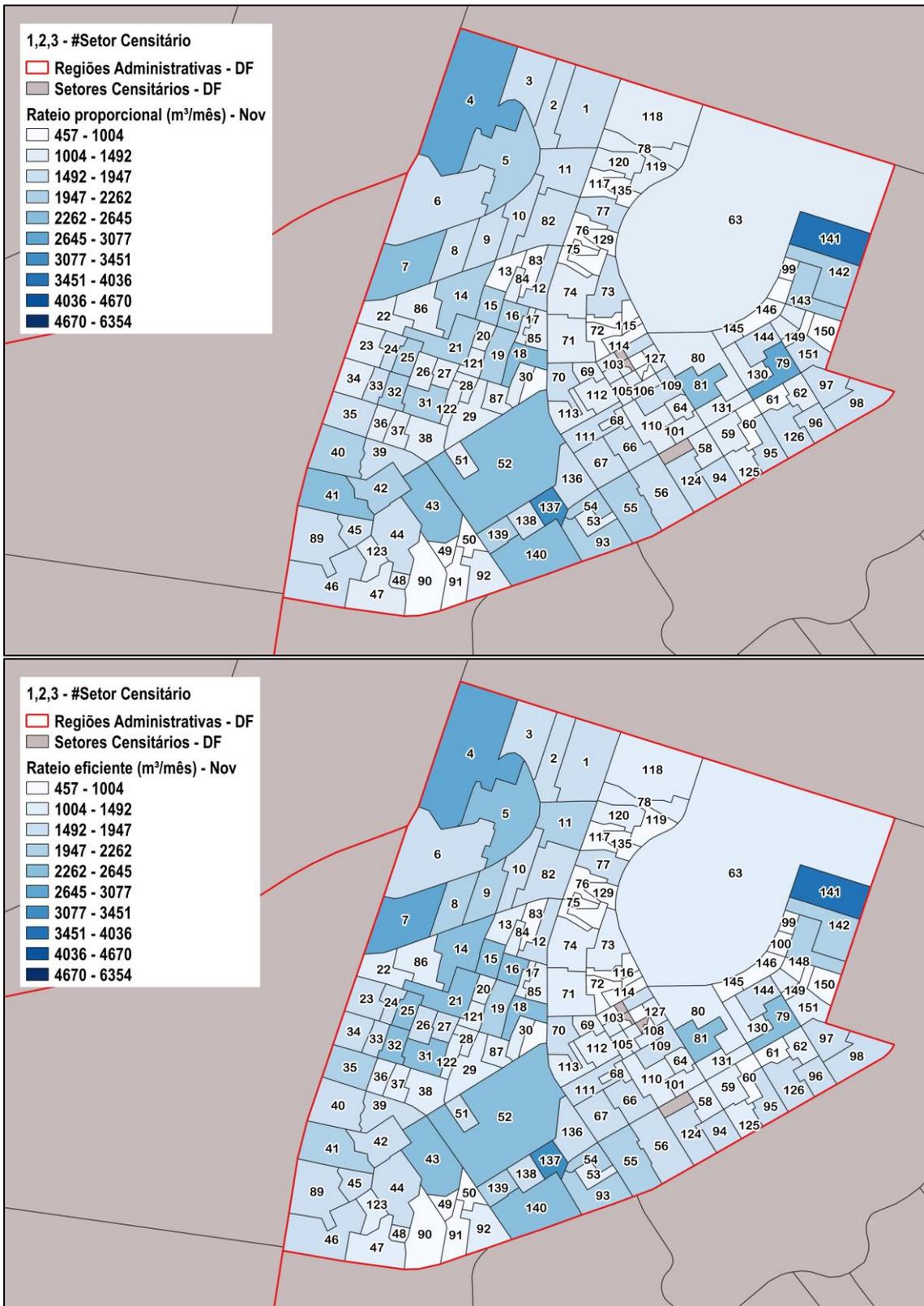


Figura 26: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para o mês de novembro (muito baixa disponibilidade hídrica, menor do que a demanda)

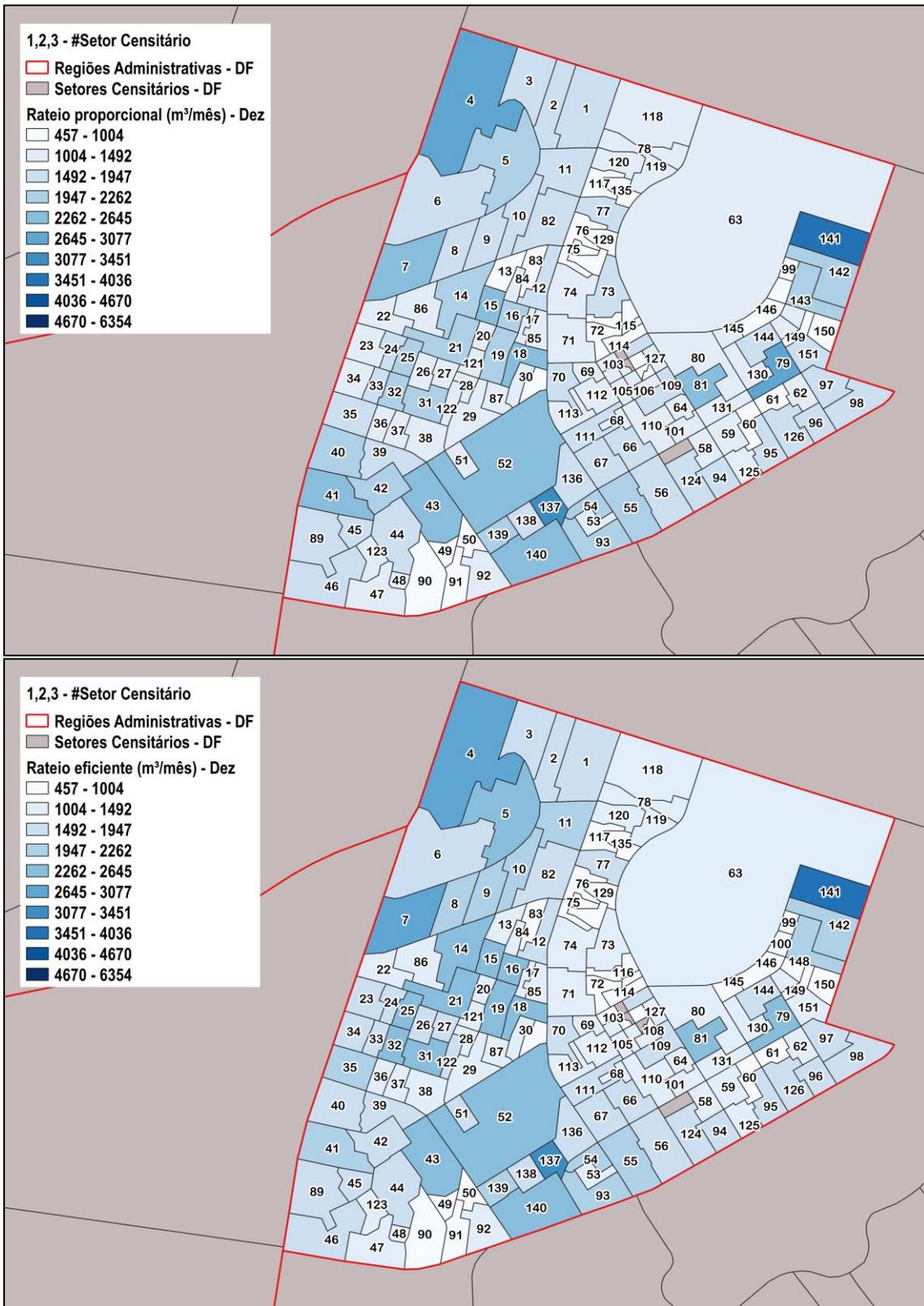


Figura 27: Alocação de água do rateio proporcional e eficiente por setor censitário para o mês de dezembro (muito baixa disponibilidade hídrica, menor do que a demanda)

Pelas curvas de demanda é possível obter o valor da água de cada usuário para cada tipo de rateio. Este valor é referente a quanto o usuário estaria disposto a pagar por cada metro cúbico de água a mais; quando mais próximo à demanda real, menor é o valor, pois quando a integralidade da demanda é atendida, o usuário não tem interesse em aumentar o seu consumo e, portanto, o valor da água tende a zero. Percebe-se que nos meses de escassez (quando a água passa a ter valor maior para os usuários), no sistema de alocação economicamente eficiente, os valores são menores e mais proporcionais entre os usuários. Isso é um ponto favorável para que se considere o rateio economicamente eficiente mais justo, pois é uma situação de distribuição de água em que todos os usuários apresentam valoração da água semelhante.

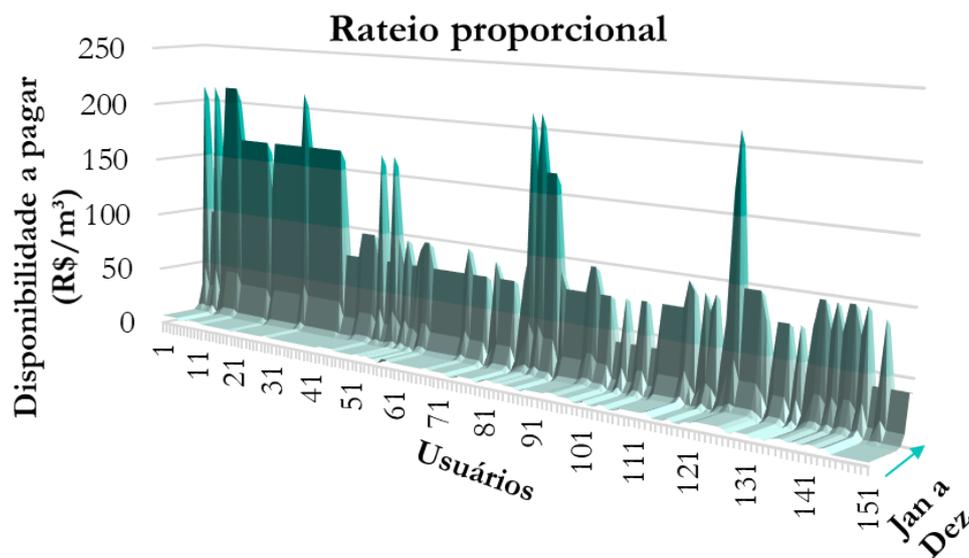


Figura 28: Disponibilidade a pagar dos usuários para o rateio proporcional

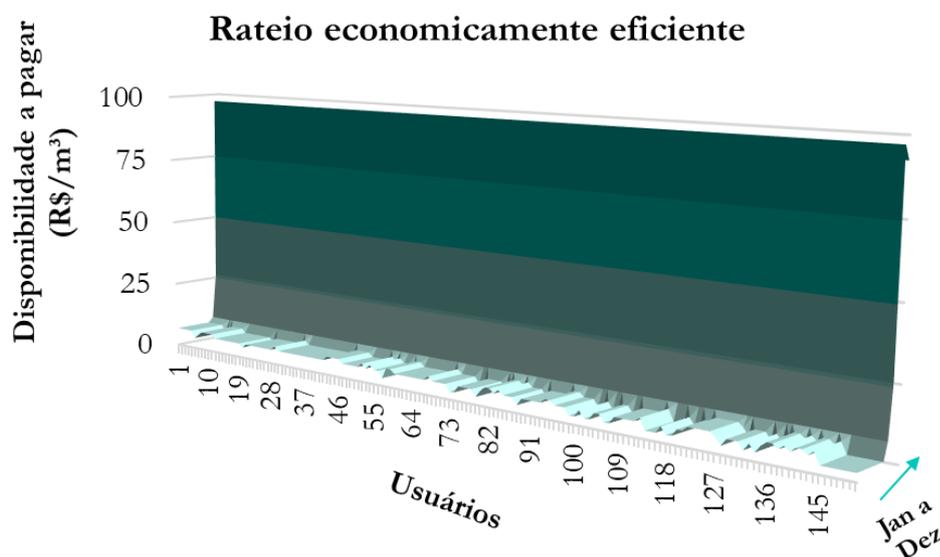


Figura 29: Disponibilidade a pagar dos usuários para o rateio ótimo

Ao analisar o índice de atendimento, que é uma relação entre a alocação de água entregue ao usuário em comparação com a sua demanda real, percebe-se um índice de atendimento médio entre o conjunto de usuários maior para as duas metodologias de alocação foi de 89% de atendimento pleno durante o período analisado. Enquanto a alocação proporcional justamente tem como preceito a

proporcionalidade no atendimento (ou seja, todos usuários tiveram o mesmo índice de atendimento em todos os meses), a alocação economicamente eficiente prioriza um ou outro tipo de usuário conforme o padrão de consumo da curva de demanda, levando em consideração o valor da água para cada usuário, o que prioriza a destinação da água para aqueles usuários com maior disponibilidade a pagar.

Um sistema economicamente eficiente pode, portanto, aparentar ser socialmente menos justo, uma vez que ao priorizar o atendimento de água de usuários com maior disponibilidade a pagar, resulta em um aumento no índice de atendimento de classes socioeconômicas mais altas, em detrimento dos demais. Observando-se mesmas médias de atendimento e a equidade nos índices de atendimento entre os usuários, o racionamento proporcional aparenta ser uma solução mais socialmente justa. Mas como o sistema economicamente eficiente apresenta um ganho na maximização dos benefícios econômicos da alocação de água para o conjunto de usuários, o SNAP busca inserir um artifício que o torne mais socialmente justo, que são as Cotas Hídricas Realocáveis.

3.4. CUSTO ECONÔMICO DA ESCASSEZ

O atendimento ou não dos usuários é um dos indicadores da eficiência dos sistemas de alocação. Contudo, dependendo do usuário, o impacto econômico da falta de água pode ser maior ou menor, para um mesmo nível de escassez. O custo da escassez, portanto, relaciona o impacto da falta de água com prejuízos que isso pode ter causado a cada usuário, e ao sistema de atendimento como um todo.

O custo da escassez é proporcional à diferença entre a demanda real do usuário e a quantidade de água alocada conforme o sistema de rateio. No caso desse estudo, como são 151 usuários considerados, 12 meses de teste e 2 sistemas de rateio, existem 3.624 combinações de custo de escassez. Para os resultados, estão apresentados na Tabela 11 portanto o custo de escassez mensal (somatório dos custos de escassez dos usuários para os 12 meses) conforme o sistema de alocação. Nos meses em que há disponibilidade hídrica suficiente, o custo de escassez é nulo, pois todos os usuários têm água em quantidade suficiente para atender às suas demandas. Já quando o balanço hídrico em relação à demanda total é negativo, existem custos de escassez associados à alocação necessária.

Tabela 11: Custo de escassez para sistema de rateio proporcional (CEp) e economicamente eficiente (CEo), conforme o mês e disponibilidade

Mês	Balanço	CEp (R\$)	CEo (R\$)
1	+	0	0
2	+	0	0
3	+	0	0
4	+	0	0
5	+	0	0
6	+	0	0
7	+	0	0
8	+	0	0
9	-	264.006	245.366
10	-	1.435.738	1.363.826
11	-	5.293.934	4.869.579
12	-	5.049.788	4.653.444
TOTAL (CEt)		12.043.465	11.132.216

Para fins de exemplificação, a Figura 30 apresenta o custo de escassez individual do usuário 1 (Setor Censitário 530010805170001) no mês 10. O custo da escassez é a integral da curva de demanda, entre o ponto da demanda real (wd) e a quantidade de água alocada pelo sistema de rateio. A área hachurada em azul apresenta o custo de escassez do rateio proporcional, quando o usuário não pode ter a sua demanda real atendida, tendo sido alocado a quantidade de água igual à wp. Já a área verde, apresenta o custo da escassez da alocação economicamente eficiente. Percebe-se que o usuário 1 teve uma quantidade de água alocada maior para o sistema de rateio economicamente eficiente quando comparado

ao rateio proporcional. Isso por que, para fins de maximização do benefício econômico do conjunto de usuários, o benefício é maior quando se destina mais água ao usuário 1.

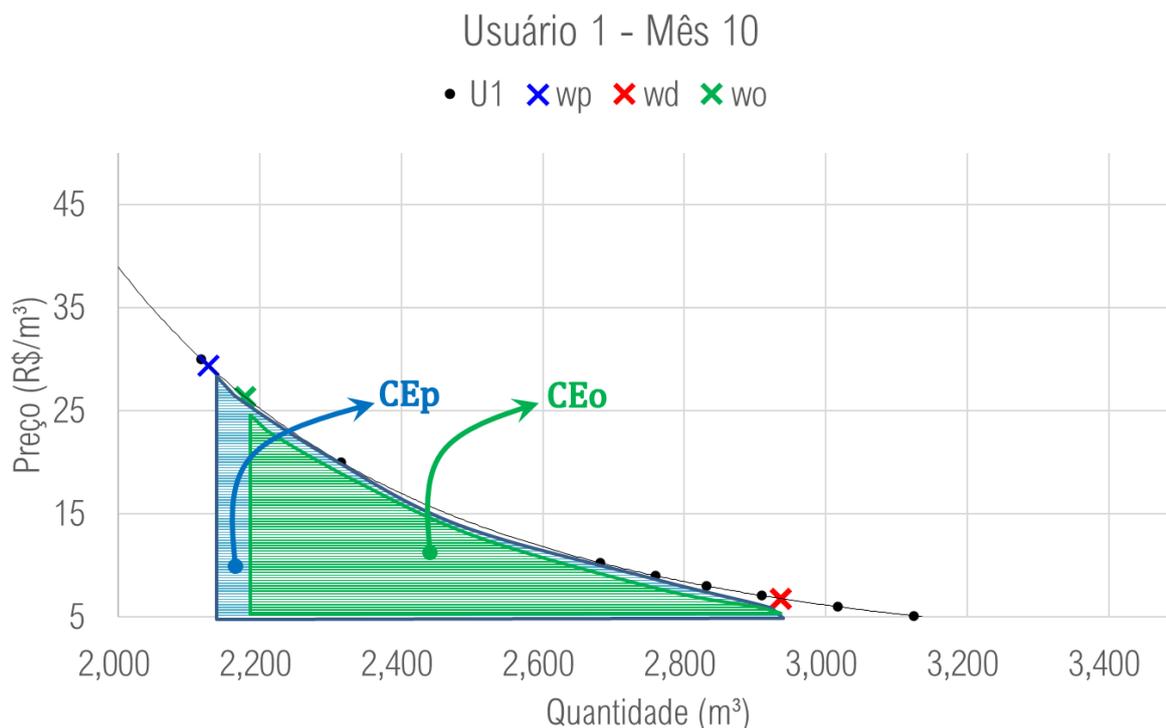


Figura 30: Custo de escassez do usuário 1 para a alocação pelo sistema de rateio proporcional (wp) e economicamente eficiente (wo), para o mês 10

Para o usuário 1 ter a sua alocação no rateio economicamente eficiente maior do que do rateio proporcional, outro(s) usuário(s) deve(m) ter a alocação no rateio economicamente eficiente menor do que o rateio proporcional. Isto porque, independentemente do sistema de rateio, o total máximo alocado entre os usuários é a disponibilidade hídrica no mês. A Figura 31 mostra a quantidade de água alocada pelos sistemas de rateios proporcional (wp) e economicamente eficiente (wo) para o usuário 39. Ainda que o custo da escassez do rateio proporcional seja inferior ao do rateio economicamente eficiente para o usuário, como a alocação economicamente eficiente considera a maximização do benefício econômico do conjunto dos usuários (ou seja, o menor somatório dos custos de escassez individuais), ocorre uma diminuição da quantidade alocada ao usuário 39 no rateio economicamente eficiente.

Usuário 39 - Mês 10

• U39 × wp × wd × wo

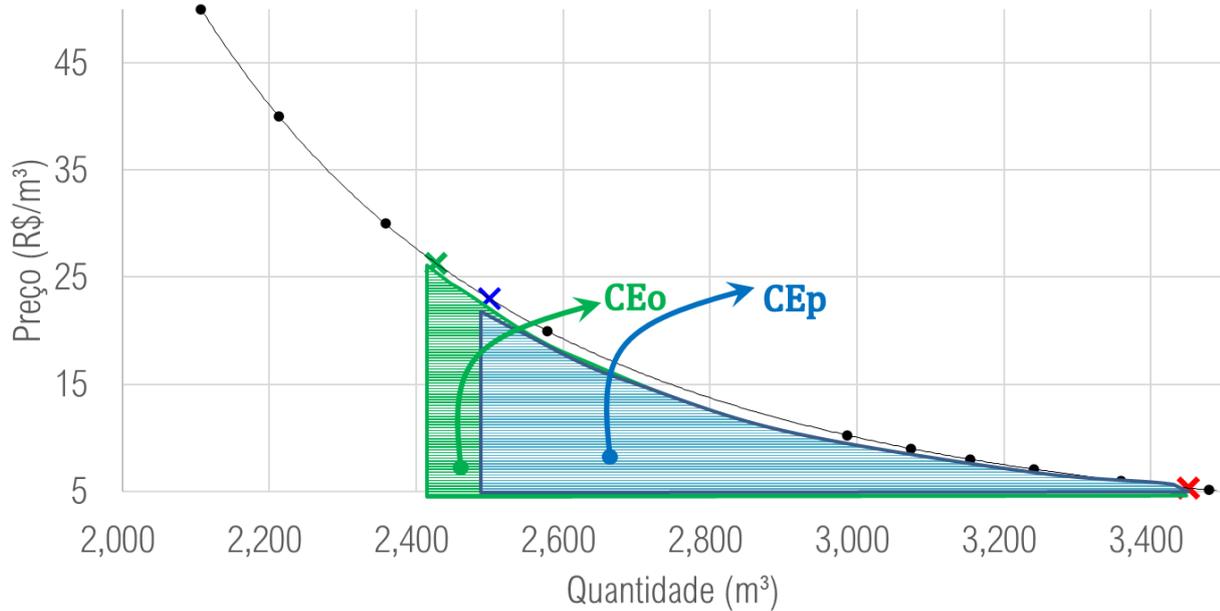


Figura 31: Custo de escassez do usuário 39 para a alocação pelo sistema de rateio proporcional (wp) e economicamente eficiente (wo), para o mês 10

Outro ganho que se tem com o sistema de rateio economicamente eficiente é a incorporação dos valores do multiplicador de Lagrange, que indica o custo marginal da água para o sistema. Pensando além do valor individual por usuário, o custo marginal indica quanto que o sistema como um todo está sendo afetado pelas restrições de acesso à água; nesse caso, representa quanto a escassez (baixa disponibilidade) de água gera de prejuízo ao sistema. O custo marginal mensal da água representa, portanto, o valor da água para o conjunto de usuários conforme a variação da disponibilidade hídrica do mês (Tabela 12).

Tabela 12: Custo marginal mensal da água

Mês	Balanco	λ (R\$/m ³)
1	+	0
2	+	0
3	+	0
4	+	0
5	+	0
6	+	0
7	+	0
8	+	0
9	-	8,72
10	-	26,30
11	-	97,34
12	-	92,48

O custo marginal da água reflete o grau de comprometimento hídrico do mês. Quando o balanço hídrico é positivo, mesmo com a situação de disponibilidade hídrica no limite, o valor marginal da água é nulo. Já quando a situação é de muito baixa disponibilidade, os valores marginais chegam a até R\$ 97,34 por m³ (cerca de 10 vezes superior à tarifa de saneamento).

3.5. CLASSIFICAÇÃO DOS USUÁRIOS

As situações de transferência dependem do potencial de transferência entre os usuários, que varia de potencial nulo, potencial pagador e potencial receptor. O potencial, por sua vez, depende da situação

de disponibilidade hídrica mensal e das diferenças entre a alocação proporcional e economicamente eficiente dos usuários. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a classificação dos 151 usuários dos Setores Censitários para os 12 meses; note que nos meses 1 a 8 não há potencial de transferência, pois como a disponibilidade hídrica é suficiente para atender às demandas dos usuários, não há diferenças entre os rateios proporcional e economicamente eficiente. Já nos meses de setembro a dezembro, o SNAP apresenta a classificação para cada usuário como potencial pagador (em vermelho) ou receptor (em verde).

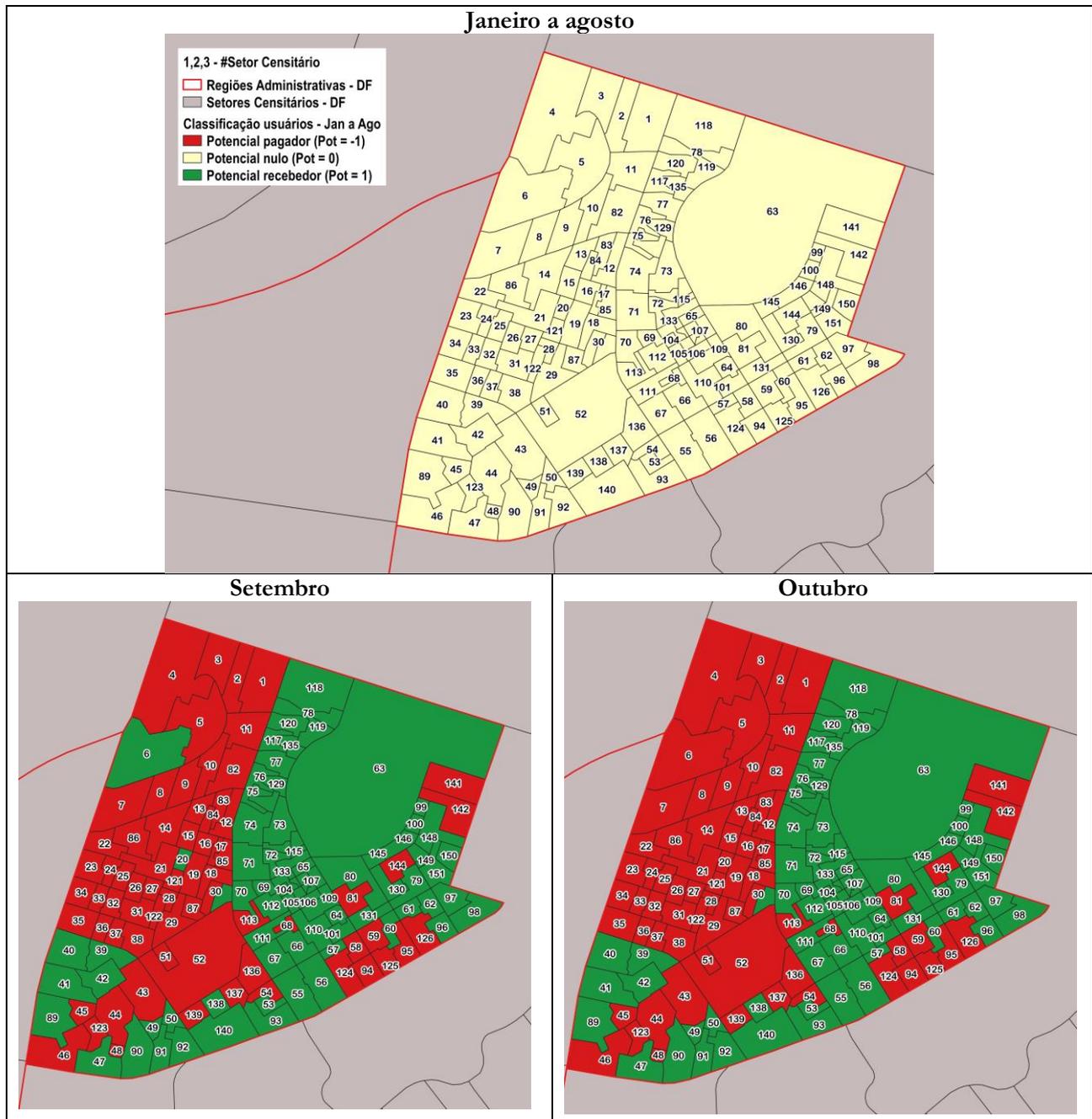


Figura 32: Classificação dos usuários para o potencial de transferência conforme o Setor Censitário ao longo do ano de janeiro a outubro de 2017

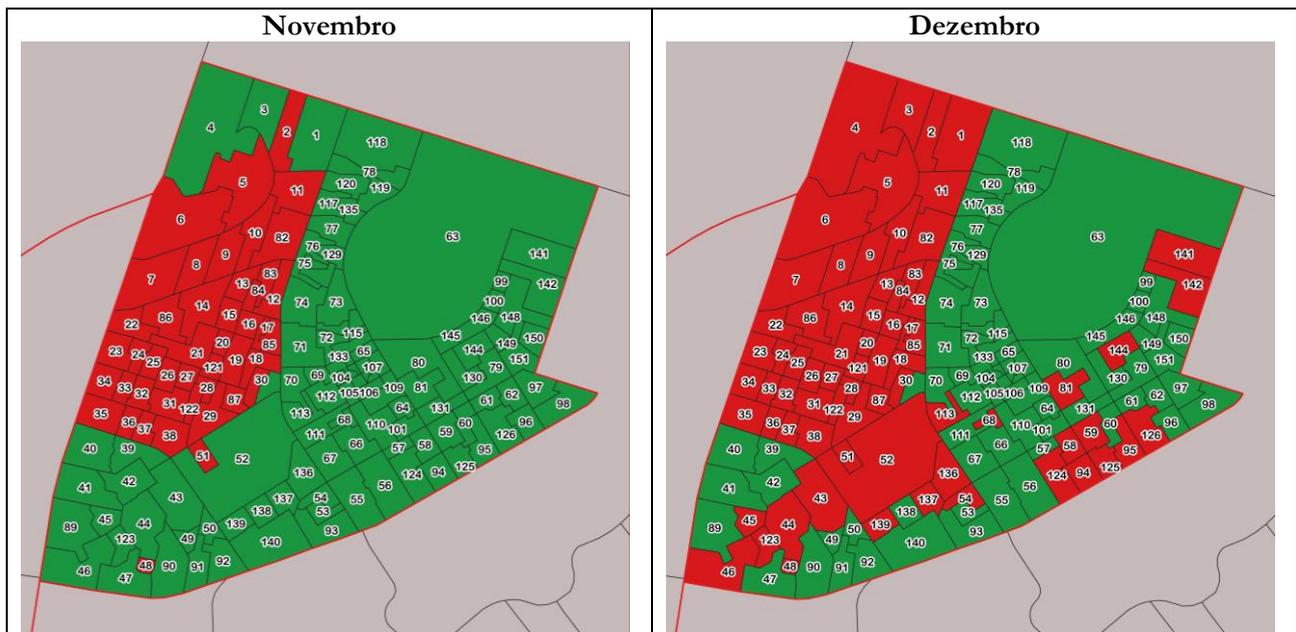


Figura 33: Classificação dos usuários para o potencial de transferência conforme o Setor Censitário ao longo de novembro e dezembro do ano de 2017

3.6. COTAS HÍDRICAS REALOCÁVEIS

A Cotas Hídricas Realocáveis surgem da diferença entre a quantidade de água alocada para cada usuário pelo rateio proporcional e o economicamente eficiente. A classificação do usuário indica o sinal da CHR. Potenciais recebedores geram cotas hídricas positivas, ou seja, existe um excedente hídrico que pode ser transacionável. Potenciais pagadores, como tem cotas hídricas negativas, buscam suprir este déficit hídrico. O somatório das CHR entre os usuários é sempre igual à zero, uma vez que só são criadas Cotas Hídricas Realocáveis mediante à realocação de água entre os usuários. No **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentadas as CHRs geradas para os 151 usuários dos Setores Censitários para os 12 meses; nos meses 1 a 8 não há potencial de transferência, então não são geradas CHRs. Já nos meses de setembro a dezembro, o SNAP estima as cotas hídricas negativas (em tons avermelhados) ou positivas (em tons esverdeados).

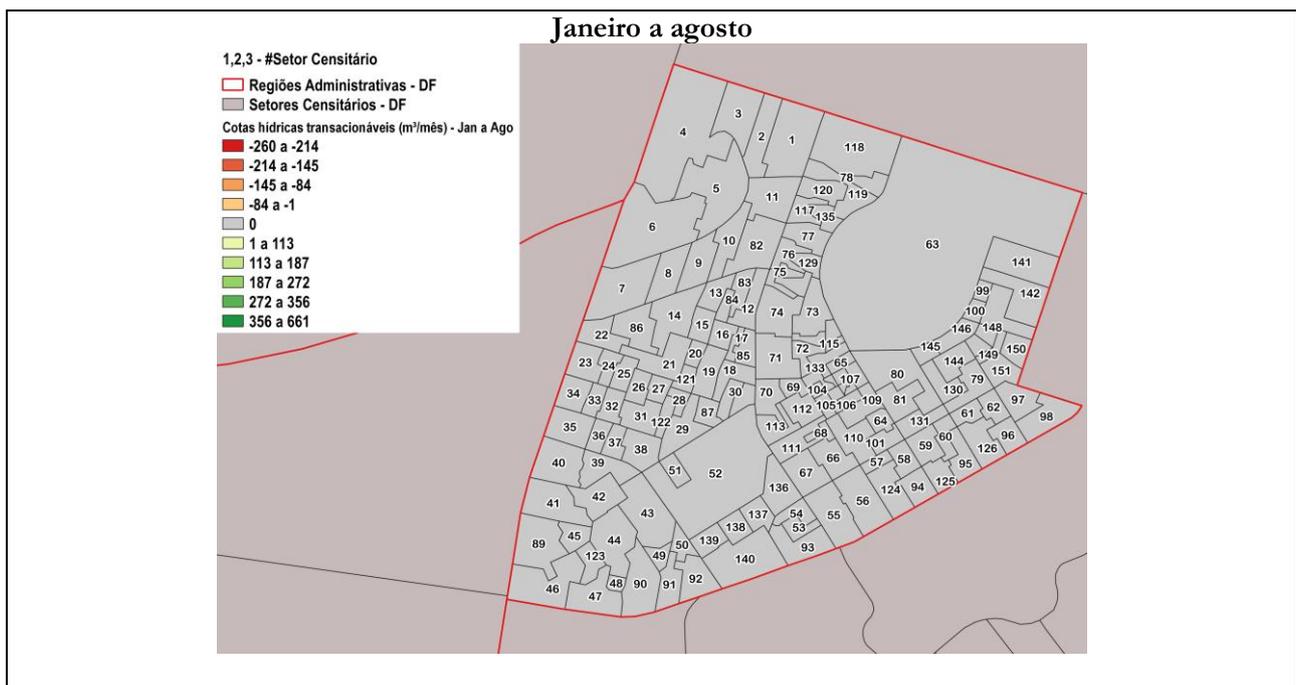


Figura 34: Cotas Hídricas Realocáveis dos usuários para o potencial de transferência conforme o Setor Censitário ao longo de janeiro a agosto do ano de 2017

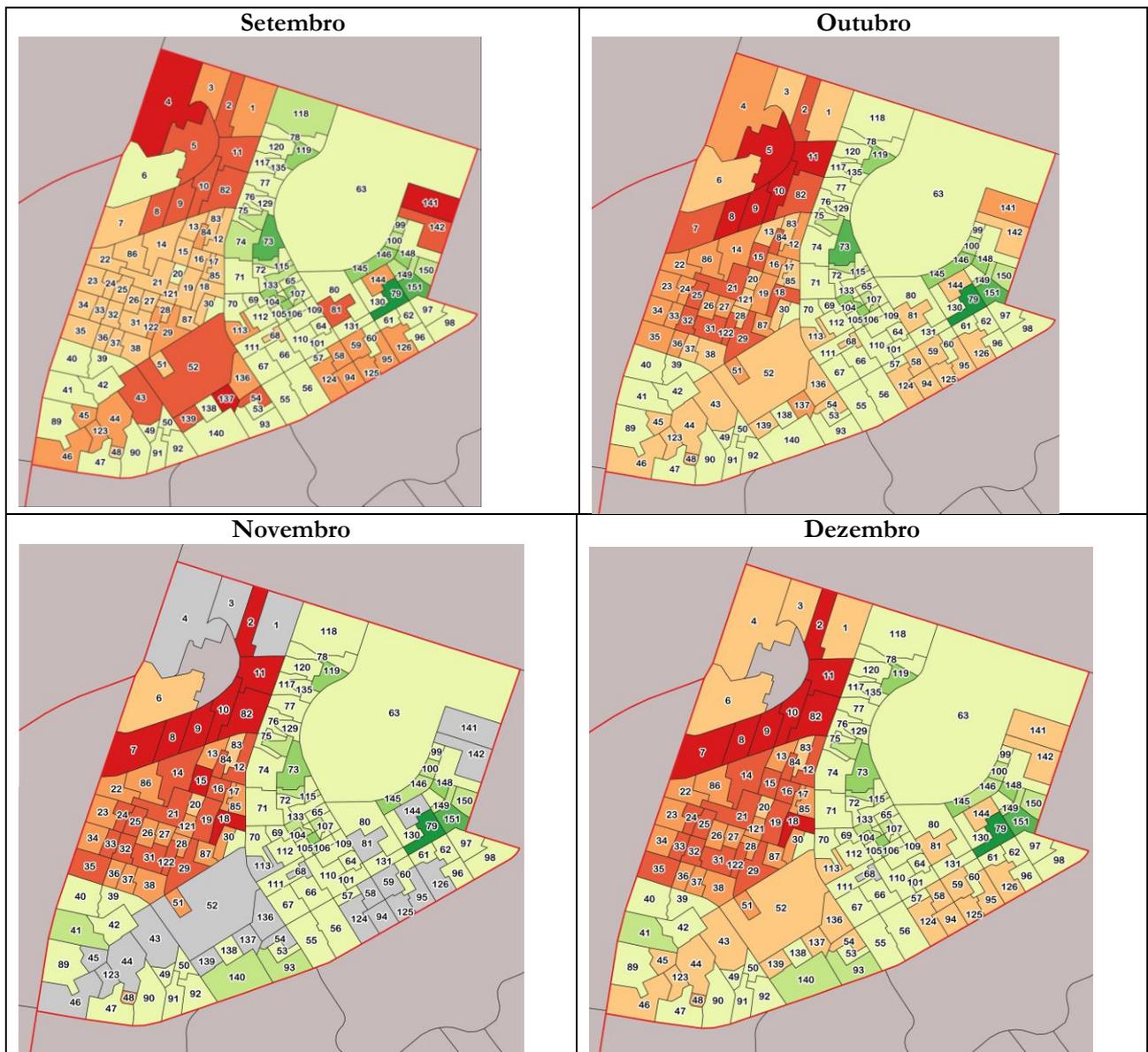


Figura 35: Cotas Hídricas Realocáveis dos usuários para o potencial de transferência conforme o Setor Censitário ao longo de setembro a dezembro do ano de 2017

3.7. EXTRATO DE CONSUMO

Para avaliar a funcionalidade de um sistema de rateio seguindo a lógica e algoritmos apresentados no SNAP, foram verificadas as 5 possibilidades de decisão e uma simulação contínua de 12 meses, a qual inclui as 4 diferentes situações de disponibilidade hídrica:

- Possibilidades de decisão:
 - ✓ A = sem necessidade de acordo (todos consomem conforme demanda real *wd*)
 - ✓ B = aderência total ao acordo (todos consomem conforme rateio economicamente eficiente *wo*)
 - ✓ C = sem acordo (todos consomem conforme rateio proporcional *wp*)
 - ✓ D = aderência parcial ao acordo com saldo hídrico negativo (recebedores consomem *wp* e pagadores, *wo*)
 - ✓ E = aderência parcial ao acordo com saldo hídrico positivo (recebedores consomem *wo* e pagadores, *wp*)

- Situações de disponibilidade hídrica:
 - ✓ Alta disponibilidade
 - ✓ Disponibilidade no limite
 - ✓ Baixa disponibilidade
 - ✓ Muito baixa disponibilidade

O modelo proposto depende do consumo efetivado pelos usuários, o qual é resultado das escolhas individuais de cada um. Para avaliar os resultados dessas escolhas, serão apresentados os acumulados mensais para as situações em que os usuários decidem pelas 5 possibilidades de decisão durante os 12 meses de simulação. Os consumos efetivados (Tabela 13) foram gerados com base no formato das escolhas, de forma que induz a um tipo de comportamento conforme as possibilidades de decisão. Esta etapa poderá ser substituída conforme o consumo real dos usuários. Os consumos totais efetivados das possibilidades B e C resultam nos mesmos valores em função de que o total de água disponível para consumir é o mesmo, tendo em vista que as variações no consumo ocorrem individualmente entre cada usuário.

Tabela 13: Consumos efetivados pelos seis usuários nos 12 meses de simulação

Mês / Possibilidade	Consumo efetivado total - wct (m ³ /mês)				
	A Sem necessidade acordo	B Aderência total	C Sem acordo	D Aderência parcial Saldo hídrico (-)	E Aderência parcial Saldo hídrico (+)
1	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19
2	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19
3	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19
4	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19
5	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19
6	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19
7	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19
8	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19	396156,19
9	396156,19	358620,39	358620,39	365062,18	352178,61
10	396156,19	286916,12	286916,12	294032,31	279799,94
11	396156,19	220460,92	220460,92	227851,79	213070,05
12	396156,19	222738,82	222738,82	230127,97	215349,67

É com base nessas escolhas e consumos efetivados, comparadas com as situações de disponibilidade hídrica do mês, que serão gerados os resultados das próximas etapas de simulação do SNAP. O extrato de consumo representa se os consumos efetivados estão em acordo com as possibilidades de decisão. Apesar de o SNAP ser formulado para que apresente a possibilidade de decisão ao usuário em detrimento de um determinado consumo imposto a ser realizado, ainda existem limites

máximos e mínimos a serem consumidos pelos usuários. Os limites superiores de consumo são definidos conforme as alocações de água entre os usuários e a disponibilidade hídrica no mês; portanto, se o consumo efetivado está acima desses limites, é necessária a aplicação de multa por consumo excessivo. Os limites inferiores são estabelecidos conforme a curva de demanda de cada usuário; portanto, se o consumo foi inferior à demanda real estimada para o usuário, significa que o sistema falhou na caracterização da demanda do usuário e, portanto, sua curva deve ser revista. Caso os consumos efetivados estejam dentro dos limites aceitáveis, o extrato de consumo indica que o sistema pode avançar.

Ainda que o extrato de consumo oriente para a revisão da curva de demanda ou aplicação de multa sobre o consumo excessivo, os valores a pagar e receber do mês irão refletir as necessidades de adequação ao consumo do usuário, de forma a induzir um padrão de consumo compatível com as alocações e disponibilidades hídricas. Dessa forma, espera-se que o SNAP sendo aplicado em um mês, induzam uma sensibilidade ao usuário em receber as informações produzidas pelo sistema de forma a modificar o seu padrão de consumo.

3.8. VALORES A PAGAR E RECEBER

A seguir, são apresentados os resultados em termos de desembolsos e recebimentos aos usuários conforme as decisões. Os valores são em termos da tarifa de saneamento (Tabela 14), tarifa de gestão (Tabela 15), multas por consumo excessivo (Tabela 16) e ainda foi avaliada a arrecadação pela tarifa de contingência (Tabela 17), conforme metodologia da ADASA. Valores negativos representam o desembolso dos usuários por mês; já valores positivos, indicam os valores a receber. Os montantes arrecadados pela tarifa de saneamento e contingência são destinados à manutenção e melhorias do sistema de abastecimento; já os valores da tarifa de gestão e multas são destinados ao fundo que possibilita as transferências de Cotas Hídricas Realocáveis e o ressarcimento dos usuários sobre os Créditos de Cotas Hídricas.

Tabela 14: Valores de desembolso pela tarifa de saneamento

Mês / Possibilidade	Tarifa saneamento (R\$/mês)				
	A Sem necessidade acordo	B Aderência total	C Sem acordo	D Aderência parcial Saldo hídrico (-)	E Aderência parcial Saldo hídrico (+)
Jan	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03
Fev	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03
Mar	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03
Abr	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03
Mai	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03
Jun	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03
Jul	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03
Ago	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03	-2.156.896,03
Set	-2.156.896,03	-1.972.875,33	-1.952.530,13	-1.994.295,22	-1.931.110,24
Out	-2.156.896,03	-1.577.912,09	-1.562.131,95	-1.605.194,82	-1.534.849,21
Nov	-2.156.896,03	-1.211.977,72	-1.200.312,64	-1.242.763,35	-1.169.527,01
Dez	-2.156.896,03	-1.224.518,71	-1.212.714,79	-1.255.220,96	-1.182.012,54
Total	-25.882.752,32	-23.242.452,06	-23.182.857,72	-23.352.642,57	-23.072.667,21

Tabela 15: Valores de desembolso e recebimento pela tarifa de gestão

Mês / Possibilidade	Tarifa gestão (R\$/mês)				
	A Sem necessidade acordo	B Aderência total	C Sem acordo	D Aderência parcial Saldo hídrico (-)	E Aderência parcial Saldo hídrico (+)
Jan	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56
Fev	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56
Mar	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56
Abr	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56
Mai	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56

Mês / Possibilidade	Tarifa gestão (R\$/mês)				
	A	B	C	D	E
	Sem necessidade acordo	Aderência total	Sem acordo	Aderência parcial Saldo hídrico (-)	Aderência parcial Saldo hídrico (+)
Jun	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56
Jul	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56
Ago	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56	-3.961,56
Set	-327.198,81	0	0	-56.152,91	56.152,91
Out	-2.872.739,19	0	0	-187.137,74	187.137,74
Nov	-17.101.360,94	0	0	-719.393,17	719.393,17
Dez	-16.037.913,10	0	0	-683.360,27	683.360,27
Total	-36.370.904,54	-31.692,50	-31.692,50	-1.677.736,58	1.614.351,59

Tabela 16: Valores de desembolso devido a multa por consumo excessivo

Mês / Possibilidade	Multa (R\$/mês)				
	A	B	C	D	E
	Sem necessidade acordo	Aderência total	Sem acordo	Aderência parcial Saldo hídrico (-)	Aderência parcial Saldo hídrico (+)
Jan	0	0	0	0	0
Fev	0	0	0	0	0
Mar	0	0	0	0	0
Abr	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0
Jun	0	0	0	0	0
Jul	0	0	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0
Set	-271.045,90	0	0	0	0
Out	-2.685.601,45	0	0	0	0
Nov	-16.381.967,77	0	0	0	0
Dez	-15.354.552,83	0	0	0	0
Total	-34.693.167,96	0	0	0	0

Tabela 17: Valores de desembolso devido a tarifa de contingência

Mês / Possibilidade	Tarifa contingência (R\$/mês)				
	A	B	C	D	E
	Sem necessidade acordo	Aderência total	Sem acordo	Aderência parcial Saldo hídrico (-)	Aderência parcial Saldo hídrico (+)
Jan	0	0	0	0	0
Fev	0	0	0	0	0
Mar	0	0	0	0	0
Abr	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0
Jun	0	0	0	0	0
Jul	0	0	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0
Set	-862.758,41	-752.345,99	-740.138,87	-765.197,93	-727.286,94
Out	-862.758,41	-552.172,18	-546.773,14	-564.257,85	-534.687,48
Nov	-862.758,41	-411.604,21	-407.761,19	-424.619,04	-394.746,36
Dez	-862.758,41	-489.807,48	-485.085,92	-502.088,38	-472.805,02
Total	-3.451.033,64	-2.205.929,87	-2.179.759,12	-2.256.163,20	-2.129.525,80

De acordo com o consumo dos usuários, são efetivadas ou não as transações de Cotas Hídricas Realocáveis, gerando, portanto, os Créditos de Cotas Hídricas, os quais serão pagos os recebidos pelos

usuários (lembrando que o usuário pode ou não desejar aplicar as transações hídricas e financeiras que lhes são apresentadas pelo SNAP).

Gráfico 1: Cotas Hídricas Realocáveis efetivadas entre os usuários conforme o mês

Mês / Possibilidade	CCH (m ³ /mês)				
	A Sem necessidade acordo	B Aderência total	C Sem acordo	D Aderência parcial Saldo hídrico (-)	E Aderência parcial Saldo hídrico (+)
Jan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fev	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Abr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mai	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jun	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jul	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ago	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Set	-37,535.80	0.00	0.00	-6,441.78	6,441.78
Out	-109,240.07	0.00	0.00	-7,116.18	7,116.18
Nov	-175,695.27	0.00	0.00	-7,390.87	7,390.87
Dez	-173,417.37	0.00	0.00	-7,389.15	7,389.15
Total	-495,888.51	0.00	0.00	-28,337.99	28,337.99

A análise da efetivação do consumo de cada usuário conforme o mês também permite simular como seria um fluxo de caixa desses consumidores. Dessa forma, a cada mês os usuários podem receber ou devem desembolsar os valores determinados pela contabilidade. Com base nas tarifas praticadas em e as trocas realizadas conforme as Cotas Hídricas Realocáveis, todo o valor que não for utilizado para as compensações financeiras entre os usuários é transformado em arrecadação do sistema; parte da arrecadação vai compor o fundo de gestão e parte é destinado à companhia de saneamento.

Nas figuras a seguir está apresentado o balanço hídrico-financeiro do SNAP para cada uma das situações, onde os valores arrecadados são referentes ao que o sistema acumulou (valores positivos) ou teve que desembolsar aos usuários como forma de compensação financeira (valores negativos); os valores arrecadados estão divididos conforme a origem de arrecadação, seja pela tarifa de gestão (\$gestão), tarifa de saneamento (\$saneamento), tarifa de contingência (\$contingencia) ou multas por consumo excessivo (\$multa); também está apresentada a evolução do fundo de gestão (\$fundo) o qual é abastecido pelo excedente dos acumulados das tarifas de gestão e multas. A quantidade de água envolvida no SNAP está apresentada em termos de disponibilidade hídrica (disponibilidade) e no balanço hídrico (bal.hidr), o qual considera a diferença entre a disponibilidade hídrica e as quantidades de água consumidas pelos usuários a cada mês.

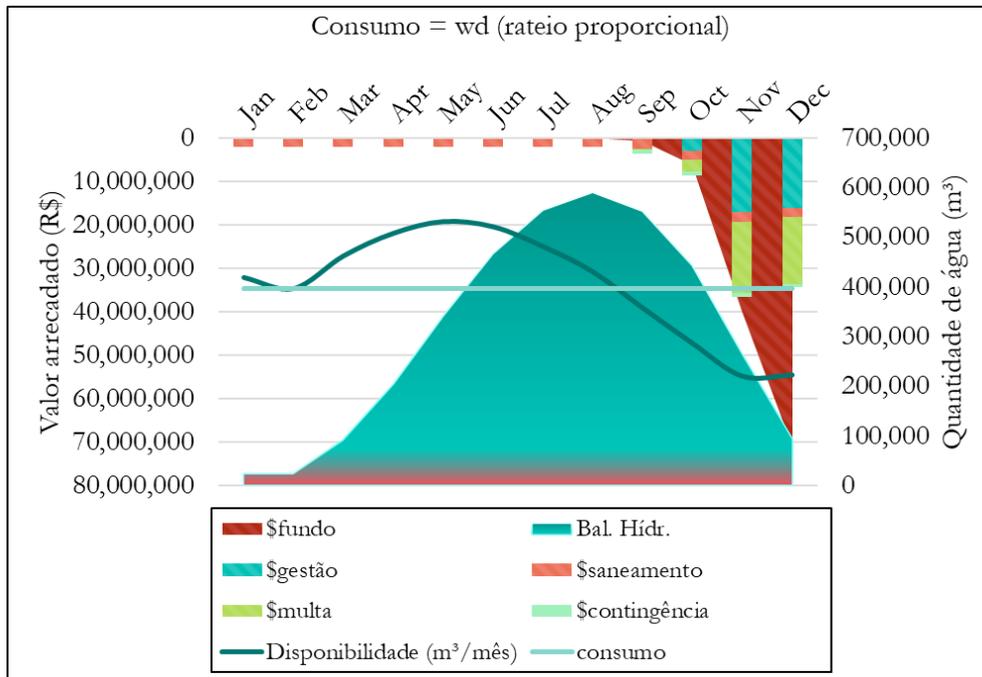


Figura 36: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual à demanda real dos usuários

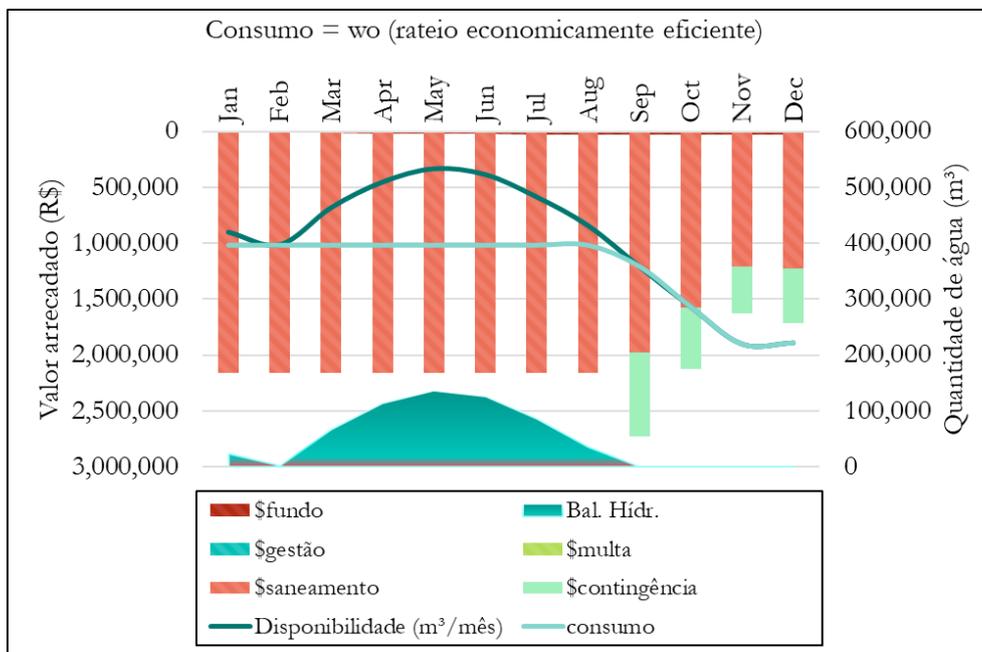


Figura 37: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual ao rateio eficiente

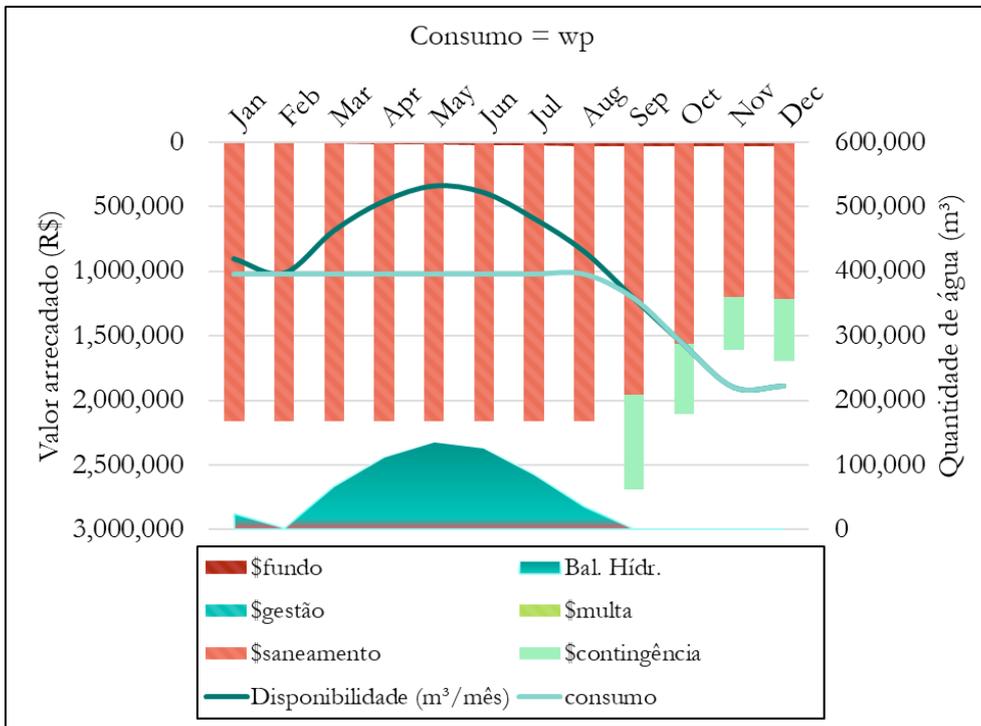


Figura 38: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual ao rateio proporcional

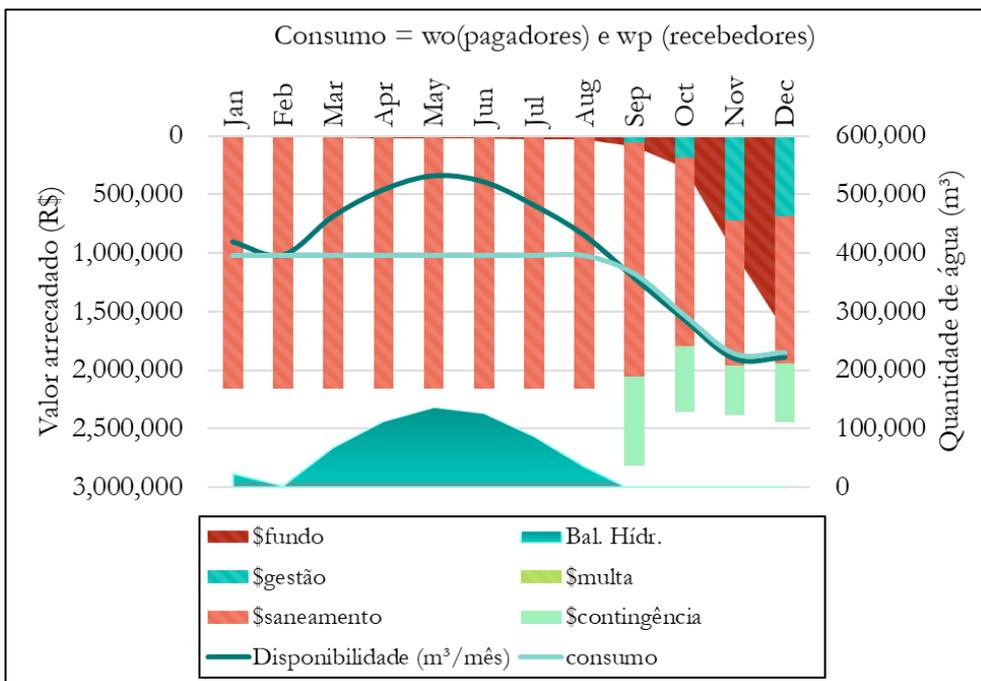


Figura 39: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual ao rateio eficiente para potenciais pagadores e rateio proporcional para potenciais receptores

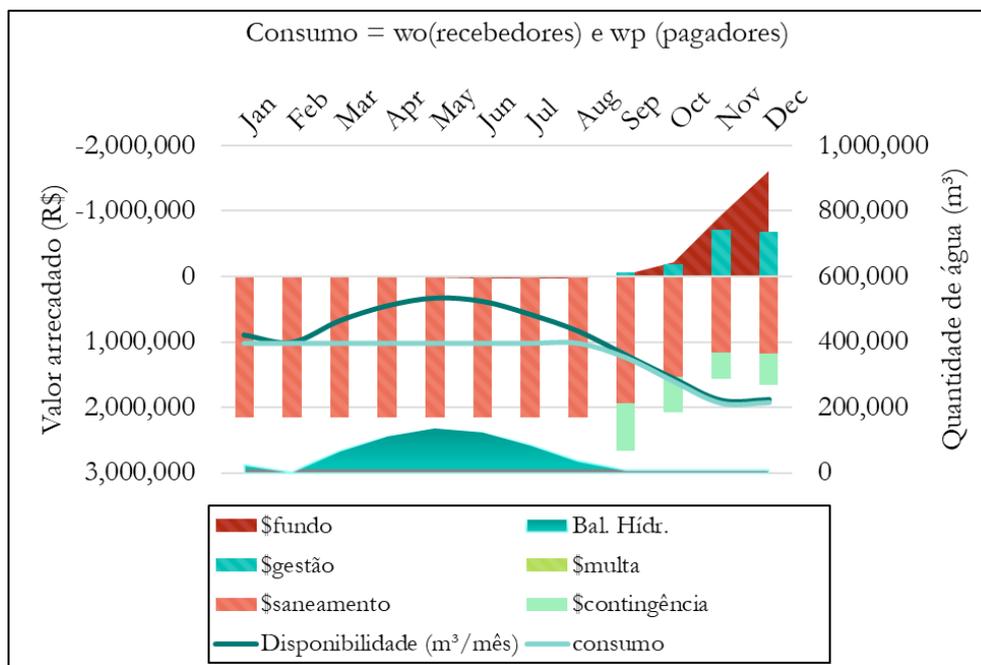


Figura 40: Balanço hídrico-financeiro do SNAP para consumo igual ao rateio eficiente para potenciais recebedores e rateio proporcional para potenciais pagadores

Em linhas gerais, o SNAP institui um sistema de contabilidade no qual o usuário sempre terá alternativas a escolher: ou adota o sistema de racionamento tradicional imputado pela companhia de abastecimento, ou adota o sistema alternativo, que busca a eficiência econômica baseado em uma sinalização da escassez na forma dos valores a pagar ou receber. Em média, cada pessoa da RA Cruzeiro pagaria R\$ 1,00 a mais por ano para adotar o rateio economicamente eficiente, em contrapartida ao tradicional, sendo que o sistema só redistribui a disponibilidade hídrica existente (ou seja, não são consideradas unidades adicionais de água ao sistema). Com isso, o custo da escassez total da RA Cruzeiro diminui de R\$ 12.043.465 para R\$ 11.132.215, uma diferença de cerca de R\$ 900.000 por ano, em média R\$ 11,00 por pessoa; ou seja, instituir as possibilidades de decisão aos usuários pode trazer um ganho coletivo na redução dos custos de prejuízo associados à restrição de água.

Quanto às alterações em termos de arrecadação, a tarifa de gestão sofre um incremento na arrecadação quando há adesão ao sistema alternativo, que, no entanto, é utilizada justamente para viabilizar as contrapartidas financeiras das transações de cotas hídricas entre os usuários. Já as multas, percebe-se que estas podem chegar a quase R\$ 430 anuais em média por pessoa se os usuários ignorarem totalmente o racionamento em períodos de escassez e decidirem consumir conforme a sua real demanda; como a multa é cobrada conforme o valor marginal da água no mês, em períodos de maior escassez um mesmo volume adicional pode custar muito mais ao usuário. Em relação à arrecadação pela tarifa de saneamento, percebe-se um aumento na arrecadação quando os usuários aderem ao sistema alternativo, uma vez que o rateio economicamente eficiente tende a conceder mais água a usuários com maior disponibilidade a pagar, que no caso seriam aqueles usuários nas faixas superiores de cobrança de consumo; portanto, com uma mesma quantidade de água disponível, a simples realocação de água entre os usuários pode gerar ganhos de arrecadação para a companhia de abastecimento. Comportamento análogo ocorre com a tarifa de contingência, tanto pelo pagamento adicional quanto nos bônus de desconto. Em média, a adesão ao sistema de alocação economicamente eficiente pelos usuários pode trazer de ganhos de arrecadação ao sistema cerca de R\$ 85.000 anuais.

Em relação aos valores possíveis de serem transacionados entre os usuários, o SNAP possibilita a transferência de cerca de 28.000 m³/ano entre os usuários, o que resulta em valores de transação na ordem de R\$ 1.600.000/ano; ou seja, em média cada metro cúbico de água é transacionado por cerca de R\$ 60.

3.9. VALORAÇÃO DA SALVAGUARDA

Conforme apresentada na metodologia, o volume liberado a cada mês, aplicando-se a operação com salvaguarda está indicado no **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Com a salvaguarda, os volumes disponibilizados aos usuários sofrem uma pequena redução em condições normais de abastecimento, e a água economizada é poupada no reservatório, aumentando o nível de armazenamento e a disponibilidade de água para os meses seguintes onde espera-se estiagem e maiores déficits.

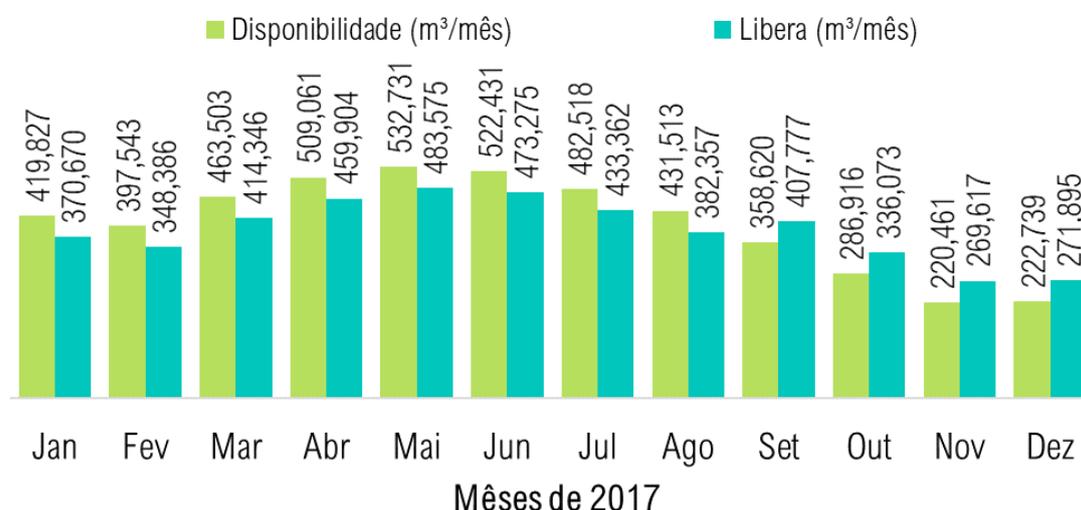


Figura 41: Comparativo da disponibilidade hídrica mensal e o volume liberado considerando a reserva para a salvaguarda

Com essa nova configuração de água liberada para os usuários, as relações de balanço hídrico e situação de disponibilidade hídrica são alteradas. Nesse caso, os meses com limitação para atendimento na demanda passam a ser janeiro, fevereiro, agosto, outubro, novembro e dezembro e, com isso, em vez de quatro meses com atendimento reduzido, o sistema passaria a ter seis meses.

Tabela 18: Situação do balanço mensal entre disponibilidade e demandas totais.

Mês	Libera (m³)	disp-wdT (m³)	Balanço	Situação
1	370.670	-25.486	-	Baixa disponibilidade
2	348.386	-47.769	-	Baixa disponibilidade
3	414.346	18.190	+	Disponibilidade no limite
4	459.904	63.748	+	Alta disponibilidade
5	483.575	87.418	+	Alta disponibilidade
6	473.275	77.118	+	Alta disponibilidade
7	433.362	37.205	+	Disponibilidade no limite
8	382.357	-13.799	-	Baixa disponibilidade
9	407.777	11.620	+	Disponibilidade no limite
10	336.073	-60.083	-	Muito baixa disponibilidade
11	269.617	-126.538	-	Muito baixa disponibilidade
12	271.895	-124.260	-	Muito baixa disponibilidade

Na primeira situação de disponibilidade hídrica (disp), a alocação alternativa (rateio eficiente) mostra um ganho em termos de arrecadação, com o aumento do total anual de todas as tarifas praticadas em comparação à alocação via racionamento tradicional (rateio proporcional). Há ainda uma indução ao uso racional, uma vez que, com a mesma quantidade de água consumida pelos usuários, a redução no atendimento para criar a salvaguarda reduz o custo da escassez total do sistema.

Com a situação de salvaguarda, com a modificação para o volume liberado (libera), a redistribuição dos excedentes hídricos dos primeiros meses e realocação de água para os meses finais do ano, altera as condições de balanço hídrico, e resulta em uma maior possibilidade de consumo entre os usuários. Enquanto na situação de disponibilidade hídrica inicial o volume médio anual consumido por pessoa foi de 52,56 m³, na situação com mudança nos volumes liberados esse consumo foi de 53,76 m³. Esse aumento do consumo é justificado pois nos meses em que há disponibilidade hídrica suficiente, o consumo é limitado pela demanda individual de cada usuário, então esse excedente pode ser redistribuído para os meses em que não há disponibilidade hídrica suficiente. Esse consumo adicional também reflete em um aumento da arrecadação média, de R\$ 313,44/habitante por ano na alocação tradicional e R\$ 314,50/habitante por ano na alocação alternativa, para respectivamente R\$ 344,03 e R\$ 345,98.

Os maiores ganhos no sistema, no entanto, se concretizam na comparação do custo de escassez quando é implementada a salvaguarda. O fato de se induzir uma redução antecipada no atendimento em meses com disponibilidade hídrica excedente, para possibilitar uma entrega adicional de água nos meses de escassez fez com que o custo da escassez diminuísse em mais de 50%. Inicialmente, os custos de escassez associados à alocação tradicional e alternativa resultam em um total anual de R\$ 12.043.465 e R\$ 11.132.215, respectivamente. Ao se utilizar a salvaguarda, os custos de escassez caem para R\$ 5.037.086 e R\$ 4.747.097, respectivamente. Com esse sistema é possível então quantificar objetivamente esses ganhos e subsidiar as tomadas de decisão para que se tenha tanto um ganho em termos de eficiência do uso da água, mas também com arrecadação para investimentos futuros.

Tabela 19: Comparativo dos resultados entre o sistema com disponibilidade hídrica inicial (colunas em verde) e após a liberação considerada para a salvaguarda (colunas em azul)

Mês	Balanço hídrico		Multiplicador de Lagrange (λ) [R\$/m ³]		Custo da escassez proporcional [R\$/mês]		Custo da escassez eficiente [R\$/mês]	
janeiro, 2017	+	-	0	7	0	164,391	0	148,501
fevereiro, 2017	+	-	0	10	0	362,918	0	341,243
março, 2017	+	+	0	0	0	0	0	0
abril, 2017	+	+	0	0	0	0	0	0
maio, 2017	+	+	0	0	0	0	0	0
junho, 2017	+	+	0	0	0	0	0	0
julho, 2017	+	+	0	0	0	0	0	0
agosto, 2017	+	-	0	6	0	82,175	0	68,805
setembro, 2017	-	+	9	0	264,006	0	245,367	0
outubro, 2017	-	-	26	12	1,435,738	503,222	1,363,826	476,729
novembro, 2017	-	-	97	36	5,293,934	2,005,148	4,869,579	1,895,842
dezembro, 2017	-	-	92	34	5,049,788	1,919,233	4,653,444	1,815,977

CAPÍTULO 4: RESUMO DOS RESULTADOS POR SITUAÇÕES

4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SNAP PARA AMPLIAÇÃO DA ROBUSTEZ DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO EM PERÍODOS DE ESCASSEZ HÍDRICA

O enfrentamento de períodos de escassez hídrica pelos sistemas de abastecimento de água tem se tornado uma realidade cada vez mais constante no saneamento brasileiro. Em última instância, a interrupção do abastecimento por diferentes formatos de racionamento também é uma prática na gestão desses momentos de crise (CARLOS, 2018). A sinalização desse formato de gestão geralmente é repassada ao usuário na forma de cobrança adicional (como as tarifas de contingência) e algumas iniciativas de bônus-desconto para eventuais economias de água, mas que muitas vezes não se mostram como alternativas viáveis aos usuários, nem permanentes para a modificação do padrão de consumo, uma vez que geralmente se tem dificuldade em atingir e manter as metas propostas de economia ou consumo (GOMES, 2014).

A medida que a tarifa de contingência é entendida pelas companhias de abastecimento como de caráter educativo e não punitivo nem arrecadatório (ADASA, 2016), os montantes arrecadados são extremamente significativos para realizar incrementos necessários aos sistemas de abastecimento, justamente com o objetivo de tornar tais sistemas menos vulneráveis a futuras crises hídricas (ADASA, 2018). Esse modelo se assemelha à cobrança pelo uso da água, definida na Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), a qual tem como objetivo a indução do uso racional, mas seu maior resultado prático é a arrecadação para viabilizar estruturas de gestão (como as Agências de Água) e o financiamento das ações e medidas propostas nos Planos de Bacia Hidrográfica. Tais instrumentos, portanto, apesar de eficientes em atingir objetivos de financiar melhorias nos sistemas, muitas vezes pecam em sinalizar ao usuário a necessidade por uma real mudança de comportamento do consumo quando da iminência de um período de crise hídrica, sem ter uma percepção punitiva.

Diferente de um sistema de bônus-desconto com base em uma média de consumo anterior do próprio usuário (o qual, se for diminuindo mês a mês, chegará em um ponto no qual é impossível economizar ainda mais), um sistema que possibilite ganhos ao usuário (seja com desconto, seja com uma permissão de uso adicional de água) mediante uma escolha de mudança de padrão do consumo é o que o modelo SNAP se propõe a apresentar. Com isso, todo mês o usuário tem duas possibilidades de escolha: consumir conforme o racionamento tradicional com o rateio de água proporcionalmente igual entre os usuários já estabelecido pela companhia de saneamento, ou consumir conforme um racionamento alternativo, o qual prioriza os ganhos econômicos do sistema no rateio de água entre os usuários. Dessa forma, o usuário não é sobretaxado por consumir água dentro do sistema de racionamento tradicional - pois ele já está sendo acometido a uma quantidade menor de água do que em períodos de alta disponibilidade hídrica -, e pode ainda escolher pela alternativa do racionamento economicamente eficiente (o qual pode ou viabilizar mais água ao usuário – mediante o pagamento adicional – ou proporcionar um desconto – mediante consumo reduzido).

O modelo apresentado tem como área de aplicação para elucidação dos resultados a Região Administrativa Cruzeiro, do Distrito Federal. Foram selecionados 4 Setores Censitários representativos de potenciais pagadores e recebedores para a discussão dos resultados (os identificadores finais em destaque estão identificados na Figura 42): 530010805170006, 530010805170043, 530010805170057, 530010805170141.

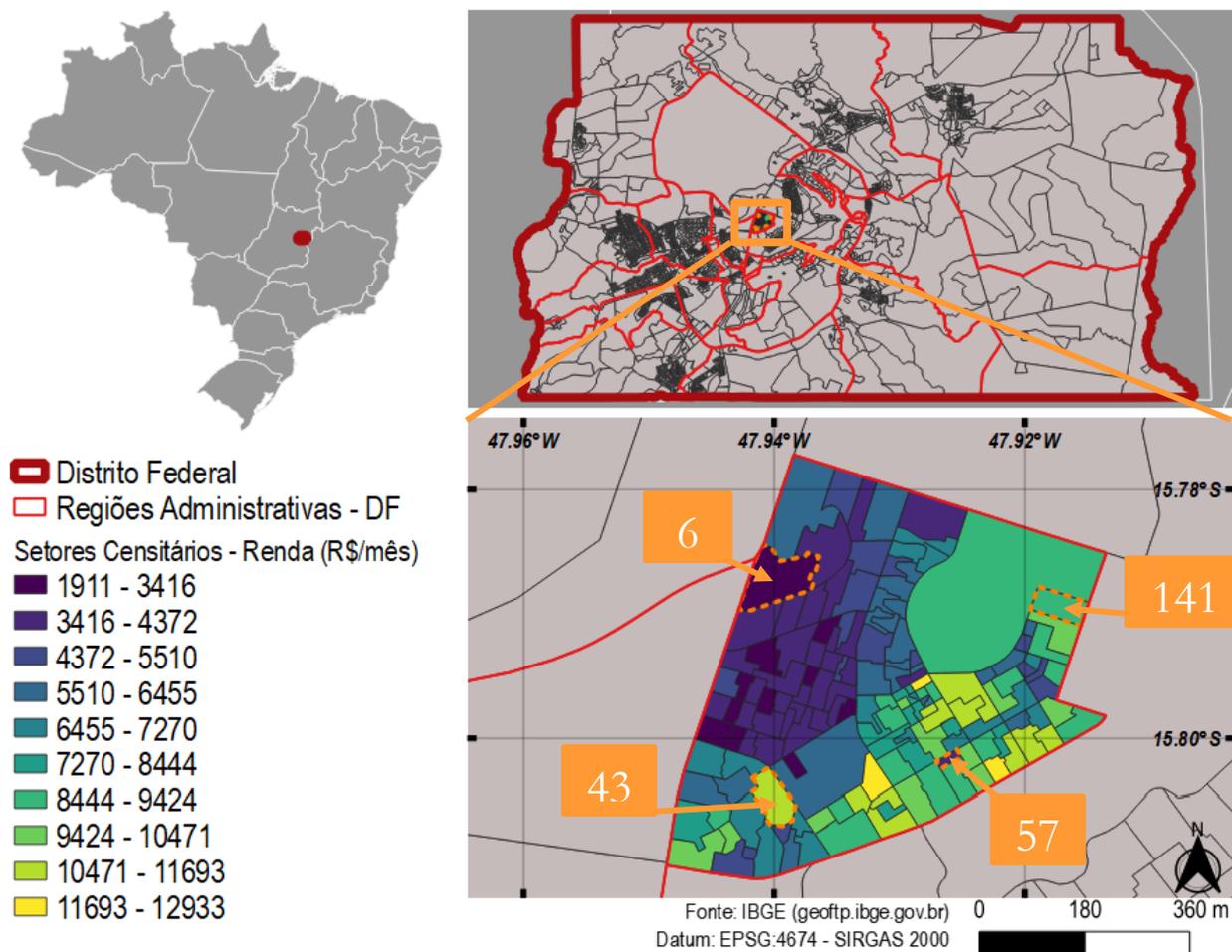


Figura 42: Localização dos Setores Censitários considerados para os resultados específicos a serem apresentados

4.1. CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE USUÁRIOS

Tendo em vista que o SNAP se baseia na realocação de água entre usuários com base nos respectivos padrões de consumo, a curva de demanda é a principal informação de entrada.

Na Região Administrativa Cruzeiro, os respectivos padrões de consumo dos usuários foram identificados através dos Setores Censitários, que são a unidade territorial de controle cadastral da coleta do Censo IBGE, representando a menor unidade de área da base territorial com características semelhantes entre si. A RA Cruzeiro se constitui por 151 Setores Censitários, cujas características foram levantadas conforme o Censo IBGE 2010 (IBGE, 2012). Cada um dos Setores Censitários é considerado um usuário dentro do SNAP e, portanto, com uma curva de demanda associada. As curvas de demanda foram estimadas pela metodologia do *point expansion*, a qual utiliza um ponto conhecido inicial de quantidade de água e respectivos preços por metro cúbico para prolongar a curva para demais valores. O consumo estimado para cada setor teve como base a média de consumo da RA Cruzeiro avaliada pela ADASA; e o preço foi avaliado conforme a tarifa praticada pela CAESB (a qual varia conforme o consumo total e a renda média dos domicílios). Para criar as curvas, o método também utiliza o conceito de elasticidade, que indica a mudança de consumo de água conforme a variação do preço, sendo este fator de variação dependente da renda dos usuários; a elasticidade conforme a renda foi obtida por referências bibliográficas. O ponto limite inferior da curva de demanda é definido como a demanda real (wd) dos usuários, a qual corresponde a quantidade de água consumida quando é aplicada a tarifa de saneamento como limitador.

Para apresentar os resultados de forma mais detalhada, foram selecionados 4 Setores Censitários para representar as relações do SNAP entre os usuários: 530010805170006 (U6), 530010805170043 (U43), 530010805170057 (U57), 530010805170141 (U141). A seguir, estão apresentadas as informações consolidadas para a metodologia para cada setor, bem como as respectivas curvas de demanda geradas.

Tabela 20: Informações e dados dos 4 Setores Censitários

Código usuário	U6	U43	U57	U141
Código Setor Censitário (IBGE, 2012)	530010805170006	530010805170043	530010805170057	530010805170141
População residente (IBGE, 2012)	751	862	102	1224
Domicílios (IBGE, 2012)	203	244	52	381
Rendimento médio mensal [R\$/mês] (IBGE, 2012)	1910,54	11096,44	3811,92	8557,64
Classe Sócio-Econômica (ABEP, 2010)	C1	A	B2	A
Consumo [l/hab dia] (Adaptado de ADASA (2020))	125	174	144	167
Tarifa [R\$/m³] (CAESB, 2016)	4,01	6,78	2,86	6,78
Elasticidade (ANDRADE, BRANDÃO, <i>et al.</i> , 1995)	-0,17	-0,22	-0,17	-0,22
Demanda real <i>wd</i> [m³/mês]	2914,85	4670,34	457,44	6353,89

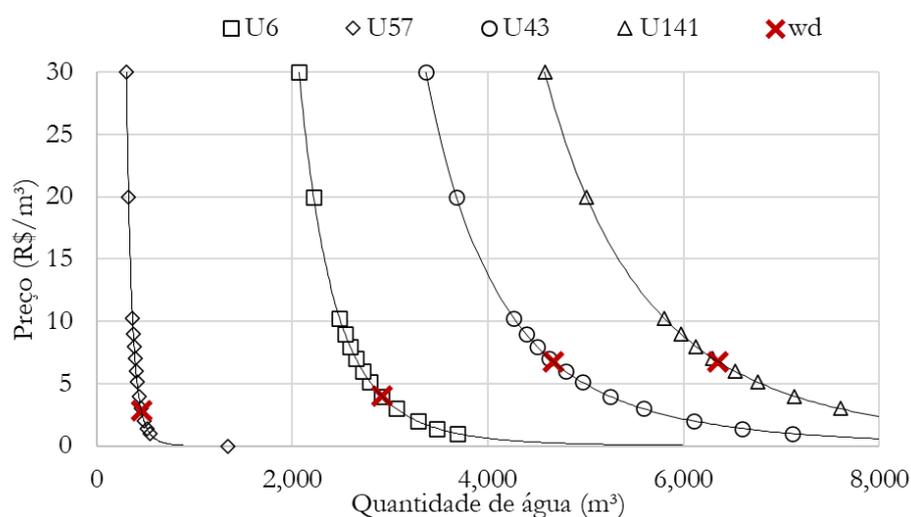


Figura 43: Curva de demanda dos 4 usuários

4.2. CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE RACIONAMENTO

Dentre as alternativas utilizadas quando da iminência da baixa disponibilidade para atender a todos os usos de água, a ADASA adotou as seguintes estratégias para o meio urbano: redução da pressão na rede de distribuição; rodízio no fornecimento de água; combate às ligações irregulares; programa de redução de perdas na distribuição; e expansão do sistema de abastecimento (DISTRITO FEDERAL, 2018). As duas primeiras estratégias dizem respeito ao enfrentamento da crise hídrica com participação ativa da população consumidora, enquanto as demais fazem parte da política de gestão da própria companhia de saneamento (CAESB) e órgão regulador de recursos hídricos (ADASA).

O período de crise hídrica considerado para as avaliações deste estudo é do ano de 2017, no qual se aplicou a maioria das estratégias previstas para o enfrentamento da crise, iniciada em 2016. Uma vez que a RA Cruzeiro é atendida pelo sistema da barragem de Santa Maria, sendo este dependente das regras de operação do sistema da barragem Descoberto, a disponibilidade hídrica estimada para atender a população considerou a relação de percentual de volume útil dos reservatórios como sendo proporcional ao nível de racionamento aplicado à demanda total da RA Cruzeiro. Conforme as diretrizes da ADASA para o período (Resolução ADASA n° 13/2016, Resolução ADASA n° 9/2017 e Resolução ADASA n° 12/2017) a partir de 40% do volume útil, são iniciadas estratégias de alocação negociada, sendo que o racionamento é iniciado a partir dos 20%. Dessa forma, o racionamento para a RA Cruzeiro ocorreria nos meses de setembro a dezembro.

O racionamento aplicado na cidade de Brasília, assim como os moldes tradicionais de outras regiões brasileiras, consiste em reduzir o número de horas no dia (ou até alternância de dias) com o abastecimento pleno de água às localidades, sem distinção entre o tipo residencial ou padrão de consumo dos usuários; com isso, a interrupção do abastecimento é a mesma para qualquer cidadão. Por essa característica, é considerado que esta é uma medida de racionamento proporcional, ou seja, o consumo dos usuários é reduzido proporcionalmente ao período sem acesso à água, dependendo ainda da sua demanda, uma vez que ao ter restrição do acesso à água, os usos menos importantes é que serão primeiramente cortados. Nesse caso de um racionamento tradicional proporcional de corte de água não é levado em conta questões de utilidade dessa água e nem da disponibilidade a pagar de cada usuário, uma vez que todos os usuários sofrem as sanções na mesma proporção do déficit hídrico existente. A Tabela 21 apresenta o rateio de água entre os quatro usuários selecionados para todos os meses de 2017. Percebe-se que nos meses em que há disponibilidade hídrica suficiente para atender aos usos, a quantidade de água alocada para os usuários é igual às respectivas demandas reais; já nos meses em que há necessidade de aplicação do racionamento (em destaque), as quantidades de água são diminuídas proporcionalmente. Os valores na Tabela 20 foram calculados considerando um racionamento com interrupção do abastecimento proporcional à diminuição de disponibilidade hídrica em relação à demanda total.

Tabela 21: Rateio de água entre os usuários pelo método de alocação proporcional

Wp [m³/mês]	U6	U43	U57	U141
janeiro, 2017	2.914	4.670	457	6.354
fevereiro, 2017	2.914	4.670	457	6.354
março, 2017	2.914	4.670	457	6.354
abril, 2017	2.914	4.670	457	6.354
maio, 2017	2.914	4.670	457	6.354
junho, 2017	2.914	4.670	457	6.354
julho, 2017	2.914	4.670	457	6.354
agosto, 2017	2.914	4.670	457	6.354
setembro, 2017	2.638	4.228	414	5.752
outubro, 2017	2.111	3.382	331	4.602
novembro, 2017	1.622	2.599	255	3.536
dezembro, 2017	1.639	2.626	257	3.572

Alternativamente, é possível pensar em alocações economicamente eficientes com o objetivo de sinalizar a escassez econômica da água, a associando a sua restrição a um consequente prejuízo aos usuários, ao qual se reconhece como ‘custo da escassez’. Nesta metodologia, o sistema de rateio busca diminuir o custo da escassez total entre os usuários, o qual é obtido pela minimização do somatório das integrais das curvas de demanda, entre as demandas hídricas e o rateio de forma otimizada, tendo como restrição a disponibilidade hídrica do mês. A Tabela 22 apresenta o rateio de água entre os quatro usuários, mantendo-se o atendimento completo à demanda real nos meses com disponibilidade hídrica suficiente e diminuindo conforme o rateio economicamente eficiente para os meses de racionamento.

Tabela 22: Rateio de água entre os usuários pelo método de alocação econômica

Wo [m ³ /mês]	U6	U43	U57	U141
janeiro, 2017	2.914	4.670	457	6.354
fevereiro, 2017	2.914	4.670	457	6.354
março, 2017	2.914	4.670	457	6.354
abril, 2017	2.914	4.670	457	6.354
maio, 2017	2.914	4.670	457	6.354
junho, 2017	2.914	4.670	457	6.354
julho, 2017	2.914	4.670	457	6.354
agosto, 2017	2.914	4.670	457	6.354
setembro, 2017	2.554	4.419	378	6.012
outubro, 2017	2.117	3.466	314	4.716
novembro, 2017	1.695	2.599	251	3.536
dezembro, 2017	1.710	2.628	253	3.576

Na Figura 45 é possível visualizar sobre as curvas de demandas dos usuários as respectivas quantidades de água alocadas conforme os dois tipos de rateio. Destaca-se que conforme a variação dos meses, o SNAP pode apresentar soluções que alocam mais ou menos água a usuários diferentes em comparação às alocações proporcionais (wp) e eficiente (wo).

Inicialmente, todos os usuários encontram-se em wd (vermelho). Aplicando-se o rateio proporcional, as quantidades demandadas se deslocam para wp (verde). Ao mudarmos para o rateio eficiente, as quantidades demandadas se deslocam para wo (azul). Percebe-se ainda que quanto mais crítica a situação de disponibilidade hídrica no mês, mais afastado os pontos de alocação estarão da demanda real do usuário (wd). No mês de setembro, por exemplo, dois usuários poderiam consumir um pouco menos de água, enquanto que outros dois poderiam consumir um pouco mais (mudando de wp para wo). A decisão de consumir, ou não, valor diferente é do usuário, e não determinada pelo modelo ou pelo operador do sistema. Ao usuário é apresentada a possibilidade, associada a um valor a pagar ou receber, como veremos adiante.

Como esperado, na solução eficiente (wo), todos os usuários apresentam o mesmo valor marginal para a água (em um determinado mês), refletindo a condição de equimarginalidade obtida no ponto “ótimo” onde o custo econômico da escassez é mínimo para todo o sistema.

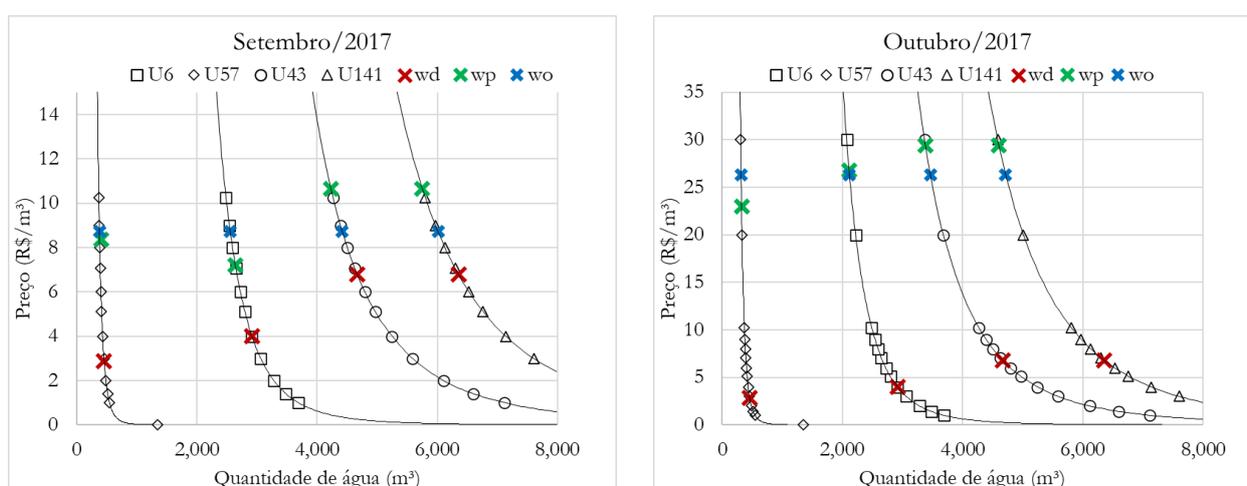


Figura 44: Representação das alocações proporcionais (wp) e eficientes (wo) junto às curvas de demandas dos quatro usuários para os meses de setembro e outubro de 2017

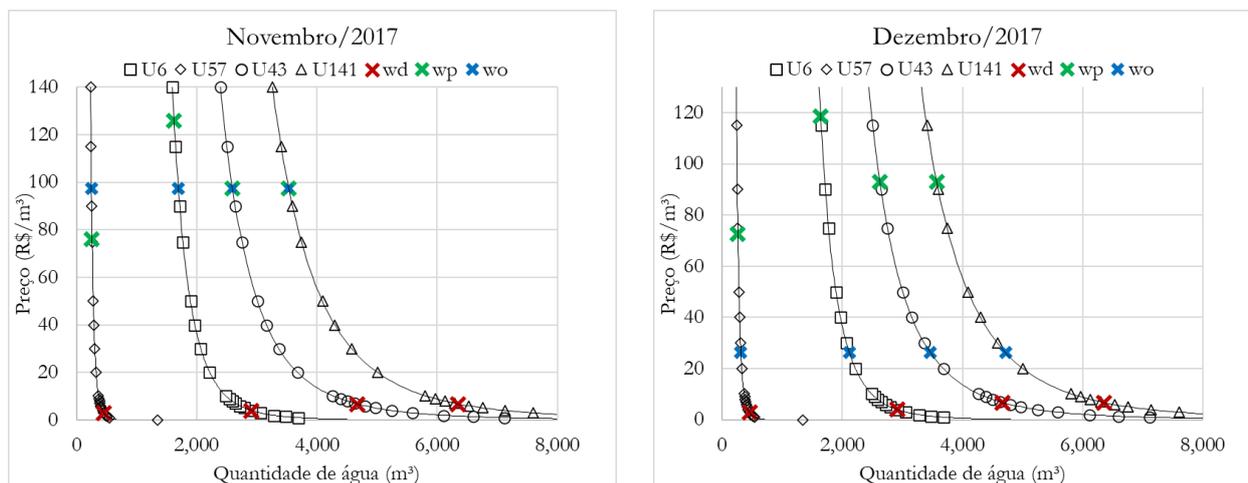


Figura 45: Representação das alocações proporcionais (wp) e eficientes (wo) junto às curvas de demandas dos quatro usuários para os meses de novembro e dezembro de 2017

4.3. FLUXO HÍDRICO FINANCEIRO

A Tabela 23 apresenta os resultados para o conjunto dos 151 usuários, ou seja, para toda a RA Cruzeiro. Não há diferença entre o total de água alocada pelo método proporcional e o eficiente em função de que a quantidade total de água distribuída é a mesma; as diferenças se dão individualmente conforme os padrões de uso dos usuários, conforme apresentado no item anterior. Percebe-se que nos meses em que há disponibilidade hídrica suficiente, as alocações de água entre os usuários são limitadas pela demanda real total dessa população. Conseqüentemente, por não se estar restringindo o acesso à água, o custo da escassez, ou seja, o prejuízo associado pela falta de água para atender certos usos, é nulo. Já nos meses seguintes, o custo da escassez aparece em função do racionamento, seja pelo método tradicional de rateio proporcional, seja pela alocação alternativa economicamente eficiente. A diferença entre os dois tipos é que a alternativa aqui proposta considera uma alocação de água de forma a minimizar o custo da escassez total entre os usuários; ou seja, esse rateio de água é aquele que reproduz o menor prejuízo associado.

A diferença entre o custo da escassez proporcional e o custo da escassez eficiente é o ganho econômico do SNAP, o que representa uma diminuição do custo da escassez em R\$ 911.250 por ano, sendo um ganho médio por pessoa de R\$ 11.

Tabela 23: Custo da escassez

Mês	Disponibilidade hídrica [m³/mês]	Alocação proporcional [m³/mês]	Alocação eficiente [m³/mês]	Custo da escassez proporcional [R\$/mês]	Custo da escassez eficiente [R\$/mês]
janeiro, 2017	419.827	396.156	396.156	0	0
fevereiro, 2017	397.543	396.156	396.156	0	0
março, 2017	463.503	396.156	396.156	0	0
abril, 2017	509.061	396.156	396.156	0	0
maio, 2017	532.731	396.156	396.156	0	0
junho, 2017	522.431	396.156	396.156	0	0
julho, 2017	482.518	396.156	396.156	0	0
agosto, 2017	431.513	396.156	396.156	0	0
setembro, 2017	358.620	358.620	358.620	264.006	245.367
outubro, 2017	286.916	286.916	286.916	1.435.738	1.363.826
novembro, 2017	220.461	220.461	220.461	5.293.934	4.869.579
dezembro, 2017	222.739	222.739	222.739	5.049.788	4.653.444

Em um sistema de abastecimento com usuários, rendas e padrões de consumo diferentes, a solução de mínimo custo da escassez invariavelmente envolve alguns usuários utilizando mais água do que outros, especialmente aqueles com maior disponibilidade a pagar. Em se tratando de um recurso

como a água, soluções desse tipo não são socialmente justas. Entretanto, a solução de menor custo da escassez implica não apenas realocação da água, mas também um aumento no excedente do consumidor, que pode ser utilizado para compensar economicamente os usuários que decidirem utilizar menos água. Destaca-se aqui que as quantidades de água realocadas contemplam apenas uma pequena fração da quantidade total de água demandada, estando associadas aos usos de comodidade e conveniência, e não aos usos essenciais, como veremos adiante.

As contrapartidas das CHR são uma das alternativas que o SNAP propõe para tornar a alocação economicamente eficiente em um sistema mais justo; ou seja, um usuário que decidir reduzir o seu consumo perante os demais, seria recompensado por aqueles que decidirem manter ou aumentar o consumo. Inicialmente a alocação de água de cada usuário considera a disponibilidade hídrica e as características da curva de demanda, a realocação também considera a diferença entre um rateio da água pelo método tradicional (alocação proporcional) e o economicamente eficiente.

O usuário para o qual a realocação *w_o* (economicamente eficiente) resulta em incremento de água se comparado com a realocação proporcional (*w_p*) é considerado um potencial pagador (ao exercer a opção de utilizar o incremento alocado deverá pagar pelo mesmo). Por outro lado, aquele para o qual a realocação *w_o* (economicamente eficiente) resulta em redução de água se comparado com a realocação proporcional (*w_p*) é considerado um potencial recebedor (ao exercer a opção de utilizar menos água deverá receber pela mesma).

Como a decisão é livre do usuário, ainda é possível que não haja acordo ou viabilidade de se implementar uma alocação alternativa à tradicional, e nesse caso, é aplicado o rateio proporcional entre todos usuários. Esta etapa classifica os usuários entre potenciais pagadores (*Pot* = -1, pois pagam pela alocação adicional), potenciais recebedores (*Pot* = 1, pois recebem pela alocação reduzida) e em potencial nulo de trocas (*Pot* = 0). Cabe destacar que qualquer usuário pode decidir utilizar mais água, independente da sua renda, e o valor pago varia conforme o valor marginal da mesma que é igual a todos os usuários (até um certo limite de disponibilidade, a partir do qual há multas).

Tabela 24: Classificação dos quatro usuários quanto ao potencial de transferência

Pot	U6	U43	U57	U141
janeiro, 2017	0	0	0	0
fevereiro, 2017	0	0	0	0
março, 2017	0	0	0	0
abril, 2017	0	0	0	0
maio, 2017	0	0	0	0
junho, 2017	0	0	0	0
julho, 2017	0	0	0	0
agosto, 2017	0	0	0	0
setembro, 2017	1	-1	1	-1
outubro, 2017	-1	-1	1	-1
novembro, 2017	-1	1	1	1
dezembro, 2017	-1	-1	1	-1

Com isso, parte-se do pressuposto que em um momento de escassez, minimamente o racionamento proporcional terá de ser implementado (tradicionalmente como já é feito em diversas regiões), mas facultar-se ao usuário aderir a uma alocação alternativa economicamente eficiente, na qual caso ele receba mais água, deverá pagar a mais por isso adquirindo Cotas Hídricas Realocáveis, enquanto aquele que receber a menos, poderá ceder as suas Cotas Hídricas Realocáveis, recebendo uma compensação financeira por essa economia adicional (que pode ser entendida como um bônus pela economia realizada). As Cotas Hídricas Realocáveis (CHR) são a diferença entre os dois métodos de alocação e representam as quantidades de água que podem ser realocadas entre os usuários; uma vez que irão existir usuários dispostos a diminuir o seu consumo interessados no bônus (gerando um excedente de CHR – daí os valores positivos), do outro lado, existirão usuários com interesse em pagar para manter ou aumentar o uso, utilizando as CHR (valores negativos). A quantidade de água associada às CHR é definida pelo operador ou órgão regulador, e não pelos usuários.

Tabela 25: Cotas Hídricas Realocáveis para os quatro usuários

CHR [m ³ /mês]	U6	U43	U57	U141
setembro, 2017	84	-191	36	-260
outubro, 2017	-6	-84	18	-114
novembro, 2017	-73	0,1	3	0,1
dezembro, 2017	-71	-2	4	-3

Valores positivos indicam cotas hídricas consumidas

Valores negativos indicam cota hídricas produzidas no sistema

As compensações financeiras (Bônus pela economia) do SNAP são realizadas através da valorização das CHR. Partindo-se do pressuposto de dar ao usuário uma indicação de real valor da água, intrinsecamente relacionado ao nível de escassez hídrica ao minimizarmos o custo da escassez para gerar a alocação de água economicamente eficiente. As compensações são calculadas a partir dos multiplicadores de Lagrange das restrições de disponibilidade de água do modelo de otimização, e refletem a informação de quanto o sistema está deixando de ganhar devido às restrições impostas. No caso do SNAP, o multiplicador de Lagrange é traduzido como o custo de oportunidade (ou custo marginal) da água, ou seja, qual o benefício econômico que os usuários ganhariam para cada unidade de água a mais que se disponibilizasse em termos de disponibilidade hídrica. Em resumo, esse custo da oportunidade pode ser compreendido como o valor da água em cada mês. Nos meses em que há disponibilidade hídrica suficiente para atender todos os usos, o custo de oportunidade é nulo, uma vez que já estão sendo satisfeitas todas as necessidades hídricas dos usuários; já quando há escassez hídrica, o custo de oportunidade aparece, conforme a Tabela 26.

Tabela 26: Multiplicador de Lagrange, representando o valor marginal da água para cada mês

Mês	Multiplicador de Lagrange (λ) [R\$/m ³]
setembro, 2017	9
outubro, 2017	26
novembro, 2017	97
dezembro, 2017	92

Adicionalmente aos valores realocáveis entre os usuários, deve-se prover também ao usuário a informação de outros encargos hídricos. São abordados, portanto, a tarifa de saneamento, cobrança pela gestão de recursos hídricos, multas por consumo excessivo e tarifa de contingência.

Os valores para manutenção e operação dos sistemas de saneamento são proporcionais à tarifa de água praticada pela CAESB, dependente do volume de água consumido. Já os valores pela gestão dos recursos hídricos são compreendidos em dois momentos: quanto há disponibilidade hídrica é proporcional à cobrança pelo uso da água; já durante um período de escassez, é proporcional às CHR efetivadas pelos usuários. Os valores de multas por consumo excessivo aparecem quando um usuário consumiu a mais do que a sua demanda real ou ainda fora dos limites impostos pelas alocações de água (seja tradicional ou alternativa) durante períodos de racionamento. A tarifa de contingência foi definida pela ADASA como uma cobrança adicional nos períodos de crise hídrica, a qual imputa uma cobrança adicional de 40% do valor da tarifa de saneamento, existindo a possibilidade de bônus-desconto quando for identificado uma redução do consumo em relação ao mês anterior.

Como visto, todo o fluxo financeiro depende do consumo do usuário mês a mês, o que é dependente das diferentes escolhas que podem ser feitas. Devido à complexidade que é simular uma previsão de decisão de um usuário do meio urbano, os resultados apresentados na sequência apresentam um comparativo entre duas possibilidades: escolher consumir conforme o racionamento tradicional (alocação proporcional) e o racionamento eficiente (alocação economicamente eficiente).

4.4. RESULTADOS POR TIPO DE RACIONAMENTO E USUÁRIOS

Com a efetivação do consumo, as Cotas Hídricas Realocáveis são reavaliadas em termos das quantidades de água utilizadas pelos usuários, ou seja, fornece a indicação do saldo de CHRs após o

consumo, sendo então reavaliado por meio dos Créditos de Cotas Hídricas (CCHs). As arrecadações que envolvem valores de ressarcimento pela gestão (tarifa de gestão) do modelo proposto variam conforme relação de atendimento da demanda total. Para os meses em que a disponibilidade é superior à demanda ($Pot = 0$), essa taxa de gestão é proporcional a um índice 'k' a ser definido⁹ pelo órgão gestor conforme a intenção de arrecadação e deve ser paga por todos os usuários. Já quando existe possibilidade de pagamentos e recebimentos ($Pot = 1$ e -1), a tarifa de gestão é integralmente utilizada para transferência entre os usuários para efetivação das trocas; nesse caso o valor do metro cúbico de água é definido pelo custo marginal da água no mês. Quando não há acordo entre os usuários, a tarifa de gestão não é praticada, pois entende-se que o sistema não foi efetivo em apresentar alternativas favoráveis aos usuários (pois nesse caso é aplicado o racionamento tradicional).

Os valores referentes ao saneamento (tarifa de saneamento) devem ser pagos por todos usuários, todos os meses e são proporcionais ao consumo efetivo. O valor do metro cúbico de água é definido pela concessionária de abastecimento.

As multas estão previstas para quando o consumo é maior do que a alocação definida para o usuário no mês e é relativa ao excesso de consumo. O valor do metro cúbico varia conforme a escassez da água e calculado a partir do seu valor marginal. Portanto, consumir excessivamente em períodos de menor disponibilidade irá gerar uma multa maior do que se esse mesmo consumo ocorresse em um período de alta disponibilidade.

A tarifa de contingência pode ser acionada quando a garantia do abastecimento público pode ser comprometida quando a situação de criticidade hídrica entra em estado de alerta. É realizada então uma cobrança adicional de 40% sobre a fatura de água (tarifa de contingência 1), sendo que existe ainda a possibilidade de desconto de 20% sobre a economia de água realizada em relação ao mês anterior (tarifa de contingência 2).

A seguir são apresentados os resultados para a RA Cruzeiro (Tabela 27) e para cada um dos quatro usuários (tabelas seguintes), conforme a alocação tradicional (rateio proporcional) e a alternativa (economicamente eficiente), em termos do consumo conforme a alocação, as respectivas CCH geradas, e as tarifas de gestão, saneamento e contingência. Não serão apresentadas as multas geradas em função dos testes aqui apresentados serem para consumos dentro dos limites estabelecidos das duas possibilidades de racionamento. Os valores negativos de arrecadação indicam os valores a pagar pelos usuários.

Uma vez que o SNAP possibilita a realocação de água de uma forma alternativa entre os usuários, as quantidades totais disponíveis são iguais à disponibilidade hídrica do período, e, portanto, não são "inseridas" quantidades adicionais de água a mais no sistema. Desta forma, o consumo total entre os usuários nas duas alocações é o mesmo. O total de cotas hídricas acumuladas no período é nulo tendo em vista que todas as CCHs são realocadas entre os usuários; isso resulta em que a tarifa de gestão aplicada para os dois tipos de racionamento também resulte na mesma arrecadação. Já a tarifa de saneamento tem um incremento de arrecadação pois o SNAP possibilita que usuários com maior disponibilidade a pagar (e consequentemente maior tarifa de saneamento) utilizem mais água; da mesma forma ocorre com o aumento da arrecadação total da tarifa de contingência. Tal aspecto é importante, pois contribui para a capacidade de investimento da companhia na melhoria do sistema a médio e longo prazo, o que vai beneficiar todos os usuários de modo geral, especialmente aqueles de menor renda, que tem menos opções em períodos de crise. Silva e Samora (2019) corroboram o efeito desproporcional de uma crise hídrica entre a população, destacando que a população periférica aparentemente arcou com as maiores consequências da crise hídrica no município de Campinas, SP.

⁹ Para esta pesquisa, foi utilizado o valor de 'k' como R\$0,01/m³ que tem origem em diversos modelos de cobrança pelo uso da água já em efeito no Brasil. Outros valores podem ser utilizados, porém uma análise da cobrança pelo uso da água encontra-se fora do escopo do presente trabalho.

Tabela 27: Comparação dos resultados totais anuais para as alocações de água proporcional e economicamente eficiente

	Consumo	CCH	Tarifa gestão	Tarifa saneamento	Tarifa contingencial1	Tarifa contingência2
Alocação proporcional	4.257.986	0	-R\$31.693	-R\$23.182.858	-R\$2.371.076	R\$191.317
Alocação eficiente	4.257.986	0	-R\$31.693	-R\$23.242.452	-R\$2.394.914	R\$188.984

A parcela da tarifa de contingência referente aos bônus-desconto aos usuários diminui justamente em função de que usuários optaram por consumir a mais. Esse cenário alternativo apresentado pelo SNAP aumenta a arrecadação em R\$85.765 anuais, aumentando a tarifa total média de R\$5,96/m³ para R\$5,98/m³, o que gera uma diferença anual total média de R\$1 por habitante.

Para o usuário U6, o SNAP apresenta uma possibilidade de uso adicional de 65 m³ anuais ao optar pela alocação eficiente, o que representa 0,24 litros por dia para cada pessoa habitando no Setor Censitário 530010805170006. Com isso, há um aumento de todos os valores a serem pagos pelo usuário caso o consumo siga essa realocação, em especial da tarifa de gestão, a qual representa a compensação financeira que o usuário deve pagar para utilizar essas cotas hídricas adicionais. A diferença de valores pagos por U6 seria de R\$13.488, ou seja, R\$17,96 por ano por pessoa, resultando em uma variação da tarifa média total de R\$4,39/m³ para R\$4,81/m³.

Tabela 28: Resultados para o usuário U6 para a alocação proporcional

U6	Consumo	CCH	Tarifa gestão	Tarifa saneamento	Tarifa contingencial1	Tarifa contingência2
janeiro, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
fevereiro, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
março, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
abril, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
maio, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
junho, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
julho, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
agosto, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
setembro, 2017	2.639	0	R\$0	-R\$10.581	-R\$4.232	R\$222
outubro, 2017	2.111	0	R\$0	-R\$8.465	-R\$3.386	R\$423
novembro, 2017	1.622	0	R\$0	-R\$6.505	-R\$2.602	R\$392
dezembro, 2017	1.639	0	R\$0	-R\$6.572	-R\$2.629	R\$0
Total anual	31.330	0	-R\$233	-R\$125.631	-R\$12.849	R\$1.037

Tabela 29: Resultados para o usuário U6 para a alocação eficiente

U6	Consumo	CCH	Tarifa gestão	Tarifa saneamento	Tarifa contingencial1	Tarifa contingência2
janeiro, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
fevereiro, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
março, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
abril, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
maio, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
junho, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
julho, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
agosto, 2017	2.915	0	-R\$29	-R\$11.689	R\$0	R\$0
setembro, 2017	2.554	84,27	R\$735	-R\$10.243	-R\$4.097	R\$289
outubro, 2017	2.117	-6,14	-R\$161	-R\$8.490	-R\$3.396	R\$351
novembro, 2017	1.695	-72,79	-R\$7.085	-R\$6.797	-R\$2.719	R\$339
dezembro, 2017	1.710	-70,83	-R\$6.551	-R\$6.856	-R\$2.742	R\$0
Total anual	31.395	-65	-R\$13.295	-R\$125.894	-R\$12.954	R\$978

Para o usuário U43, o SNAP apresenta uma possibilidade de uso adicional de 277 m³ anuais ao optar pela alocação eficiente, o que representa 0,88 litros por dia para cada pessoa habitando no Setor Censitário 530010805170043. Com isso, há um aumento de todos os valores a serem pagos pelo usuário caso o consumo siga essa realocação, em especial da tarifa de gestão, a qual representa a compensação financeira que o usuário deve pagar para utilizar essas cotas hídricas adicionais. A diferença de valores pagos por U43 seria de R\$6.718, ou seja, R\$7,79 por ano por pessoa, resultando em uma variação da tarifa média total de R\$7,42/m³ para R\$7,52/m³.

Tabela 30: Resultados para o usuário U43 para a alocação proporcional

U43	Consumo	CCH	Tarifa gestão	Tarifa saneamento	Tarifa contingência	Tarifa contingência2
janeiro, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
fevereiro, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
março, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
abril, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
maio, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
junho, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
julho, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
agosto, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
setembro, 2017	4.228	0	R\$0	-R\$28.665	-R\$11.466	R\$600
outubro, 2017	3.382	0	R\$0	-R\$22.933	-R\$9.173	R\$1.146
novembro, 2017	2.599	0	R\$0	-R\$17.622	-R\$7.049	R\$1.062
dezembro, 2017	2.626	0	R\$0	-R\$17.804	-R\$7.121	R\$0
Total anual	50.198		-R\$374	-R\$340.342	-R\$34.809	R\$2.809

Tabela 31: Resultados para o usuário U43 para a alocação eficiente

U43	Consumo	CCH	Tarifa gestão	Tarifa saneamento	Tarifa contingência1	Tarifa contingência2
janeiro, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
fevereiro, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
março, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
abril, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
maio, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
junho, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
julho, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
agosto, 2017	4.670	0	-R\$47	-R\$31.665	R\$0	R\$0
setembro, 2017	4.419	-191,32	-R\$1.668	-R\$29.962	-R\$11.985	R\$341
outubro, 2017	3.466	-83,58	-R\$2.198	-R\$23.500	-R\$9.400	R\$1.292
novembro, 2017	2.599	0,09	R\$8	-R\$17.621	-R\$7.048	R\$1.176
dezembro, 2017	2.628	-2,47	-R\$229	-R\$17.820	-R\$7.128	R\$0
Total anual	50.475	-277	-R\$4.460	-R\$342.222	-R\$35.561	R\$2.809

Para o usuário U57, o SNAP apresenta um incentivo a economia adicional de 60 m³ anuais ao optar pela alocação eficiente, o que representa diminuição de 1,62 litros por dia para cada pessoa habitando no Setor Censitário 530010805170057. Com isso, há uma diminuição de todos os valores a serem pagos pelo usuário caso o consumo siga essa realocação, em especial da tarifa de gestão, a qual representa a compensação financeira que o usuário irá receber pela economia das cotas hídricas. A diferença de valores pagos por U57 seria de menos R\$1.708, ou seja, R\$16,75 por ano por pessoa, resultando em uma variação da tarifa média total de R\$3,14/m³ para R\$2,82/m³. Considerando o consumo *per capita* médio de 144 L/dia em U57 (Tabela 20), a redução é de 1,13%. Considerando-se o perfil de consumo de água residencial no Brasil (MAY, 2008) verifica-se que 1,13% é uma redução associada a usos não essenciais.

Tabela 32: Resultados para o usuário U57 para a alocação proporcional

U57	Consumo	CCH	Tarifa gestão	Tarifa saneamento	Tarifa contingência	Tarifa contingência2
janeiro, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
fevereiro, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
março, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
abril, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
maio, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
junho, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
julho, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
agosto, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
setembro, 2017	414	0	R\$0	-R\$1.184	-R\$474	R\$25
outubro, 2017	331	0	R\$0	-R\$948	-R\$379	R\$47
novembro, 2017	255	0	R\$0	-R\$728	-R\$291	R\$44
dezembro, 2017	257	0	R\$0	-R\$736	-R\$294	R\$0
Total anual	4.917	0	-R\$37	-R\$14.062	-R\$1.438	R\$116

Tabela 33: Resultados para o usuário U57 para a alocação eficiente

U57	Consumo	CCH	Tarifa gestão	Tarifa saneamento	Tarifa contingência1	Tarifa contingência2
janeiro, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
fevereiro, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
março, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
abril, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
maio, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
junho, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
julho, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
agosto, 2017	457	0	-R\$5	-R\$1.308	R\$0	R\$0
setembro, 2017	378	35,61	R\$310	-R\$1.082	-R\$433	R\$45
outubro, 2017	314	17,59	R\$463	-R\$897	-R\$359	R\$37
novembro, 2017	251	3,43	R\$334	-R\$718	-R\$287	R\$36
dezembro, 2017	253	3,87	R\$357	-R\$725	-R\$290	R\$0
Total anual	4.856	61	R\$1.428	-R\$13.889	-R\$1.369	R\$118

Para o usuário U141, o SNAP apresenta uma possibilidade de uso adicional de 377 m³ anuais ao optar pela alocação eficiente, o que representa 0,84 litros por dia para cada pessoa habitando no Setor Censitário 530010805170141. Com isso, há um aumento de todos os valores a serem pagos pelo usuário caso consuma conforme esse tipo de racionamento, em especial da tarifa de gestão, a qual representa a compensação financeira que o usuário deve pagar para utilizar essas cotas hídricas adicionais. A diferença de valores pagos por U141 seria de R\$9.140, ou seja, R\$7,47 por ano por pessoa, resultando em uma variação da tarifa média total de R\$7,42/m³ para R\$7,52/m³.

Tabela 34: Resultados para o usuário U141 para a alocação proporcional

U141	Consumo	CCH	Tarifa gestão	Tarifa saneamento	Tarifa contingência	Tarifa contingência2
janeiro, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
fevereiro, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
março, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
abril, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
maio, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
junho, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
julho, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
agosto, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
setembro, 2017	5.752	0	R\$0	-R\$38.998	-R\$15.599	R\$816

outubro, 2017	4.602	0	R\$0	-R\$31.200	-R\$12.480	R\$1.559
novembro, 2017	3.536	0	R\$0	-R\$23.974	-R\$9.589	R\$1.445
dezembro, 2017	3.572	0	R\$0	-R\$24.221	-R\$9.689	R\$0
Total anual	68.293	0	-R\$508	-R\$463.028	-R\$47.357	R\$3.821

Tabela 35: Resultados para o usuário U141 para a alocação proporcional

U141	Consumo	CCH	Tarifa gestão	Tarifa saneamento	Tarifa contingencial1	Tarifa contingencial2
janeiro, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
fevereiro, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
março, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
abril, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
maio, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
junho, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
julho, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
agosto, 2017	6.354	0	-R\$64	-R\$43.079	R\$0	R\$0
setembro, 2017	6.012	-260,29	-R\$2.269	-R\$40.762	-R\$16.305	R\$463
outubro, 2017	4.716	-113,71	-R\$2.990	-R\$31.971	-R\$12.788	R\$1.758
novembro, 2017	3.536	0,12	R\$11	-R\$23.973	-R\$9.589	R\$1.600
dezembro, 2017	3.576	-3,37	-R\$311	-R\$24.244	-R\$9.698	R\$0
Total anual	68.670	-377	-R\$6.068	-R\$465.586	-R\$48.380	R\$3.821

5. LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

A metodologia proposta não envolveu a formulação de um banco “físico” de água (reservatórios, armazenamento subterrâneo, etc.), uma vez que o foco é de proposição do sistema de contabilidade e não de operação propriamente dita de reservatórios de acumulação ou outras estruturas. Contudo, tal operacionalidade pode ser incorporada nos dados de entrada da disponibilidade hídrica ou ainda das liberações de água para a salvaguarda.

Desconsiderou-se ainda, no presente estudo, a hipótese de que em períodos de racionamento a população irá retirar mais água da rede do que o normal, a fim de armazenar para as horas em que a distribuição será interrompida; tal ponderação poderá ser viabilizada futuramente através de um coeficiente de aumento da demanda durante o período de racionamento, conforme estudos específicos do comportamento de consumo dos usuários.

Finalmente, o SNAP foi proposto inicialmente para viabilizar a integração das políticas de precificação da água existentes. Portanto, existem alguns ‘módulos’ do sistema os quais se utilizou a informação disponível em bibliografia ou conforme as bases de dados oficiais com acesso público. Nesse sentido, é possível ainda aprimorar o SNAP com um sistema de previsão das disponibilidades hídricas (que não a curva definida por resoluções da ADASA) e ainda aperfeiçoar as curvas de demanda conforme dados primários específicos do local, de forma a torná-la mais próxima ao consumo real.

6. CONCLUSÕES

O presente estudo buscou um olhar mais abrangente para a forma como lidamos com eventos de escassez hídrica, explorando mecanismos alternativos de alocação da água capazes de sinalizar a escassez e contribuir para maior eficiência econômica na alocação da água durante tais eventos. A ideia central foi ampliar a diversidade dos instrumentos econômicos disponíveis com um sistema de contabilidade hídrica incorporado ao sistema já existente de precificação do serviço de saneamento aos usuários urbanos (água tratada), por meio do modelo SNAP - Sistema de Negociação e Alocação de curto Prazo (ou *Short term Negotiation and Allocation Policy*). O modelo verifica as possibilidades de alocação e realocação de água entre os usuários considerando o comportamento de cada um, sinalizando os custos de oportunidade de água e oferecendo alternativas para que o usuário mude as suas escolhas e decisões sem depender de uma estrutura de fiscalização, uma vez que as estimativas realizadas são pautadas diretamente na conta de água, apontando os consumos e respectivos pagamentos.

Embora tenha sido aplicado no contexto de um serviço de saneamento, o exemplo aqui proposto propõe um olhar para a gestão de recursos hídricos, devendo servir de inspiração e base para a discussão e aprimoramento de cobranças pelo uso da água e outros instrumentos econômicos focados em resultados e capazes de resgatar o fundamento de que a água, enquanto recurso escasso, é dotada de valor econômico. Uma vez que o comportamento do usuário e as decisões tomadas pelo mesmo (que determinam a sua demanda) são também afetadas pelo serviço de saneamento (que disponibiliza água tratada a um determinado preço) entendemos que instrumentos econômicos de gestão podem definir critérios e abordagens úteis para que o serviço de saneamento contribua ainda mais com o objetivo finalístico comum, que é fomentar o uso racional. Do lado do saneamento, tais abordagens podem também contribuir para a racionalização econômica, permitindo a água economizada e realocada reduza a pressão pela expansão dos sistemas, o que traz economia para a empresa prestadora do serviço. Finalmente, mecanismos como o aqui apresentado podem ainda substituir operações de racionamento atuais, que são insensíveis a tais aspectos, afetam diferentes camadas sociais indiscriminadamente, não oferecem qualquer tipo de compensação e ainda afetam financeiramente as companhias de abastecimento.

Os resultados obtidos para a Região Administrativa Cruzeiro, em Brasília-DF, mostraram que ao viabilizar a transação de cotas hídricas entre os usuários, chegou-se a uma alocação de água economicamente mais eficiente (com menor custo de escassez) e com incentivo aqueles com maior potencial pagador em pagar a mais pela água frente um maior consumo, além de também fornecer incentivos financeiros para aqueles que optarem com economizá-la. Uma vez que na metodologia é aplicada a realocação da água disponível, não são gerados déficits hídricos adicionais, mas sim uma redistribuição da água entre aqueles que optam por economizar ou consumir a mais. Com a alteração no consumo entre usuários, mantendo-se a mesma quantidade de água disponível, porém variando o preço, a realocação pode evitar perdas de arrecadação para a companhia de abastecimento, o que é comum em situações de racionamento. Os resultados apontaram que, em média, para cada R\$ 1/habitante cobrado a mais por ano em função das tarifas praticadas para esta realocação de água, o custo da escassez reduz anualmente em cerca de R\$11/habitante.

O desenvolvimento e aplicação na área urbana estudo de caso do SNAP permitiu uma série de conclusões e aprendizados, destacados a seguir:

1. Apesar da relativa complexidade metodológica, os conceitos de eficiência econômica vindos da gestão de recursos hídricos (alocação de água bruta) podem ser incorporados a sistemas de saneamento para fomentar a realocação de forma prática e viável, gerando oportunidade de se adaptar novos mecanismos de alocação de água aos sistemas de abastecimento em áreas urbanas;
2. Ao reunir conceitos e metodologias tradicionalmente utilizadas para alocação de água bruta, o SNAP se mostrou uma ferramenta com potencial de operacionalizar esse tipo de instrumento econômico para sistemas de racionamento e realocação de água tratada;

3. O valor marginal da água estimado mês a mês conforme a disponibilidade hídrica e sistema de alocação sinaliza o valor da água de forma mais direta ao usuário e, uma vez que as Cotas Hídricas Realocáveis são proporcionais ao valor marginal, é mais sensível ao usuário perceber os períodos em que a água está mais escassa em função dos altos valores a poderem ser transacionados;
4. Alternativas de salvaguarda hídrica vem sendo estudadas e aqui propomos uma forma de sistematizar os possíveis ganhos em termos de eficiência de alocação de água e de ganhos econômicos. Com isso, o fato de se induzir uma redução antecipada no atendimento em meses com disponibilidade hídrica excedente, para possibilitar uma entrega adicional de água nos meses de escassez fez com que o custo da escassez diminuísse em mais de 50%;
5. Um sistema de realocação de água com base na eficiência econômica produz ganhos para o aumento dos benefícios auferidos pelos usuários tanto na utilidade da água adicionalmente viabilizada quanto nas contrapartidas financeiras; além disso, permite a possibilidade de alocação de uma pequena parte da água disponível a usuários com maior disponibilidade a pagar, contribuindo para evitar perdas na arrecadação, refletindo positivamente no balanço financeiro da companhia de abastecimento;
6. O sistema de contrapartidas hídricas e financeiras traz ganhos em relação aos atuais sistemas de racionamento e bônus-desconto. Além de apresentar uma realocação mais eficiente economicamente das quantidades hídricas disponíveis, possibilita incentivo financeiro para usuários que reduzirem seu consumo em comparação a valores estabelecidos mês a mês conforme os padrões de consumo e valor marginal da água. Com isso, a relação de consumo não é exclusivamente em relação à uma média de consumo anterior ao período de crise hídrica, o que muitas vezes torna o sistema de bônus inatingível para usuários de classes socioeconômicas inferiores;
7. O custo da escassez é comunicado de uma forma mais direta ao usuário, não determinando um preço fixo, nova tarifa ou taxa a ser paga pelo volume consumido, mas sim atribuindo à água o seu valor marginal proporcional ao déficit hídrico naquele período. No caso do consumo excessivo, o usuário poderá associar maiores valores cobrados na sua conta de água nos períodos em que medidas de adaptação do consumo são mais necessárias. Pelo sistema de contrapartidas, no momento em que o usuário decidir por uma estratégia de consumo que mais o beneficie (seja consumindo mais água e pagando por isso, ou reduzindo seu consumo e tendo retorno financeiro), os custos das externalidades dessa decisão são internalizados pelos usuários;
8. Apesar de o estudo não trazer propriamente um formato de aplicação do instrumento cobrança pelo uso da água, o sistema elaborado e os resultados apresentados permitem que sejam propostas alternativas aos modelos de cobrança já existentes. Dessa forma, o SNAP pode ser expandido para incorporar outros tipos de usuários de grupos diferentes, como irrigantes e saneamento, ampliando o leque de aplicações do modelo. O sistema também pode ser aprimorado para considerar não apenas as transações entre um mesmo grupo, mas de forma a realocar outorgas pelo uso da água emitidas a diferentes usuários, inclusive utilizando os créditos de cotas hídricas para essa realocação negociada da água;
9. Uma vez que não estão sendo transacionadas ou racionadas as parcelas de água tida como “essencial à vida”, o SNAP trabalha com aqueles usos de menor valor ao usuário e que podem ainda ser realocados. Tal realocação proposta está em um nicho de usuários que não escolhe qual fonte de água utilizar, sendo essa última uma decisão tomada no âmbito do planejamento do serviço de abastecimento, que envolve a solicitação de outorgas, construção e operação de infraestrutura e até estratégias existentes de alocação negociada. Ao usuário urbano final, resta acatar a decisões de racionamento ou de aplicação de tarifas de contingência de forma compulsória. Dessa forma, o SNAP não contesta tais instrumentos que muitas vezes são

necessários em função da criticidade hídrica, mas traz alternativas dentro de estratégias de restrições apresentadas;

10. O sistema de contabilidade hídrica e econômica do SNAP contribui para operacionalizar soluções e instrumentos de realocação da água, ampliando o escopo da própria cobrança pelo uso da água bruta, que poderia variar os valores cobrados seguindo uma lógica de compensação como aquela aqui proposta. É uma forma de alcançar os objetivos que instrumentos como mercados de água e cessão onerosa do direito de uso se propõe, sem, contudo, instituir formalmente estes instrumentos.

Finalmente, uma inovação do presente trabalho foi desenvolver a metodologia com enfoque em usuários da área urbana uma vez que já existem diversas iniciativas para valoração da água em outros usos, como o industrial e agrícola, tendo em vista que nestes a precificação da água como um insumo é mais tangível através da valoração dos respectivos produtos. Ainda, percebe-se uma crescente preocupação acerca do aprimoramento dos instrumentos para tornar os sistemas de abastecimento menos vulneráveis e economicamente eficientes. Tais ganhos em eficiência são essenciais para permitir que mais usuários sejam atendidos no futuro com os mesmos (ou menos) recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- ABEP. **Critério de Classificação Econômica Brasil**. [S.l.]. 2010.
- ADASA. **Nota Técnica nº 032/2016-SEF/ADASA**. Superintendência de Estudos Econômicos e Fiscalização Financeira. Brasília. 2016.
- ADASA. **RESOLUÇÃO Nº 13, DE 15 DE AGOSTO DE 2016**. Brasília. 2016.
- ADASA. **Resolução nº 17 de 07 de Outubro de 2016**. Brasília. 2016.
- ADASA. **RESOLUÇÃO Nº. 20 DE 07 DE NOVEMBRO DE 2016**. Brasília. 2016.
- ADASA. **RESOLUÇÃO Nº 08, DE 15 DE MAIO DE 2017**. Brasília. 2017.
- ADASA. **Presação de contas: tarifa de contingência**. [S.l.]. 2018.
- ADASA. ADASA COMEÇA A DIVULGAR BOLETIM MENSAL DE CONSUMO DE ÁGUA NO DF, 29 Agosto 2019. Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br/area-de-imprensa/noticias/1568-adasa-comeca-a-divulgar-mensalmente-boletim-de-consumo-de-agua-no-df>>. Acesso em: 1 Maio 2021.
- ADASA. **RELATÓRIO DE FISCALIZAÇÃO RF/COFA/008/2020**. [S.l.]. 2020.
- ADASA. Boletim de Consumo Mensal de Água no DF, Fevereiro 2021. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/abastecimento_agua_esgotamento_sanitario/Boletim_resumo/Painel_BOLETIM_RESUMO_Fevereiro_2021.pdf>. Acesso em: 1 Maio 2021.
- AGUIAR, A. M. D. S. **Política Alternativa ao Corte de Água de Usuários Inadimplentes com Emprego de Hidrômetro Controlador de Volume**. [S.l.]. 2019.
- ANA. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água**. Brasília. 2010.
- ANA. Resolução nº46/2020. **Agência Nacional de Águas**, 26 Outubro 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/alocacao-de-agua-e-marcos-regulatorios/00462020_Ato_Normativo_26102020_20201028082814.pdf>. Acesso em: 10 Abril 2021.
- ANA. Programa Produtor de Água, s/d. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua/projetos-1>>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- ANDRADE, T. A. et al. Saneamento urbano: a demanda residencial por água. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 25, n. 3, p. 427-448, 1995.
- ANDRÉ, D. D. M.; CARVALHO, J. R. **Spatial Determinants of Urban Residential Water Dem and in Fortaleza, Brazil**. Fortaleza. 2013.
- ANEEL. Bandeiras Tarifárias. **Site da ANEEL**, 17 Abril 2020. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>>.
- ARAUJO, S. Taxa de contingência de água será suspensa a partir de 1º de junho. **Agência Brasília**, 15 Maio 2017. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/05/15/taxa-de-contingencia-de-agua-sera-suspensa-a-partir-de-1o-de-junho/>>. Acesso em: 1 Maio 2021.
- ARCE. **Resolução ARCE Nº 201 DE 19/11/2015**. Fortaleza. 2015.
- ARSAE. **Relatório Técnico CRE 02/2020**. [S.l.]. 2020.
- ARSESP. **Arsesp divulga nova tarifa da Sabesp**. São Paulo. 2015.
- ARSESP. **Deliberação ARSESP Nº 545 DE 07/01/2015**. São Paulo. 2015.
- ARSESP. **Deliberação ARSESP Nº 640, de 30-03-2016**. São Paulo. 2016.

ARSESP. **COMUNICADO ARSESP**. São Paulo. 2018.

AUD. Regulamento. **Associação dos Usuários do Perímetros de Irrigação do Arroio Duro**, 23 Maio 1991. Disponível em: <<http://aud.org.br/p.php?id=22&Regulamento>>. Acesso em: 10 Abril 2021.

B. O. R. **Colorado-Big Thompson**. Colorado. 1996.

BAERENKLAU, K. A.; SCHWABE, K. A.; DINAR, A. Do Increasing Block Rate Water Budgets Reduce Residential Water Demand? A Case Study in Southern California. **Water Science and Policy Center**, Riverside, p. 22, 2013.

BAETA, J.; PEDROSA, A. P. O Tempo, 21 Outubro 2014. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/cidades/bh-formata-lei-para-punir-quem-usar-agua-para-varrer-calcada-1.935343>>. Acesso em: 14 Agosto 2019.

BANCO MUNDIAL. **Dialogos para o aperfeiçoamento da Política e do Sistema de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, p. 279. 2018.

BARRETO, C. DF Águas Claras, 17 Janeiro 2017. Disponível em: <<https://www.dfaguasclaras.com.br/crise-hidrica-faz-preco-da-caixa-dagua-disparar/>>. Acesso em: 14 Agosto 2019.

BARROS, A. C. Notícia R7, 20 Fevereiro 2015. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/economia/o-mercado-milionario-da-falta-dagua-veja-quem-ganha-com-a-crise-hidrica-20022015>>. Acesso em: 14 Agosto 2019.

BONDUKI, N. Governo de SP quer punir os cidadãos se eles economizarem água, 06 mar. 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/colunas/nabil-bonduki/2018/03/governo-de-sp-quer-punir-os-cidadaos-se-eles-economizarem-agua.shtml>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

BORGES, A. EDP e Eneva vão à justiça contra cobrança de taxa emergencial por seca, Brasília, 13 Janeiro 2017. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,edp-e-eneva-vaio-a-justica-contr-a-cobranca-de-taxa-emergencial-por-seca,10000099833>>. Acesso em: 1 Maio 2021.

BORGES, A. Usinas térmicas do Ceará custam R\$ 81 milhões na conta de luz. **Estadão**, 11 Abril 2018. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,usinas-termicas-do-ceara-custam-r-81-milhoes-na-conta-de-luz,70002263296>>. Acesso em: 5 Maio 2021.

BOWER, B. T.; HUFSCHEMIDT, M. M.; REEDY, W. W. Operating procedures: their role in the design of water-resource systems by simulation analyses. **Design of Water Resource Systems**, Cambridge, p. p. 443- 458, 1962.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de jan. 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**, Brasília, DF, Jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 9.433, DE 8 de janeiro de 1997. Brasília: [s.n.], 1997.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília, p. 183. 2019.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017**. Brasília, p. 226. 2019.

CAESB. Tarifas e preços. **CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal**, 2016. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/images/Tarifas/Tabela-01junho2016-a-31maio2017.pdf>>. Acesso em: 1 Maio 2021.

- CAESB. Histórico: Tarifa de Contingência. **CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal.** Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/agua/crise-hidrica-historico/tarifa-de-contingencia.html>>. Acesso em: 16 out. 2021.
- CAGECE. Tarifa de Contingência. **Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece.** Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/produtos-e-servicos/precos-e-prazos/estrutura-tarifaria/tarifa-de-contingencia/>>. Acesso em: 1 Maio 2021.
- CAP. CAP - Central Arizona Project, 2016. Disponível em: <www.cap-az.com>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- CAP. **White Paper - Understanding the CAP Repayment Obligation.** [S.l.].
- CARDIM, N. Metrôpoles, 11 Setembro 2017. Disponível em: <<https://www.metrolopes.com/distrito-federal/meio-ambiente/acionamento-de-agua-atinge-sudoeste-e-cruzeiro-novo-nesta-2a?amp>>. Acesso em: 13 Julho 2021.
- CARDOSO, T. Agricultores são contra cobrança pelo uso da água. **Assembleia Legislativa do Espírito Santo**, 27 Março 2018. Disponível em: <<https://www.al.es.gov.br/Noticia/2018/03/34516/agricultores-sao-contra-cobranca-pelo-uso-da-agua.html>>. Acesso em: 5 Junho 2021.
- CARLOS, É. ESCASSEZ HÍDRICA AINDA É UMA AMEAÇA EM REGIÕES METROPOLITANAS. **Instituto Trata Brasil**, Agosto 2018. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/escassez-hidrica-regioes-metropolitana>>. Acesso em: 16 Outubro 2021.
- CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. S. O instrumento de cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas - uma análise dos estudos no Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, p. 604-628, 2000.
- CASTILHO, J. H. M. **A Governança da Água no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba.** Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil e Ambiental(EECA), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Goiânia, p. 149. 2019.
- CEARÁ. **Ato Declaratório nº 01/2015/SRH.** Fortaleza, p. 91. 2015.
- CEARÁ. **Decreto Nº 32305 DE 11/08/2017.** Fortaleza. 2017.
- CODEPLAN. **Análise do consumo de água tratada no período de racionamento no Distrito Federal.** Brasília. 2018.
- CODEPLAN. **Pesquisa Distrital por amostra de domicílio: Cruzeiro.** Brasília. 2018.
- CRASE, L. . P. N. . C. B. Water Pricing in Australia: Unbundled Politics, Accounting, and Water Pricing. In: DINAR A., P. V. . A.-M. J. **Water Pricing Experiences and Innovations. Global Issues in Water Policy.** [S.l.]: Springer, 2015.
- CRH. Resolução CRH nº 374/2020. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, 25 Novembro 2020. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202012/01155351-resolucao-crh-n-374-2020-estabelece-criterios-de-operacao-dos-sistemas-de-bombeamento-de-agua-para-irrigacao-na-bacia-do-rio-dos-sinos-safra-2020-2021.pdf>>. Acesso em: 10 abril 2021.
- CRUZ, M. M. Copasa suspende serviço de 650 mil consumidores em tempos de coronavírus, 18 Abril 2020. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/04/18/interna_gerais,1139828/copasa-suspende-servico-de-650-mil-consumidores-em-tempos-de-coronavir.shtml>. Acesso em: 1 Maio 2021.
- DA MOTTA, R. S. **Padrão de consumo, distribuição de renda e o meio ambiente no Brasil.** Rio de Janeiro. 2002.

- DALCIN, A. P.; MARQUES, G. F. Coordination of sanitation investment decisions with broader water resources management. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 24, p. 14, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/62686>>.
- DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; LIBÂNIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. **Eng. Sanit. Ambient.**, jun 2010. 155-166.
- DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 4.341 de 22/06/2009**. Brasília. 2009.
- DISTRITO FEDERAL. **Plano Distrital de Saneamento Básico**. Brasília. 2017.
- DISTRITO FEDERAL. **Gestão da crise hídrica 2016-2018: experiências do Distrito Federal**. Brasília, p. 328. 2018. Editado por Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, Glauco Kimura de Freitas, Marcelo Antônio Teixeira Pinto e Paulo Sérgio Bretas de Almeida Salles.
- DOMPER, M. L. Chile: A Dynamic Water Market. **Libertad y Desarrollo**, Santiago, 2009. Disponível em: <<https://fcpp.org/pdf/09-03-23-Chile.pdf>>. Acesso em: 14 Outubro 2017.
- DONOSO, G. Water Pricing in Chile. In: _____ **Water Pricing Experiences and Innovations**. [S.l.]: [s.n.], 2015. Cap. 5, p. 83-96.
- ECHEVENGUÁ, A. C. Cobrança pelo uso da água, 5 abril 2005. Disponível em: <<http://www.mabnacional.org.br/artigo/cobran-pelo-uso-da-agua>>. Acesso em: 6 julho 2016.
- E-CIDADANIA. Consulta Pública. **Consulta Pública à PSL 495/2017**, 10 Abril 2021. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/ecidadania/visualizacaomateria?id=131906>>. Acesso em: 10 Abril 2021.
- FÉRRER, E. Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania. **Parecer sobre o Projeto de Lei do Senado**, 80 Agosto 2019. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7987635&ts=1593908924154&disposition=inline>>. Acesso em: 10 Abril 2021.
- FINKLER, N. R. et al. Cobrança pelo uso da água no Brasil: uma revisão metodológica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 33, abril 2015. 33-49.
- FUENTES, A. Policies Towards a Sustainable Use of Water in Spain. **OECD Economics Department Working Papers**, 2011.
- GOMES, R. Meta de consumo 'impossível' cria temor de multa da Sabesp. **Rede Brasil Atual**, 12 Maio 2014. Disponível em: <<https://www.redebrasilatual.com.br/cidadania/2014/05/consumidora-tem-meta-de-consumo-de-agua-impossivel-e-agora-teme-ser-multada-pela-sabesp-4481/>>. Acesso em: 16 Outubro 2021.
- GÓMEZ-LIMÓN, J. A.; LEYVA, J. C. Los mercados de agua en España: presente y perspectivas. **Serie Economía**, Barcelona, n. 26, 2016. ISSN ISNB.
- GRIFFIN, R. C. **Water Resource Economics**. London: The MIT Press, 2006.
- GRIFFIN, R. C. **Water resource economics: the analysis of scarcity, policies, and projects**. London: MIT Press, 2006.
- GVCES. **Estudo de Aplicação de Instrumentos Econômicos à Gestão dos Recursos Hídricos em Situações Críticas: Sumário Para Tomadores de Decisão**. São Paulo. 2017.
- GVCES; ANA. **Instrumentos Econômicos aplicados à Gestão de Recursos Hídricos: caminhos para sua adoção em situações de conflito pelo uso da água no Brasil**. São Paulo e Brasília. 2018. (ISBN: 978-85-8210-053-0).
- HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. **Science**, v. 162, n. 3859, p. 1243-1248, 1968.
- HARTMANN, P. **A Cobrança pelo Uso da Água como Instrumento Econômico na Política Ambiental**. AEBA. Porto Alegre, p. 532. 2010. (CDU: 504.062).

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro. 2012.

JEREISSATI, T. Atividade Legislativa. **Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017**, 08 Dezembro 2017. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7331679&ts=1593908924086&disposition=inline>>. Acesso em: 10 Abril 2021.

KERN WATER BANK. **2019 Compliance Report and 2020 Management Plan**. California. 2020.

LACERDA, M. Adasa anuncia fim de situação crítica de escassez hídrica. **Agência Brasília**, 17 Dezembro 2018. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2018/12/17/adasa-anuncia-fim-de-situacao-critica-de-escassez-hidrica/>>. Acesso em: 1 Maio 2021.

LARRAIN, S. Human Rights and Market Rules in Chile's Water Conflicts: A Call for Structural Changes in Water Policy. **Environmental Justice**, 2, 2012.

LEITE, F. Agência desiste de 'gatilho' que aumenta conta de água em SP, 07 mar. 2018. Disponível em: <<https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,agencia-desiste-de-gatilho-que-aumenta-conta-de-agua-em-sp-se-consumo-cair,70002218225>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

LEITE, F. **Conta de água em SP terá reajuste se houver queda brusca de consumo**. [S.l.]. 2018.

LIVINGSTON, M. L. Designing water institutions: market failures and institutional response. **Policy Research Working Paper**, 1993.

LOPES, V.; CRUZ, M. M.; KIEFER, S. Estado de Minas Gerais, 03 Outubro 2014. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/10/03/interna_gerais,575443/cultura-do-desperdicio-e-comum-em-bh-mesmo-em-tempos-de-crise-da-agua.shtml>. Acesso em: 14 agosto 2019.

LUND, J. Let people pay what water is worth: Sell your conserved water, 27 fevereiro 2016. Disponível em: <<https://californiawaterblog.com/2016/03/06/let-people-pay-what-water-is-worth-sell-your-conserved-water/conservation-faucetmotto/>>. Acesso em: 7 setembro 2018.

LUND, J. R.; REED, R. U. Drought Water Rationing and Transferable Rations. **Journal of Water Resources Planning and Management**, p. 429-437, 1995.

LUND, J.; ISRAEL, M. Water Transfers in Water Resource Systems. **Journal of Water Resources Planning and Management**, 1995.

MACHADO, L. Sabesp anuncia desconto para quem economizar água em SP, 1 fev. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2014/02/sabesp-anuncia-desconto-para-quem-economizar-agua-em-sp.html>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

MAIA, F. Tarifa de contingência de água deve valer em 10 dias. **Correio Braziliense**, Brasília, 15 Outubro 2016. Disponível em: <<https://blogs.correiobraziliense.com.br/consumidor/tarifa-de-contingencia-de-agua-deve-valer-em-10-dias-entenda-como-vai-funcionar-cobranca/>>. Acesso em: 15 Julho 2021.

MASCARI, F. SP: nível de reservatórios está abaixo do período pré-crise., 07 jun. 2018. Disponível em: <<https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2018/06/niveis-dos-reservatorios-da-grande-sao-paulo-estao-abaixo-do-periodo-pre-crise>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. USP. São Paulo, p. 223. 2008.

MAZZA, C. O Povo Online, 18 Julho 2019. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2019/06/18/entra-em-vigor-multa-por-desperdicar-agua-lavando-carro-ou-calcada.html>>. Acesso em: 14 Agosto 2019.

- MELLO, J. Sabesp muda média de consumo e deixa desconto na conta de água mais difícil, 12 jan. 2016. Disponível em: <<https://jornalgggn.com.br/saneamento/sabesp-muda-media-de-consumo-e-deixa-desconto-na-conta-de-agua-mais-dificil>>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- MONTENEGRO, R. ISTOÉ, 10 Março 2015. Disponível em: <https://istoe.com.br/410253_VENDAS+DE+CAIXAS+DAGUA+SOBEM+ATE+900+COM+CRISE+HIDRICA/>. Acesso em: 14 Agosto 2019.
- MOTTA, R. S. D. **UTILIZAÇÃO DE CRITÉRIOS ECONÔMICOS PARA A VALORIZAÇÃO DA ÁGUA NO BRASIL**. IPEA. Rio de Janeiro, p. 85. 1998. (ISSN 1415-4765).
- NOGUEIRA, A. Justiça mantém taxa na conta de Eneva e EDP, Brasília, 10 Abril 2017. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/jornal/economia/2017/03/justica-mantem-taxa-na-conta-de-eneva-e-edp.html>>. Acesso em: 1 Maio 2021.
- NOTÍCIAS Band, 08 Março 2016. Disponível em: <<https://noticias.band.uol.com.br/noticias/100000797137/leiqueproibelavarcadanaofiscalizaninguem.html>>. Acesso em: 14 Agosto 2019.
- NYSDEC, N. Y. C. D. O. E. New York City Watershed Memorandum of Agreement, 21 jan. 1997. Disponível em: <<https://www.dos.ny.gov/watershed/nycmoa.html>>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- OECD. **Environmental Performance Reviews – Chile**. [S.l.], p. 196. 2005.
- OECD. **Cobranças pelo uso de recursos hídricos no Brasil**. OECD Publishing. [S.l.]. 2017.
- OLIVEIRA, M. C. D. **Modelos de alocação e realocação de água: um estudo de caso do programa "águas do vale" nos rios Jaguaribe e Banabuiú**. Fortaleza. 2008.
- ONU. **A/RES/64/292**. [S.l.]. 2010.
- ONU. **A/RES/70/1**. [S.l.]. 2015.
- POTTINGER, L. The Challenges of Changing Land Use in the San Joaquin Valley, 12 mar. 2019. Disponível em: <<https://www.ppic.org/blog/the-challenges-of-changing-land-use-in-the-san-joaquin-valley/>>. Acesso em: 14 mar. 2019.
- RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E.; PEREIRA, J. S. **ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA E A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA**, 1999.
- RIEDIGER, P. I. **Estratégias de investimento em saneamento para o alcance do Enquadramento, considerando trade-offs entre custos dos investimentos e benefícios econômicos na bacia Rio Jundiáí (SP)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Porto Alegre, p. 160. 2019.
- RODRIGUEZ, D. J. E. A. **From Waste to Resource: Shifting Paradigms for Smarter Wastewater Interventions in Latin America and the Caribbean**. World Bank. Washington, DC. 2020.
- RUI, A. G1 - TV Gazeta, 25 Maio 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/raconamento-de-agua-e-suspenso-apos-chuva-em-rio-bananal-es.ghtml>>.
- SABESP. **Crise hídrica, estratégia e soluções da SABESP**. São Paulo. 2015.
- SALIBA, B. C. Do water markets “work”? market transfers and trade-offs in the southwestern states. **Water Resource Research**, 23, 1987. 1113-1122.
- SARTORI, L. B.; ORLANDI, P. Um tema, duas visões: é justo cobrar pelo uso da água? **A Gazeta**, 20 Junho 2019. Disponível em: <<https://www.agazeta.com.br/um-tema-duas-visoes/um-tema-duas-visoes--justo-cobrar-pelo-uso-da-agua-0619>>. Acesso em: 5 Junho 2021.

SCHEFER, J. **Técnicas de hedging para operação de reservatórios buscando minimizar perdas econômicas**. Trabalho de conclusão (Engenharia Ambiental) - UFRGS. Porto Alegre, p. 114. 2016.

SCHIAVONI, E. Cotidiano, 04 Fevereiro 2014. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2014/02/04/campinas-cria-multa-para-quem-lavar-calcada-ou-veiculo-com-agua-tratada.htm>>. Acesso em: 14 Agosto 2019.

SEMA. **Portaria DRHS nº O-001.810/2020**. Porto Alegre. 2020.

SEMITROPIC. Semitropic Groundwater Storage Bank, 2018. Disponível em: <<http://www.semitropic.com/GroundwaterBanking.htm>>. Acesso em: 10 Abril 2021.

SHIH, J.-S.; REVELLE, C. Water-supply operations during drought: Continuous hedging rule. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 120, n. 5, p. 613-629, 1994.

SILBER-COATS, N.; EDEN, S. **Arizona water banking, recharge, and recovery**. Tucson, Arizona. 2017.

SILVA; SAMORA, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/urbe/a/bHbBvNWct5YprKg6gwmCB7D/?lang=pt>>.

SJÖDIN, J. . Z. A. . J. J. **Pricing instruments for sustainable water management**. Stockholm. 2018.

STEGANHA, R. G1, 18 Outubro 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2014/10/crise-hidrica-aumenta-procura-por-caixa-dagua-em-lojas-de-campinas.html>>. Acesso em: 14 Agosto 2019.

TJDFT. Justiça proíbe Caesb de cobrar tarifa de contingência maior que 20% do valor da conta de água. **Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios**, Outubro 2016. Disponível em: <<https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/noticias/2016/outubro/justica-proibe-caesb-de-cobrar-tarifa-de-contingencia-maior-que-20-do-valor-da-conta-de-agua>>. Acesso em: 1 Maio 2021.

TJDFT, 2016. Disponível em: <<https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/noticias/2016/outubro/justica-proibe-caesb-de-cobrar-tarifa-de-contingencia-maior-que-20-do-valor-da-conta-de-agua>>. Acesso em: 10 Novembro 2021.

TJSP. Liminar suspende tarifa de contingência de água em São Paulo. **Tribunal de Justiça de São Paulo**, 13 Janeiro 2015. Disponível em: <<https://tj-sp.jusbrasil.com.br/noticias/160208724/liminar-suspende-tarifa-de-contingencia-de-agua-em-sao-paulo>>. Acesso em: 2 Maio 2021.

VASCONCELLOS, M. A. S. D.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 5ª. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2014.

W. A. About Waterfind, 2018. Disponível em: <<http://www.waterfind.com.au/about>>. Acesso em: 20 Janeiro 2019.

WARD, F. A.; PULIDO-VELAZQUEZ, M. Incentive pricing and cost recovery at the basin scale. **Journal of Environmental Management**, 2008. 1-21.

WARD, F. A.; PULIDO-VELAZQUEZ, M. Incentive pricing and cost recovery at the basin scale. **Journal of Environmental Management**, n. 90, 2009. 293-313.

ANEXO

Anexo 1: Dados do Censo 2010 para os Setores Censitários da Região Administrativa Cruzeiro - DF

#	Código Setor Censitário (2010)	Rendimento nominal médio mensal (R\$/mês)	População residente	Domicílios	Média de moradores por domicílio	Domicílios atendidos por rede de água
1	530010805170001	5983.99	602	187	3	187
2	530010805170002	4282.47	648	172	4	172
3	530010805170003	5229.03	630	168	4	168
4	530010805170004	5839.77	1075	307	4	307
5	530010805170005	3850.43	799	215	4	215
6	530010805170006	1910.54	751	203	4	203
7	530010805170007	3979.38	970	355	3	355
8	530010805170008	4228.93	716	198	4	198
9	530010805170009	4100.34	706	192	4	192
10	530010805170010	4340.46	666	188	4	188
11	530010805170011	4483.68	674	184	4	184
12	530010805170012	4140.17	647	253	3	252
13	530010805170013	2719.44	397	160	2	159
14	530010805170014	3721.93	857	275	3	275
15	530010805170015	4037.04	890	271	3	271
16	530010805170016	4186.15	843	292	3	292
17	530010805170017	4746.20	426	161	3	161
18	530010805170018	4371.68	911	324	3	324
19	530010805170019	4042.99	812	259	3	259
20	530010805170020	2344.38	493	169	3	169
21	530010805170021	4069.60	880	289	3	288
22	530010805170022	4031.84	499	179	3	179
23	530010805170023	4505.96	544	188	3	188
24	530010805170024	3379.45	666	214	3	214
25	530010805170025	3695.76	873	295	3	295
26	530010805170026	3273.68	593	189	3	189
27	530010805170027	3751.39	552	167	3	167
28	530010805170028	3568.84	470	141	3	141
29	530010805170029	4186.38	493	144	3	144
30	530010805170030	3754.56	426	153	3	153
31	530010805170031	3559.48	895	297	3	296
32	530010805170032	3632.17	878	282	3	282
33	530010805170033	3416.37	635	203	3	202
34	530010805170034	3757.42	569	216	3	216
35	530010805170035	3028.79	771	266	3	266
36	530010805170036	3332.17	551	196	3	195
37	530010805170037	3646.79	438	169	3	169
38	530010805170038	4248.04	474	171	3	171
39	530010805170039	6559.03	696	288	2	288
40	530010805170040	7115.04	716	249	3	249
41	530010805170041	6104.13	866	336	3	336
42	530010805170042	6235.71	742	271	3	271
43	530010805170043	11096.44	862	244	4	244
44	530010805170044	6975.64	648	211	3	211
45	530010805170045	9374.78	543	165	3	165
46	530010805170046	10065.16	577	166	3	166
47	530010805170047	5367.28	536	224	2	224
48	530010805170048	4738.45	505	183	3	183
49	530010805170049	5228.76	374	153	2	153
50	530010805170050	6942.47	270	112	2	112
51	530010805170051	3170.73	576	182	3	182
52	530010805170052	6454.61	864	243	4	243
53	530010805170053	8443.52	500	235	2	235
54	530010805170054	10583.04	691	227	3	225
55	530010805170055	10215.49	716	258	3	257
56	530010805170056	8516.05	563	207	3	207
57	530010805170057	3811.92	102	52	2	52

#	Código Setor Censitário (2010)	Rendimento nominal médio mensal (R\$/mês)	População residente	Domicílios	Média de moradores por domicílio	Domicílios atendidos por rede de água
58	530010805170058	10040.09	386	121	3	121
59	530010805170059	9217.36	484	168	3	168
60	530010805170060	7539.61	341	138	2	138
61	530010805170061	6300.30	284	133	2	133
62	530010805170062	7269.70	443	166	3	166
63	530010805170063	9200.92	469	221	2	221
64	530010805170064	8219.49	497	175	3	175
65	530010805170065	12932.85	550	207	3	207
66	530010805170066	8312.86	580	223	3	223
67	530010805170067	8638.61	603	227	3	227
68	530010805170068	6993.94	371	123	3	123
69	530010805170069	9264.04	391	141	3	141
70	530010805170070	6573.16	654	249	3	249
71	530010805170071	5965.78	529	251	2	251
72	530010805170072	6123.01	199	86	2	86
73	530010805170073	6011.80	565	279	2	279
74	530010805170074	4913.29	511	312	2	311
75	530010805170075	6189.94	304	135	2	135
76	530010805170076	5696.68	243	113	2	113
77	530010805170077	6390.81	579	272	2	272
78	530010805170078	7061.34	413	207	2	207
79	530010805170079	7122.69	1071	659	2	659
80	530010805170080	10747.85	484	189	3	187
81	530010805170081	11692.90	822	265	3	265
82	530010805170082	4474.85	635	177	4	177
83	530010805170083	4837.78	301	120	3	120
84	530010805170084	3966.43	467	140	3	140
85	530010805170085	4316.34	418	153	3	153
86	530010805170086	2937.38	546	165	3	165
87	530010805170087	3847.15	539	172	3	172
88	530010805170088	2787.27	290	131	2	131
89	530010805170089	7861.48	561	201	3	201
90	530010805170090	7075.96	270	123	2	123
91	530010805170091	5654.18	355	122	3	122
92	530010805170092	7136.85	482	190	3	190
93	530010805170093	10589.03	741	266	3	266
94	530010805170094	9837.16	535	177	3	177
95	530010805170095	10901.57	599	187	3	187
96	530010805170096	11431.87	533	211	3	211
97	530010805170097	10423.43	559	225	2	225
98	530010805170098	8685.86	568	198	3	197
99	530010805170099	5941.51	206	159	1	159
100	530010805170100	5307.45	296	205	1	205
101	530010805170101	7021.88	387	150	3	150
102	530010805170102	9423.57	308	224	1	221
103	530010805170103	7912.97	354	219	2	219
104	530010805170104	9771.56	416	197	2	197
105	530010805170105	8128.42	386	194	2	194
106	530010805170106	7821.34	433	240	2	240
107	530010805170107	5615.55	191	142	1	141
108	530010805170108	11087.12	354	132	3	132
109	530010805170109	10959.59	637	233	3	233
110	530010805170110	10116.95	470	192	2	192
111	530010805170111	8074.92	632	233	3	233
112	530010805170112	9149.52	393	149	3	149
113	530010805170113	7642.72	452	153	3	153
114	530010805170114	3712.76	392	245	2	245
115	530010805170115	5789.45	270	145	2	145
116	530010805170116	4653.05	235	164	1	164
117	530010805170117	5147.33	306	142	2	142
118	530010805170118	4053.79	454	267	2	267

#	Código Setor Censitário (2010)	Rendimento nominal médio mensal (R\$/mês)	População residente	Domicílios	Média de moradores por domicílio	Domicílios atendidos por rede de água
119	530010805170119	6810.41	433	233	2	233
120	530010805170120	6635.62	448	210	2	209
121	530010805170121	4319.79	455	145	3	145
122	530010805170122	3596.22	529	145	4	145
123	530010805170123	9879.82	423	137	3	137
124	530010805170124	8992.70	634	187	3	187
125	530010805170125	12745.13	372	113	3	113
126	530010805170126	11535.08	507	182	3	182
127	530010805170127	8602.43	509	220	2	220
128	530010805170128	5873.13	271	147	2	146
129	530010805170129	6290.81	301	129	2	129
130	530010805170130	9630.21	389	149	3	149
131	530010805170131	7185.94	458	198	2	198
132	530010805170132	6600.45	144	121	1	121
133	530010805170133	7921.88	142	64	2	64
134	530010805170134	6681.68	230	152	2	152
135	530010805170135	6317.98	296	131	2	131
136	530010805170136	12743.86	576	190	3	190
137	530010805170137	10812.19	1088	356	3	356
138	530010805170138	9229.06	575	234	2	234
139	530010805170139	10471.39	663	225	3	224
140	530010805170140	9211.48	888	317	3	317
141	530010805170141	8557.64	1224	381	3	381
142	530010805170142	10272.39	663	186	4	186
143	530010805170143	8683.52	735	258	3	257
144	530010805170144	9084.97	567	189	3	189
145	530010805170145	6260.36	423	304	1	304
146	530010805170146	6226.85	360	227	2	227
147	530010805170147	4904.74	397	197	2	197
148	530010805170148	6645.71	407	303	1	303
149	530010805170149	5348.08	266	208	1	208
150	530010805170150	8766.83	232	182	1	182
151	530010805170151	5510.21	603	486	1	485

Anexo 2: Resultados para as características estimadas para os Setores Censitários

#	Código Setor Censitário (2010)	Classe	SM	Consumo (l/hab/dia)	Demanda (m ³ /mês/dom)	Demanda (m ³ /mês/setor)	Tarifa (R\$/m ³ /mês)	Elasticidade
1	530010805170001	B1	11.73	157	15.71	2936.91	6.78	-0.22
2	530010805170002	B2	8.40	148	17.28	2971.95	6.78	-0.17
3	530010805170003	B1	10.25	154	17.85	2999.30	6.78	-0.22
4	530010805170004	B1	11.45	157	17.01	5221.58	6.78	-0.22
5	530010805170005	B2	7.55	145	16.70	3590.27	6.78	-0.17
6	530010805170006	C1	3.75	125	14.36	2914.85	4.01	-0.17
7	530010805170007	B2	7.80	146	12.36	4386.56	5.31	-0.17
8	530010805170008	B2	8.29	148	16.55	3275.96	6.78	-0.17
9	530010805170009	B2	8.04	147	16.72	3211.16	6.78	-0.17
10	530010805170010	B2	8.51	148	16.29	3062.33	6.78	-0.17
11	530010805170011	B1	8.79	149	16.95	3118.23	6.78	-0.17
12	530010805170012	B2	8.12	147	11.65	2948.27	5.31	-0.17
13	530010805170013	B2	5.33	135	10.40	1663.30	5.31	-0.17
14	530010805170014	B2	7.30	144	13.91	3825.48	5.31	-0.17
15	530010805170015	B2	7.92	146	14.89	4035.97	5.31	-0.17
16	530010805170016	B2	8.21	147	13.18	3849.54	5.31	-0.17
17	530010805170017	B1	9.31	151	12.37	1992.04	5.31	-0.17
18	530010805170018	B2	8.57	149	12.95	4194.57	5.31	-0.17
19	530010805170019	B2	7.93	146	14.22	3683.30	5.31	-0.17
20	530010805170020	C1	4.60	131	11.84	2001.60	4.01	-0.17
21	530010805170021	B2	7.98	147	13.83	3996.79	5.31	-0.17
22	530010805170022	B2	7.91	146	12.64	2262.30	5.31	-0.17
23	530010805170023	B1	8.84	149	13.40	2519.15	5.31	-0.17
24	530010805170024	B2	6.63	141	13.63	2916.74	5.31	-0.17
25	530010805170025	B2	7.25	144	13.19	3891.52	5.31	-0.17
26	530010805170026	B2	6.42	140	13.65	2580.56	5.31	-0.17
27	530010805170027	B2	7.36	144	14.78	2467.82	5.31	-0.17
28	530010805170028	B2	7.00	143	14.76	2080.74	5.31	-0.17
29	530010805170029	B2	8.21	147	15.63	2251.30	6.78	-0.17
30	530010805170030	B2	7.36	144	12.45	1904.83	5.31	-0.17
31	530010805170031	B2	6.98	143	13.33	3960.21	5.31	-0.17
32	530010805170032	B2	7.12	143	13.83	3900.50	5.31	-0.17
33	530010805170033	B2	6.70	142	13.73	2787.00	5.31	-0.17
34	530010805170034	B2	7.37	144	11.78	2544.62	5.31	-0.17
35	530010805170035	B2	5.94	138	12.42	3302.80	5.31	-0.17
36	530010805170036	B2	6.53	141	12.28	2406.31	5.31	-0.17
37	530010805170037	B2	7.15	143	11.52	1947.34	5.31	-0.17
38	530010805170038	B2	8.33	148	12.69	2170.59	5.31	-0.17
39	530010805170039	B1	12.86	160	11.98	3451.29	5.31	-0.22
40	530010805170040	B1	13.95	162	14.46	3601.35	5.31	-0.22
41	530010805170041	B1	11.97	158	12.62	4239.90	5.31	-0.22
42	530010805170042	B1	12.23	159	13.46	3646.62	5.31	-0.22
43	530010805170043	A	21.76	175	19.14	4670.34	6.78	-0.22
44	530010805170044	B1	13.68	162	15.39	3248.12	6.78	-0.22
45	530010805170045	A	18.38	170	17.35	2862.02	6.78	-0.22
46	530010805170046	A	19.74	172	18.54	3077.04	6.78	-0.22
47	530010805170047	B1	10.52	154	11.45	2564.00	5.31	-0.22
48	530010805170048	B1	9.29	151	12.90	2360.74	5.31	-0.17

#	Código Setor Censitário (2010)	Classe	SM	Consumo (l/hab/dia)	Demanda (m³/mês/dom)	Demanda (m³/mês/setor)	Tarifa (R\$/m³/mês)	Elasticidade
49	530010805170049	B1	10.25	154	11.64	1780.52	5.31	-0.22
50	530010805170050	B1	13.61	162	12.07	1352.26	5.31	-0.22
51	530010805170051	B2	6.22	139	13.68	2490.51	5.31	-0.17
52	530010805170052	B1	12.66	160	17.58	4272.24	6.78	-0.22
53	530010805170053	A	16.56	167	11.02	2589.68	5.31	-0.22
54	530010805170054	A	20.75	173	16.37	3715.26	6.78	-0.22
55	530010805170055	A	20.03	172	14.84	3827.57	5.31	-0.22
56	530010805170056	A	16.70	167	14.11	2920.19	5.31	-0.22
57	530010805170057	B2	7.47	145	8.80	457.44	2.86	-0.17
58	530010805170058	A	19.69	172	17.01	2057.63	6.78	-0.22
59	530010805170059	A	18.07	170	15.14	2543.88	6.78	-0.22
60	530010805170060	B1	14.78	164	12.55	1732.43	5.31	-0.22
61	530010805170061	B1	12.35	159	10.51	1398.30	5.31	-0.22
62	530010805170062	B1	14.25	163	13.47	2236.53	5.31	-0.22
63	530010805170063	A	18.04	169	11.15	2464.31	5.31	-0.22
64	530010805170064	B1	16.12	166	14.64	2562.47	5.31	-0.22
65	530010805170065	A	25.36	179	14.75	3053.49	5.31	-0.22
66	530010805170066	B1	16.30	167	13.44	2996.13	5.31	-0.22
67	530010805170067	A	16.94	168	13.81	3135.19	5.31	-0.22
68	530010805170068	B1	13.71	162	15.13	1860.50	6.78	-0.22
69	530010805170069	A	18.16	170	14.59	2056.81	5.31	-0.22
70	530010805170070	B1	12.89	160	13.03	3244.25	5.31	-0.22
71	530010805170071	B1	11.70	157	10.28	2579.37	5.31	-0.22
72	530010805170072	B1	12.01	158	11.34	974.83	5.31	-0.22
73	530010805170073	B1	11.79	158	9.89	2758.69	2.86	-0.22
74	530010805170074	B1	9.63	152	7.71	2404.96	2.86	-0.17
75	530010805170075	B1	12.14	158	11.05	1492.08	5.31	-0.22
76	530010805170076	B1	11.17	156	10.40	1175.05	5.31	-0.22
77	530010805170077	B1	12.53	159	10.51	2857.97	5.31	-0.22
78	530010805170078	B1	13.85	162	10.02	2074.58	5.31	-0.22
79	530010805170079	B1	13.97	162	8.18	5387.95	2.86	-0.22
80	530010805170080	A	21.07	174	13.80	2608.83	5.31	-0.22
81	530010805170081	A	22.93	176	16.95	4491.21	6.78	-0.22
82	530010805170082	B1	8.77	149	16.59	2936.71	6.78	-0.17
83	530010805170083	B1	9.49	151	11.77	1412.55	5.31	-0.17
84	530010805170084	B2	7.78	146	15.08	2110.55	6.78	-0.17
85	530010805170085	B2	8.46	148	12.55	1919.97	5.31	-0.17
86	530010805170086	B2	5.76	137	14.09	2324.33	5.31	-0.17
87	530010805170087	B2	7.54	145	14.08	2421.57	5.31	-0.17
88	530010805170088	B2	5.47	136	9.32	1221.25	2.86	-0.17
89	530010805170089	B1	15.41	165	14.28	2870.62	5.31	-0.22
90	530010805170090	B1	13.87	162	11.03	1356.75	5.31	-0.22
91	530010805170091	B1	11.09	156	14.05	1714.32	5.31	-0.22
92	530010805170092	B1	13.99	162	12.77	2425.66	5.31	-0.22
93	530010805170093	A	20.76	173	14.98	3984.46	5.31	-0.22
94	530010805170094	A	19.29	171	16.06	2842.35	6.78	-0.22
95	530010805170095	A	21.38	174	17.31	3236.13	6.78	-0.22
96	530010805170096	A	22.42	176	13.75	2901.68	5.31	-0.22
97	530010805170097	A	20.44	173	13.33	2998.13	5.31	-0.22

#	Código Setor Censitário (2010)	Classe	SM	Consumo (l/hab/dia)	Demanda (m³/mês/dom)	Demanda (m³/mês/setor)	Tarifa (R\$/m³/mês)	Elasticidade
98	530010805170098	A	17.03	168	14.93	2955.92	5.31	-0.22
99	530010805170099	B1	11.65	157	6.31	1003.71	2.86	-0.22
100	530010805170100	B1	10.41	154	6.89	1413.04	2.86	-0.22
101	530010805170101	B1	13.77	162	12.95	1942.09	5.31	-0.22
102	530010805170102	A	18.48	170	7.25	1624.79	2.86	-0.22
103	530010805170103	B1	15.52	165	8.28	1813.43	2.86	-0.22
104	530010805170104	A	19.16	171	11.21	2207.70	5.31	-0.22
105	530010805170105	B1	15.94	166	10.24	1986.41	5.31	-0.22
106	530010805170106	B1	15.34	165	9.22	2213.71	2.86	-0.22
107	530010805170107	B1	11.01	156	6.49	921.21	2.86	-0.22
108	530010805170108	A	21.74	175	14.53	1917.72	5.31	-0.22
109	530010805170109	A	21.49	174	14.78	3444.38	5.31	-0.22
110	530010805170110	A	19.84	172	13.07	2508.53	5.31	-0.22
111	530010805170111	B1	15.83	166	13.94	3248.71	5.31	-0.22
112	530010805170112	A	17.94	169	13.85	2063.06	5.31	-0.22
113	530010805170113	B1	14.99	164	15.04	2301.73	6.78	-0.22
114	530010805170114	B2	7.28	144	7.14	1748.97	2.86	-0.17
115	530010805170115	B1	11.35	156	9.03	1309.43	2.86	-0.22
116	530010805170116	B1	9.12	150	6.68	1094.83	2.86	-0.17
117	530010805170117	B1	10.09	153	10.23	1452.59	5.31	-0.22
118	530010805170118	B2	7.95	146	7.72	2060.44	2.86	-0.17
119	530010805170119	B1	13.35	161	9.28	2161.36	2.86	-0.22
120	530010805170120	B1	13.01	160	10.60	2226.06	5.31	-0.22
121	530010805170121	B2	8.47	148	14.42	2090.24	5.31	-0.17
122	530010805170122	B2	7.05	143	16.18	2345.48	6.78	-0.17
123	530010805170123	A	19.37	172	16.42	2248.92	6.78	-0.22
124	530010805170124	A	17.63	169	17.75	3318.61	6.78	-0.22
125	530010805170125	A	24.99	179	18.23	2060.52	6.78	-0.22
126	530010805170126	A	22.62	176	15.19	2764.11	6.78	-0.22
127	530010805170127	A	16.87	168	12.02	2644.58	5.31	-0.22
128	530010805170128	B1	11.52	157	8.96	1317.67	2.86	-0.22
129	530010805170129	B1	12.33	159	11.49	1481.60	5.31	-0.22
130	530010805170130	A	18.88	171	13.82	2059.46	5.31	-0.22
131	530010805170131	B1	14.09	163	11.65	2307.63	5.31	-0.22
132	530010805170132	B1	12.94	160	5.91	714.85	2.86	-0.22
133	530010805170133	B1	15.53	165	11.37	727.56	5.31	-0.22
134	530010805170134	B1	13.10	160	7.53	1144.23	2.86	-0.22
135	530010805170135	B1	12.39	159	11.13	1458.11	5.31	-0.22
136	530010805170136	A	24.99	179	16.79	3190.43	6.78	-0.22
137	530010805170137	A	21.20	174	16.49	5870.15	6.78	-0.22
138	530010805170138	A	18.10	170	12.92	3022.81	5.31	-0.22
139	530010805170139	A	20.53	173	15.82	3558.58	6.78	-0.22
140	530010805170140	A	18.06	170	14.72	4666.80	5.31	-0.22
141	530010805170141	A	16.78	167	16.68	6353.89	6.78	-0.22
142	530010805170142	A	20.14	173	19.07	3547.46	6.78	-0.22
143	530010805170143	A	17.03	168	14.82	3824.82	5.31	-0.22
144	530010805170144	A	17.81	169	15.73	2972.96	6.78	-0.22
145	530010805170145	B1	12.28	159	6.84	2080.33	2.86	-0.22
146	530010805170146	B1	12.21	158	7.79	1768.80	2.86	-0.22

#	Código Setor Censitário (2010)	Classe	SM	Consumo (l/hab/dia)	Demanda (m ³ /mês/dom)	Demanda (m ³ /mês/setor)	Tarifa (R\$/m ³ /mês)	Elasticidade
147	530010805170147	B1	9.62	152	9.48	1867.83	2.86	-0.17
148	530010805170148	B1	13.03	160	6.68	2022.88	2.86	-0.22
149	530010805170149	B1	10.49	154	6.11	1271.60	2.86	-0.22
150	530010805170150	A	17.19	168	6.64	1209.23	2.86	-0.22
151	530010805170151	B1	10.80	155	5.96	2898.34	2.86	-0.22

Anexo 3: Resultados da alocação de água pelo método do rateio proporcional (wp) conforme o Setor Censitário para os 12 meses do ano de 2017

#	Código Setor Censitário (2010)	wp1	wp2	wp3	wp4	wp5	wp6	wp7	wp8	wp9	wp10	wp11	wp12
1	530010805170001	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2658.64	2127.06	1634.39	1651.28
2	530010805170002	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2690.36	2152.44	1653.89	1670.98
3	530010805170003	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2715.11	2172.24	1669.11	1686.35
4	530010805170004	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	4726.84	3781.73	2905.81	2935.83
5	530010805170005	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3250.09	2600.25	1997.99	2018.63
6	530010805170006	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2638.66	2111.08	1622.11	1638.87
7	530010805170007	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	3970.94	3176.97	2441.12	2466.34
8	530010805170008	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	2965.56	2372.61	1823.07	1841.91
9	530010805170009	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	2906.90	2325.68	1787.01	1805.47
10	530010805170010	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	2772.18	2217.90	1704.19	1721.80
11	530010805170011	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	2822.78	2258.38	1735.30	1753.23
12	530010805170012	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2668.92	2135.28	1640.71	1657.66
13	530010805170013	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1505.70	1204.65	925.63	935.19
14	530010805170014	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3463.02	2770.60	2128.88	2150.88
15	530010805170015	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	3653.56	2923.05	2246.02	2269.22
16	530010805170016	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3484.80	2788.03	2142.27	2164.40
17	530010805170017	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1803.30	1442.74	1108.57	1120.03
18	530010805170018	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	3797.14	3037.92	2334.28	2358.40
19	530010805170019	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3334.31	2667.63	2049.76	2070.93
20	530010805170020	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	1811.95	1449.66	1113.89	1125.40
21	530010805170021	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3618.10	2894.68	2224.22	2247.20
22	530010805170022	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2047.95	1638.47	1258.97	1271.98
23	530010805170023	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2280.46	1824.49	1401.91	1416.39
24	530010805170024	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2640.38	2112.45	1623.16	1639.93
25	530010805170025	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3522.80	2818.43	2165.63	2188.01
26	530010805170026	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2336.05	1868.97	1436.08	1450.92
27	530010805170027	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2234.00	1787.32	1373.34	1387.53
28	530010805170028	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	1883.59	1506.98	1157.93	1169.90
29	530010805170029	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2037.99	1630.50	1252.85	1265.79
30	530010805170030	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1724.35	1379.57	1060.04	1070.99

#	Código Setor Censitário (2010)	wp1	wp2	wp3	wp4	wp5	wp6	wp7	wp8	wp9	wp10	wp11	wp12
31	530010805170031	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3584.98	2868.19	2203.86	2226.63
32	530010805170032	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3530.93	2824.94	2170.63	2193.05
33	530010805170033	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2522.93	2018.48	1550.96	1566.99
34	530010805170034	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2303.52	1842.94	1416.08	1430.71
35	530010805170035	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	2989.86	2392.05	1838.01	1857.00
36	530010805170036	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2178.32	1742.77	1339.11	1352.95
37	530010805170037	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1762.83	1410.36	1083.70	1094.89
38	530010805170038	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	1964.92	1572.05	1207.93	1220.41
39	530010805170039	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3124.28	2499.59	1920.64	1940.49
40	530010805170040	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3260.12	2608.28	2004.15	2024.86
41	530010805170041	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	3838.17	3070.75	2359.50	2383.88
42	530010805170042	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3301.11	2641.07	2029.35	2050.31
43	530010805170043	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4227.83	3382.49	2599.05	2625.90
44	530010805170044	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	2940.36	2352.45	1807.58	1826.26
45	530010805170045	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2590.84	2072.82	1592.71	1609.17
46	530010805170046	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	2785.49	2228.54	1712.37	1730.06
47	530010805170047	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2321.06	1856.98	1426.87	1441.61
48	530010805170048	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2137.06	1709.77	1313.75	1327.33
49	530010805170049	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1611.81	1289.54	990.86	1001.10
50	530010805170050	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1224.13	979.38	752.53	760.31
51	530010805170051	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2254.53	1803.75	1385.97	1400.29
52	530010805170052	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	3867.45	3094.17	2377.50	2402.07
53	530010805170053	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2344.31	1875.58	1441.16	1456.05
54	530010805170054	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3363.24	2690.78	2067.54	2088.91
55	530010805170055	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3464.91	2772.12	2130.04	2152.05
56	530010805170056	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2643.50	2114.94	1625.08	1641.87
57	530010805170057	457.44	457.44	457.44	457.44	457.44	457.44	457.44	457.44	414.09	331.30	254.56	257.19
58	530010805170058	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	1862.67	1490.24	1145.07	1156.90
59	530010805170059	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2302.85	1842.41	1415.67	1430.30
60	530010805170060	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1568.29	1254.72	964.10	974.06
61	530010805170061	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1265.81	1012.72	778.15	786.19

#	Código Setor Censitário (2010)	wp1	wp2	wp3	wp4	wp5	wp6	wp7	wp8	wp9	wp10	wp11	wp12
62	530010805170062	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2024.62	1619.81	1244.63	1257.49
63	530010805170063	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2230.82	1784.78	1371.39	1385.56
64	530010805170064	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2319.67	1855.87	1426.01	1440.75
65	530010805170065	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	2764.18	2211.49	1699.27	1716.83
66	530010805170066	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2712.24	2169.95	1667.34	1684.57
67	530010805170067	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	2838.13	2270.66	1744.73	1762.76
68	530010805170068	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1684.22	1347.47	1035.37	1046.07
69	530010805170069	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	1861.92	1489.64	1144.61	1156.44
70	530010805170070	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	2936.86	2349.65	1805.42	1824.08
71	530010805170071	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2334.97	1868.11	1435.42	1450.25
72	530010805170072	974.83	974.83	974.83	974.83	974.83	974.83	974.83	974.83	882.47	706.02	542.49	548.10
73	530010805170073	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2497.31	1997.98	1535.21	1551.08
74	530010805170074	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	2177.09	1741.79	1338.36	1352.19
75	530010805170075	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1350.70	1080.64	830.34	838.92
76	530010805170076	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1063.72	851.03	653.92	660.67
77	530010805170077	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2587.18	2069.89	1590.46	1606.90
78	530010805170078	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	1878.02	1502.52	1154.51	1166.43
79	530010805170079	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	4877.44	3902.22	2998.39	3029.37
80	530010805170080	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2361.64	1889.45	1451.81	1466.82
81	530010805170081	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4065.67	3252.76	2499.36	2525.19
82	530010805170082	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2658.45	2126.91	1634.28	1651.16
83	530010805170083	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1278.71	1023.04	786.08	794.21
84	530010805170084	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	1910.58	1528.57	1174.52	1186.66
85	530010805170085	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1738.05	1390.54	1068.46	1079.50
86	530010805170086	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2104.10	1683.40	1293.49	1306.86
87	530010805170087	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2192.13	1753.82	1347.60	1361.53
88	530010805170088	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1105.53	884.49	679.62	686.65
89	530010805170089	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2598.63	2079.05	1597.50	1614.01
90	530010805170090	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1228.20	982.63	755.03	762.83
91	530010805170091	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1551.89	1241.60	954.02	963.88
92	530010805170092	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2195.83	1756.79	1349.88	1363.83

#	Código Setor Censitário (2010)	wp1	wp2	wp3	wp4	wp5	wp6	wp7	wp8	wp9	wp10	wp11	wp12
93	530010805170093	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3606.94	2885.75	2217.35	2240.26
94	530010805170094	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2573.04	2058.57	1581.77	1598.11
95	530010805170095	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	2929.51	2343.77	1800.91	1819.51
96	530010805170096	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2626.74	2101.54	1614.78	1631.47
97	530010805170097	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2714.05	2171.39	1668.46	1685.70
98	530010805170098	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2675.84	2140.82	1644.97	1661.96
99	530010805170099	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	908.61	726.94	558.56	564.34
100	530010805170100	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1279.16	1023.40	786.36	794.48
101	530010805170101	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1758.07	1406.56	1080.77	1091.94
102	530010805170102	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1470.84	1176.75	904.19	913.54
103	530010805170103	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1641.60	1313.37	1009.17	1019.60
104	530010805170104	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	1998.52	1598.92	1228.58	1241.28
105	530010805170105	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1798.20	1438.66	1105.44	1116.86
106	530010805170106	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	2003.96	1603.28	1231.93	1244.66
107	530010805170107	921.21	921.21	921.21	921.21	921.21	921.21	921.21	921.21	833.92	667.19	512.65	517.95
108	530010805170108	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1736.02	1388.91	1067.21	1078.24
109	530010805170109	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3118.02	2494.59	1916.80	1936.60
110	530010805170110	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2270.85	1816.81	1396.00	1410.42
111	530010805170111	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	2940.90	2352.88	1807.91	1826.59
112	530010805170112	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	1867.58	1494.17	1148.09	1159.95
113	530010805170113	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2083.64	1667.03	1280.91	1294.15
114	530010805170114	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1583.25	1266.69	973.30	983.36
115	530010805170115	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1185.36	948.35	728.70	736.22
116	530010805170116	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	991.09	792.93	609.27	615.57
117	530010805170117	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1314.96	1052.04	808.37	816.72
118	530010805170118	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	1865.21	1492.27	1146.63	1158.48
119	530010805170119	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	1956.57	1565.37	1202.80	1215.23
120	530010805170120	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	2015.14	1612.22	1238.80	1251.60
121	530010805170121	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	1892.19	1513.85	1163.22	1175.24
122	530010805170122	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2123.24	1698.71	1305.26	1318.74
123	530010805170123	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2035.83	1628.78	1251.52	1264.45

#	Código Setor Censitário (2010)	wp1	wp2	wp3	wp4	wp5	wp6	wp7	wp8	wp9	wp10	wp11	wp12
124	530010805170124	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3004.17	2403.50	1846.81	1865.89
125	530010805170125	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	1865.29	1492.33	1146.68	1158.53
126	530010805170126	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2502.21	2001.91	1538.23	1554.12
127	530010805170127	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2394.01	1915.34	1471.71	1486.92
128	530010805170128	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1192.82	954.32	733.28	740.86
129	530010805170129	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1341.22	1073.05	824.51	833.03
130	530010805170130	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	1864.32	1491.56	1146.09	1157.93
131	530010805170131	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2088.98	1671.30	1284.19	1297.46
132	530010805170132	714.85	714.85	714.85	714.85	714.85	714.85	714.85	714.85	647.12	517.73	397.81	401.93
133	530010805170133	727.56	727.56	727.56	727.56	727.56	727.56	727.56	727.56	658.62	526.93	404.89	409.07
134	530010805170134	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	1035.82	828.71	636.77	643.35
135	530010805170135	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1319.95	1056.03	811.44	819.82
136	530010805170136	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	2888.14	2310.67	1775.48	1793.82
137	530010805170137	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5313.96	4251.46	3266.74	3300.49
138	530010805170138	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	2736.40	2189.27	1682.20	1699.58
139	530010805170139	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3221.40	2577.30	1980.35	2000.81
140	530010805170140	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4224.62	3379.93	2597.07	2623.91
141	530010805170141	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	5751.86	4601.81	3535.94	3572.48
142	530010805170142	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3211.34	2569.25	1974.16	1994.56
143	530010805170143	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3462.42	2770.13	2128.51	2150.51
144	530010805170144	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2691.28	2153.17	1654.45	1671.55
145	530010805170145	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	1883.22	1506.68	1157.70	1169.66
146	530010805170146	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1601.21	1281.06	984.34	994.51
147	530010805170147	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1690.85	1352.78	1039.45	1050.19
148	530010805170148	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	1831.21	1465.07	1125.73	1137.36
149	530010805170149	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	1151.12	920.96	707.65	714.96
150	530010805170150	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	1094.65	875.78	672.93	679.89
151	530010805170151	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2623.73	2099.13	1612.93	1629.59

Anexo 4: Resultados da alocação de água pelo método do rateio economicamente eficiente (wo) conforme o Setor Censitário para os 12 meses do ano de 2017

#	Código Setor Censitário (2010)	wo1	wo2	wo3	wo4	wo5	wo6	wo7	wo8	wo9	wo10	wo11	wo12
1	530010805170001	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2936.91	2778.95	2179.62	1634.34	1652.84
2	530010805170002	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2971.95	2847.67	2360.29	1889.49	1906.00
3	530010805170003	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2999.30	2837.98	2225.92	1669.05	1687.94
4	530010805170004	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	5221.58	4940.74	3875.18	2905.71	2938.60
5	530010805170005	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3590.27	3440.12	2851.35	2282.60	2302.54
6	530010805170006	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2914.85	2554.39	2117.21	1694.90	1709.70
7	530010805170007	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	4386.56	4032.07	3341.99	2675.37	2698.74
8	530010805170008	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	3275.96	3138.95	2601.73	2082.77	2100.96
9	530010805170009	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	3211.16	3076.87	2550.27	2041.57	2059.40
10	530010805170010	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	3062.33	2934.26	2432.07	1946.95	1963.96
11	530010805170011	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	3118.23	2987.83	2476.46	1982.49	1999.81
12	530010805170012	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2948.27	2710.01	2246.20	1798.16	1813.86
13	530010805170013	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1663.30	1528.89	1267.22	1014.45	1023.31
14	530010805170014	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3825.48	3516.33	2914.52	2333.17	2353.55
15	530010805170015	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	4035.97	3709.81	3074.88	2461.54	2483.04
16	530010805170016	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3849.54	3538.45	2932.85	2347.84	2368.35
17	530010805170017	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1992.04	1831.06	1517.68	1214.95	1225.56
18	530010805170018	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	4194.57	3855.60	3195.72	2558.28	2580.62
19	530010805170019	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3683.30	3385.64	2806.19	2246.45	2266.07
20	530010805170020	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	2001.60	1754.08	1453.87	1163.87	1174.04
21	530010805170021	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3996.79	3673.80	3045.04	2437.65	2458.94
22	530010805170022	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2262.30	2079.48	1723.58	1379.78	1391.83
23	530010805170023	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2519.15	2315.57	1919.26	1536.43	1549.85
24	530010805170024	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2916.74	2681.03	2222.17	1778.92	1794.46
25	530010805170025	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3891.52	3577.03	2964.83	2373.45	2394.18
26	530010805170026	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2580.56	2372.02	1966.05	1573.89	1587.64
27	530010805170027	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2467.82	2268.39	1880.16	1505.13	1518.28
28	530010805170028	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	2080.74	1912.59	1585.26	1269.05	1280.13
29	530010805170029	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2251.30	2157.15	1787.95	1431.32	1443.82
30	530010805170030	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1904.83	1750.89	1451.23	1161.76	1171.91

#	Código Setor Censitário (2010)	wo1	wo2	wo3	wo4	wo5	wo6	wo7	wo8	wo9	wo10	wo11	wo12
31	530010805170031	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3960.21	3640.18	3017.17	2415.34	2436.44
32	530010805170032	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3900.50	3585.29	2971.67	2378.92	2399.70
33	530010805170033	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2787.00	2561.77	2123.33	1699.80	1714.64
34	530010805170034	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2544.62	2338.98	1938.67	1551.97	1565.52
35	530010805170035	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	3302.80	3035.89	2516.30	2014.38	2031.98
36	530010805170036	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2406.31	2211.85	1833.30	1467.62	1480.43
37	530010805170037	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1947.34	1789.97	1483.62	1187.69	1198.06
38	530010805170038	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	2170.59	1995.18	1653.70	1323.85	1335.41
39	530010805170039	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3451.29	3094.72	2427.28	1820.05	1840.64
40	530010805170040	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3601.35	3229.28	2532.83	1899.18	1920.68
41	530010805170041	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	4239.90	3801.86	2981.92	2235.92	2261.23
42	530010805170042	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3646.62	3269.88	2564.67	1923.06	1944.82
43	530010805170043	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4670.34	4419.15	3466.08	2598.96	2628.37
44	530010805170044	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	3248.12	3073.43	2410.58	1807.52	1827.98
45	530010805170045	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2862.02	2708.09	2124.04	1592.66	1610.69
46	530010805170046	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	3077.04	2911.54	2283.61	1712.32	1731.69
47	530010805170047	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2564.00	2299.10	1803.26	1352.13	1367.44
48	530010805170048	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2360.74	2169.96	1798.58	1439.82	1452.40
49	530010805170049	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1780.52	1596.57	1252.24	938.96	949.59
50	530010805170050	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1352.26	1212.55	951.04	713.12	721.19
51	530010805170051	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2490.51	2289.24	1897.44	1518.96	1532.23
52	530010805170052	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	4272.24	4042.46	3170.63	2377.43	2404.33
53	530010805170053	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2589.68	2322.13	1821.32	1365.67	1381.13
54	530010805170054	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3715.26	3515.44	2757.27	2067.48	2090.88
55	530010805170055	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3827.57	3432.13	2691.93	2018.48	2041.32
56	530010805170056	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2920.19	2618.49	2053.76	1539.97	1557.40
57	530010805170057	457.44	457.44	457.44	457.44	457.44	457.44	457.44	457.44	378.49	313.71	251.13	253.33
58	530010805170058	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	2057.63	1946.96	1527.06	1145.03	1157.99
59	530010805170059	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2543.88	2407.06	1887.93	1415.63	1431.65
60	530010805170060	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1732.43	1553.45	1218.42	913.60	923.94
61	530010805170061	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1398.30	1253.84	983.42	737.40	745.74

#	Código Setor Censitário (2010)	wo1	wo2	wo3	wo4	wo5	wo6	wo7	wo8	wo9	wo10	wo11	wo12
62	530010805170062	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2236.53	2005.47	1572.95	1179.44	1192.79
63	530010805170063	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2464.31	2209.71	1733.15	1299.56	1314.27
64	530010805170064	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2562.47	2297.73	1802.18	1351.32	1366.62
65	530010805170065	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	3053.49	2738.02	2147.52	1610.27	1628.49
66	530010805170066	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2996.13	2686.58	2107.17	1580.02	1597.90
67	530010805170067	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	3135.19	2811.28	2204.97	1653.35	1672.06
68	530010805170068	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1860.50	1760.43	1380.76	1035.33	1047.05
69	530010805170069	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	2056.81	1844.31	1446.55	1084.66	1096.94
70	530010805170070	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	3244.25	2909.07	2281.68	1710.86	1730.23
71	530010805170071	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2579.37	2312.88	1814.07	1360.24	1375.63
72	530010805170072	974.83	974.83	974.83	974.83	974.83	974.83	974.83	974.83	874.12	685.60	514.08	519.90
73	530010805170073	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2758.69	2158.86	1693.26	1269.65	1284.02
74	530010805170074	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	2404.96	1989.89	1649.32	1320.34	1331.87
75	530010805170075	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1492.08	1337.93	1049.38	786.85	795.76
76	530010805170076	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1175.05	1053.65	826.41	619.67	626.68
77	530010805170077	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2857.97	2562.70	2010.01	1507.16	1524.22
78	530010805170078	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	2074.58	1860.25	1459.05	1094.04	1106.42
79	530010805170079	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	5387.95	4216.41	3307.06	2479.73	2507.79
80	530010805170080	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2608.83	2339.30	1834.79	1375.77	1391.34
81	530010805170081	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4491.21	4249.66	3333.14	2499.28	2527.56
82	530010805170082	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2936.71	2813.89	2332.30	1867.08	1883.39
83	530010805170083	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1412.55	1298.40	1076.18	861.52	869.04
84	530010805170084	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	2110.55	2022.29	1676.18	1341.83	1353.55
85	530010805170085	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1919.97	1764.81	1462.77	1170.99	1181.22
86	530010805170086	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2324.33	2136.50	1770.84	1417.62	1430.00
87	530010805170087	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2421.57	2225.88	1844.92	1476.92	1489.82
88	530010805170088	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1221.25	1010.47	837.53	670.47	676.33
89	530010805170089	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2870.62	2574.04	2018.90	1513.83	1530.96
90	530010805170090	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1356.75	1216.58	954.20	715.49	723.58
91	530010805170091	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1714.32	1537.21	1205.68	904.05	914.28
92	530010805170092	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2425.66	2175.06	1705.97	1279.18	1293.66

#	Código Setor Censitário (2010)	wo1	wo2	wo3	wo4	wo5	wo6	wo7	wo8	wo9	wo10	wo11	wo12
93	530010805170093	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3984.46	3572.81	2802.27	2101.22	2125.00
94	530010805170094	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2842.35	2689.48	2109.44	1581.72	1599.62
95	530010805170095	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	3236.13	3062.08	2401.68	1800.85	1821.23
96	530010805170096	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2901.68	2601.89	2040.74	1530.21	1547.52
97	530010805170097	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2998.13	2688.38	2108.58	1581.07	1598.96
98	530010805170098	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2955.92	2650.53	2078.89	1558.81	1576.45
99	530010805170099	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	1003.71	785.47	616.07	461.94	467.17
100	530010805170100	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1413.04	1105.80	867.31	650.33	657.69
101	530010805170101	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1942.09	1741.44	1365.87	1024.16	1035.76
102	530010805170102	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1624.79	1271.50	997.28	747.79	756.25
103	530010805170103	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1813.43	1419.12	1113.06	834.60	844.05
104	530010805170104	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	2207.70	1979.61	1552.67	1164.23	1177.41
105	530010805170105	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1986.41	1781.18	1397.04	1047.54	1059.39
106	530010805170106	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	2213.71	1732.37	1358.75	1018.83	1030.36
107	530010805170107	921.21	921.21	921.21	921.21	921.21	921.21	921.21	921.21	720.91	565.43	423.97	428.77
108	530010805170108	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1917.72	1719.59	1348.73	1011.32	1022.76
109	530010805170109	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3444.38	3088.53	2422.43	1816.40	1836.96
110	530010805170110	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2508.53	2249.37	1764.25	1322.88	1337.85
111	530010805170111	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	3248.71	2913.07	2284.81	1713.22	1732.61
112	530010805170112	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	2063.06	1849.91	1450.94	1087.96	1100.27
113	530010805170113	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2301.73	2177.93	1708.22	1280.87	1295.37
114	530010805170114	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1748.97	1447.11	1199.44	960.19	968.58
115	530010805170115	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1309.43	1024.71	803.71	602.65	609.47
116	530010805170116	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	1094.83	905.87	750.83	601.07	606.32
117	530010805170117	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1452.59	1302.52	1021.61	766.03	774.70
118	530010805170118	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	2060.44	1704.82	1413.05	1131.19	1141.07
119	530010805170119	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	2161.36	1691.40	1326.62	994.74	1006.00
120	530010805170120	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	2226.06	1996.08	1565.59	1173.92	1187.21
121	530010805170121	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	2090.24	1921.32	1592.49	1274.84	1285.97
122	530010805170122	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2345.48	2247.39	1862.75	1491.19	1504.22
123	530010805170123	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2248.92	2127.96	1669.02	1251.48	1265.64

#	Código Setor Censitário (2010)	wo1	wo2	wo3	wo4	wo5	wo6	wo7	wo8	wo9	wo10	wo11	wo12
124	530010805170124	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3318.61	3140.12	2462.90	1846.75	1867.65
125	530010805170125	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	2060.52	1949.70	1529.21	1146.64	1159.62
126	530010805170126	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2764.11	2615.44	2051.37	1538.18	1555.59
127	530010805170127	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2644.58	2371.36	1859.93	1394.63	1410.41
128	530010805170128	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1317.67	1031.16	808.77	606.44	613.30
129	530010805170129	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1481.60	1328.53	1042.01	781.33	790.17
130	530010805170130	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	2059.46	1846.69	1448.41	1086.06	1098.35
131	530010805170131	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2307.63	2069.21	1622.95	1216.93	1230.71
132	530010805170132	714.85	714.85	714.85	714.85	714.85	714.85	714.85	714.85	559.42	438.77	329.00	332.72
133	530010805170133	727.56	727.56	727.56	727.56	727.56	727.56	727.56	727.56	652.39	511.69	383.68	388.02
134	530010805170134	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	1144.23	895.44	702.32	526.62	532.58
135	530010805170135	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1458.11	1307.46	1025.48	768.94	777.64
136	530010805170136	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	3190.43	3018.84	2367.77	1775.42	1795.51
137	530010805170137	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5870.15	5554.43	4356.51	3266.63	3303.60
138	530010805170138	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	3022.81	2710.51	2125.94	1594.09	1612.13
139	530010805170139	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3558.58	3367.18	2640.98	1980.28	2002.69
140	530010805170140	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4666.80	4184.65	3282.15	2461.05	2488.90
141	530010805170141	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	6353.89	6012.15	4715.52	3535.82	3575.84
142	530010805170142	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3547.46	3356.66	2632.74	1974.10	1996.44
143	530010805170143	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3824.82	3429.67	2689.99	2017.03	2039.86
144	530010805170144	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2972.96	2813.06	2206.37	1654.40	1673.12
145	530010805170145	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	2080.33	1627.99	1276.88	957.44	968.28
146	530010805170146	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1768.80	1384.20	1085.67	814.07	823.28
147	530010805170147	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1867.83	1545.46	1280.96	1025.45	1034.40
148	530010805170148	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	2022.88	1583.03	1241.62	931.00	941.54
149	530010805170149	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	1271.60	995.11	780.50	585.24	591.86
150	530010805170150	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	1209.23	946.30	742.21	556.53	562.83
151	530010805170151	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2898.34	2268.14	1778.97	1333.92	1349.02

Anexo 5: Classificação dos usuários (Pot) do Setor Censitário quanto ao potencial recebimento (1), pagamento (-1) ou nulo (0), conforme o Setor Censitário para os 12 meses do ano de 2017

#	Código Setor Censitário (2010)	Pot1	Pot2	Pot3	Pot4	Pot5	Pot6	Pot7	Pot8	Pot9	Pot10	Pot11	Pot12
1	530010805170001	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
2	530010805170002	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
3	530010805170003	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
4	530010805170004	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
5	530010805170005	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
6	530010805170006	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	-1
7	530010805170007	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
8	530010805170008	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
9	530010805170009	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
10	530010805170010	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
11	530010805170011	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
12	530010805170012	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
13	530010805170013	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
14	530010805170014	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
15	530010805170015	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
16	530010805170016	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
17	530010805170017	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
18	530010805170018	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
19	530010805170019	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
20	530010805170020	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	-1
21	530010805170021	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
22	530010805170022	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
23	530010805170023	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
24	530010805170024	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
25	530010805170025	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
26	530010805170026	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
27	530010805170027	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
28	530010805170028	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
29	530010805170029	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
30	530010805170030	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
31	530010805170031	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
32	530010805170032	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
33	530010805170033	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
34	530010805170034	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
35	530010805170035	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
36	530010805170036	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
37	530010805170037	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
38	530010805170038	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
39	530010805170039	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
40	530010805170040	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
41	530010805170041	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
42	530010805170042	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
43	530010805170043	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
44	530010805170044	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
45	530010805170045	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
46	530010805170046	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
47	530010805170047	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
48	530010805170048	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1

#	Código Setor Censitário (2010)	Pot1	Pot2	Pot3	Pot4	Pot5	Pot6	Pot7	Pot8	Pot9	Pot10	Pot11	Pot12
49	530010805170049	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
50	530010805170050	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
51	530010805170051	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
52	530010805170052	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
53	530010805170053	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
54	530010805170054	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
55	530010805170055	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
56	530010805170056	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
57	530010805170057	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
58	530010805170058	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
59	530010805170059	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
60	530010805170060	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
61	530010805170061	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
62	530010805170062	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
63	530010805170063	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
64	530010805170064	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
65	530010805170065	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
66	530010805170066	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
67	530010805170067	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
68	530010805170068	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
69	530010805170069	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
70	530010805170070	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
71	530010805170071	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
72	530010805170072	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
73	530010805170073	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
74	530010805170074	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
75	530010805170075	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
76	530010805170076	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
77	530010805170077	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
78	530010805170078	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
79	530010805170079	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
80	530010805170080	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
81	530010805170081	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
82	530010805170082	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
83	530010805170083	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
84	530010805170084	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
85	530010805170085	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
86	530010805170086	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
87	530010805170087	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
88	530010805170088	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
89	530010805170089	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
90	530010805170090	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
91	530010805170091	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
92	530010805170092	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
93	530010805170093	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
94	530010805170094	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
95	530010805170095	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
96	530010805170096	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
97	530010805170097	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
98	530010805170098	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

#	Código Setor Censitário (2010)	Pot1	Pot2	Pot3	Pot4	Pot5	Pot6	Pot7	Pot8	Pot9	Pot10	Pot11	Pot12
99	530010805170099	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
100	530010805170100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
101	530010805170101	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
102	530010805170102	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
103	530010805170103	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
104	530010805170104	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
105	530010805170105	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
106	530010805170106	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
107	530010805170107	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
108	530010805170108	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
109	530010805170109	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
110	530010805170110	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
111	530010805170111	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
112	530010805170112	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
113	530010805170113	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
114	530010805170114	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
115	530010805170115	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
116	530010805170116	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
117	530010805170117	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
118	530010805170118	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
119	530010805170119	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
120	530010805170120	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
121	530010805170121	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
122	530010805170122	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1
123	530010805170123	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
124	530010805170124	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
125	530010805170125	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
126	530010805170126	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
127	530010805170127	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
128	530010805170128	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
129	530010805170129	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
130	530010805170130	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
131	530010805170131	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
132	530010805170132	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
133	530010805170133	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
134	530010805170134	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
135	530010805170135	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
136	530010805170136	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
137	530010805170137	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
138	530010805170138	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
139	530010805170139	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
140	530010805170140	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
141	530010805170141	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
142	530010805170142	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
143	530010805170143	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
144	530010805170144	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1	-1
145	530010805170145	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
146	530010805170146	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
147	530010805170147	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
148	530010805170148	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

#	Código Setor Censitário (2010)	Pot1	Pot2	Pot3	Pot4	Pot5	Pot6	Pot7	Pot8	Pot9	Pot10	Pot11	Pot12
149	530010805170149	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
150	530010805170150	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
151	530010805170151	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Anexo 6: Cotas Hídricas Realocáveis (CHR – m³/mês) conforme o Setor Censitário para os 12 meses do ano de 2017

#	Código Setor Censitário (2010)	CHR1	CHR2	CHR3	CHR4	CHR5	CHR6	CHR7	CHR8	CHR9	CHR10	CHR11	CHR12
1	530010805170001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-120.31	-52.56	0.05	-1.56
2	530010805170002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-157.30	-207.85	-235.60	-235.01
3	530010805170003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-122.87	-53.68	0.05	-1.59
4	530010805170004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-213.90	-93.45	0.09	-2.77
5	530010805170005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-190.03	-251.10	-284.62	-283.91
6	530010805170006	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.27	-6.14	-72.79	-70.83
7	530010805170007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-61.14	-165.02	-234.25	-232.39
8	530010805170008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-173.39	-229.12	-259.70	-259.05
9	530010805170009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-169.96	-224.58	-254.56	-253.93
10	530010805170010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-162.09	-214.18	-242.76	-242.16
11	530010805170011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-165.05	-218.08	-247.20	-246.58
12	530010805170012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-41.09	-110.91	-157.44	-156.20
13	530010805170013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-23.18	-62.57	-88.82	-88.12
14	530010805170014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-53.32	-143.91	-204.29	-202.67
15	530010805170015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-56.25	-151.83	-215.53	-213.82
16	530010805170016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-53.65	-144.82	-205.57	-203.94
17	530010805170017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-27.76	-74.94	-106.38	-105.54
18	530010805170018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-58.46	-157.80	-224.00	-222.22
19	530010805170019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-51.33	-138.56	-196.70	-195.14
20	530010805170020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.87	-4.21	-49.98	-48.64
21	530010805170021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-55.70	-150.36	-213.44	-211.75
22	530010805170022	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-31.53	-85.11	-120.81	-119.85
23	530010805170023	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-35.11	-94.77	-134.53	-133.46
24	530010805170024	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-40.65	-109.73	-155.76	-154.53
25	530010805170025	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.24	-146.40	-207.81	-206.17
26	530010805170026	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-35.97	-97.08	-137.81	-136.72
27	530010805170027	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-34.39	-92.84	-131.79	-130.74
28	530010805170028	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-29.00	-78.28	-111.12	-110.24
29	530010805170029	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-119.16	-157.45	-178.47	-178.03
30	530010805170030	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-26.55	-71.66	-101.72	-100.92

31	530010805170031	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-55.19	-148.98	-211.48	-209.81
32	530010805170032	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-54.36	-146.74	-208.29	-206.64
33	530010805170033	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-38.84	-104.85	-148.83	-147.65
34	530010805170034	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-35.46	-95.73	-135.89	-134.81
35	530010805170035	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-46.03	-124.25	-176.38	-174.98
36	530010805170036	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-33.54	-90.52	-128.50	-127.48
37	530010805170037	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-27.14	-73.26	-103.99	-103.17
38	530010805170038	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-30.25	-81.66	-115.91	-115.00
39	530010805170039	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.56	72.31	100.60	99.84
40	530010805170040	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.84	75.45	104.97	104.18
41	530010805170041	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.31	88.83	123.58	122.66
42	530010805170042	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.23	76.40	106.29	105.49
43	530010805170043	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-191.32	-83.58	0.09	-2.47
44	530010805170044	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-133.06	-58.13	0.06	-1.72
45	530010805170045	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-117.24	-51.22	0.05	-1.52
46	530010805170046	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-126.05	-55.07	0.06	-1.63
47	530010805170047	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.96	53.72	74.73	74.17
48	530010805170048	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-32.90	-88.81	-126.07	-125.07
49	530010805170049	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.25	37.30	51.90	51.51
50	530010805170050	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.58	28.33	39.41	39.12
51	530010805170051	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-34.71	-93.69	-133.00	-131.94
52	530010805170052	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-175.01	-76.46	0.08	-2.26
53	530010805170053	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.18	54.26	75.48	74.92
54	530010805170054	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-152.20	-66.49	0.07	-1.97
55	530010805170055	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.78	80.19	111.56	110.73
56	530010805170056	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.01	61.18	85.12	84.48
57	530010805170057	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.61	17.59	3.43	3.87
58	530010805170058	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-84.29	-36.82	0.04	-1.09
59	530010805170059	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-104.21	-45.53	0.05	-1.35
60	530010805170060	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.84	36.30	50.50	50.12
61	530010805170061	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.98	29.30	40.76	40.45
62	530010805170062	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.15	46.86	65.19	64.70

63	530010805170063	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.10	51.63	71.83	71.29
64	530010805170064	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.95	53.69	74.69	74.13
65	530010805170065	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.15	63.98	89.00	88.33
66	530010805170066	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.66	62.77	87.33	86.68
67	530010805170067	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.85	65.69	91.38	90.70
68	530010805170068	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-76.22	-33.30	0.03	-0.99
69	530010805170069	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.62	43.09	59.95	59.50
70	530010805170070	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.78	67.97	94.56	93.85
71	530010805170071	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.09	54.04	75.18	74.62
72	530010805170072	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.35	20.42	28.41	28.20
73	530010805170073	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	338.45	304.73	265.56	267.06
74	530010805170074	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	187.21	92.47	18.03	20.32
75	530010805170075	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.78	31.26	43.49	43.16
76	530010805170076	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.06	24.62	34.25	33.99
77	530010805170077	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.48	59.88	83.30	82.68
78	530010805170078	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.77	43.47	60.47	60.02
79	530010805170079	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	661.02	595.16	518.66	521.58
80	530010805170080	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.34	54.66	76.04	75.47
81	530010805170081	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-183.98	-80.38	0.08	-2.38
82	530010805170082	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-155.44	-205.39	-232.81	-232.23
83	530010805170083	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-19.69	-53.14	-75.43	-74.84
84	530010805170084	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-111.71	-147.61	-167.31	-166.90
85	530010805170085	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-26.76	-72.23	-102.53	-101.72
86	530010805170086	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-32.39	-87.44	-124.12	-123.14
87	530010805170087	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-33.75	-91.10	-129.32	-128.29
88	530010805170088	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.06	46.96	9.15	10.32
89	530010805170089	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.58	60.14	83.67	83.04
90	530010805170090	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.62	28.43	39.55	39.25
91	530010805170091	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.68	35.92	49.97	49.59
92	530010805170092	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.77	50.82	70.70	70.17
93	530010805170093	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.12	83.48	116.14	115.27
94	530010805170094	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-116.44	-50.87	0.05	-1.51

95	530010805170095	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-132.57	-57.91	0.06	-1.71
96	530010805170096	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.85	60.79	84.58	83.94
97	530010805170097	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.68	62.82	87.39	86.73
98	530010805170098	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.32	61.93	86.16	85.51
99	530010805170099	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	123.14	110.87	96.62	97.16
100	530010805170100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	173.36	156.09	136.02	136.79
101	530010805170101	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.63	40.69	56.61	56.18
102	530010805170102	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	199.34	179.48	156.41	157.29
103	530010805170103	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	222.48	200.31	174.57	175.55
104	530010805170104	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.91	46.25	64.35	63.87
105	530010805170105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.01	41.62	57.90	57.46
106	530010805170106	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	271.59	244.53	213.10	214.30
107	530010805170107	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	113.02	101.76	88.68	89.18
108	530010805170108	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.42	40.18	55.90	55.48
109	530010805170109	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.50	72.17	100.39	99.64
110	530010805170110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.48	52.56	73.12	72.57
111	530010805170111	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.82	68.07	94.69	93.98
112	530010805170112	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.67	43.22	60.13	59.68
113	530010805170113	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-94.29	-41.19	0.04	-1.22
114	530010805170114	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	136.14	67.25	13.11	14.78
115	530010805170115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.65	144.64	126.05	126.76
116	530010805170116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.22	42.10	8.21	9.25
117	530010805170117	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.44	30.43	42.34	42.02
118	530010805170118	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.39	79.23	15.44	17.41
119	530010805170119	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	265.17	238.75	208.06	209.23
120	530010805170120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.06	46.64	64.88	64.40
121	530010805170121	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-29.13	-78.63	-111.62	-110.74
122	530010805170122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-124.14	-164.04	-185.94	-185.47
123	530010805170123	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-92.13	-40.25	0.04	-1.19
124	530010805170124	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-135.95	-59.39	0.06	-1.76
125	530010805170125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-84.41	-36.88	0.04	-1.09
126	530010805170126	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-113.23	-49.47	0.05	-1.46

127	530010805170127	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.65	55.41	77.08	76.51
128	530010805170128	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	161.66	145.55	126.84	127.56
129	530010805170129	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.69	31.04	43.18	42.86
130	530010805170130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.64	43.15	60.03	59.58
131	530010805170131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.76	48.35	67.26	66.76
132	530010805170132	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.70	78.96	68.81	69.20
133	530010805170133	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.23	15.24	21.21	21.05
134	530010805170134	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	140.38	126.39	110.15	110.77
135	530010805170135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.49	30.55	42.50	42.18
136	530010805170136	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-130.70	-57.10	0.06	-1.69
137	530010805170137	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-240.47	-105.05	0.11	-3.11
138	530010805170138	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.89	63.33	88.11	87.45
139	530010805170139	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-145.78	-63.68	0.06	-1.88
140	530010805170140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.97	97.78	136.02	135.01
141	530010805170141	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-260.29	-113.71	0.12	-3.37
142	530010805170142	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-145.32	-63.49	0.06	-1.88
143	530010805170143	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.76	80.14	111.48	110.65
144	530010805170144	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-121.79	-53.20	0.05	-1.57
145	530010805170145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	255.23	229.79	200.26	201.39
146	530010805170146	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	217.01	195.38	170.27	171.23
147	530010805170147	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	145.39	71.82	14.00	15.78
148	530010805170148	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	248.18	223.45	194.73	195.82
149	530010805170149	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	156.01	140.46	122.41	123.10
150	530010805170150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	148.35	133.57	116.40	117.06
151	530010805170151	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	355.59	320.15	279.01	280.57

