

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**TARIFA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO:
ANÁLISES DE ACESSIBILIDADE ECONÔMICA**

CAMILA ISABEL DE MENEZES FRAGA

**ORIENTADORA: CONCEIÇÃO DE MARIA ALBUQUERQUE
ALVES**

**DEFESA DE DOUTORADO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E
RECURSOS HÍDRICOS**

PUBLICAÇÃO: PPGTARH.TD-032/2025
BRASÍLIA/DF: MARÇO – 2025

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

**TARIFA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO:
ANÁLISES DE ACESSIBILIDADE ECONÔMICA**

CAMILA ISABEL DE MENEZES FRAGA

TESE SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS.

APROVADA POR:

Prof.^a Conceição de Maria Albuquerque Alves, PhD (ENC-UnB)
(Orientadora)

Prof. Oscar de Moraes Cordeiro Netto, PhD (ENC-UnB)
(Examinador Interno)

Prof.^a Samiria Maria Oliveira da Silva, DSc (UFC)
(Examinadora Externa)

Prof. Léo Heller, DSc (FIOCRUZ)
(Examinador Externo)

BRASÍLIA/DF, 11 DE MARÇO DE 2025

AGRADECIMENTOS

À Lorena, minha filha, meu amor e luz da minha vida. Perdoe minhas ausências. Obrigada pelos risos, pelo afeto e pela leveza que trouxe para minha vida.

Ao Ernando, por topar a jornada em Brasília quando tudo estava nos eixos. Pela dedicação e amor em todos esses anos.

À minha mãe, Maria Laura, por tudo. Por estar e ser presente. Ao meu pai, José Afonso, pelo carinho e incentivo de sempre e ao meu irmão, Vinícius, pelas boas vivências.

À minha orientadora, professora Conceição, pela dedicação, pelas muitas reuniões e pelo olhar positivo quanto a esta pesquisa.

A todos os professores do PTARH pela excelência.

Aos professores da banca Léo Heller, Samíria e Oscar pela participação na banca de defesa e contribuições com o trabalho.

À Amanda pela considerável colaboração e apoio durante os estudos em Brasília.

À CAESB por ceder parte dos dados utilizados neste trabalho.

Para aqueles que acreditam e lutam para que a água e o esgotamento sanitário se concretizem como direitos de todos e para todos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste estudo.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo discutir distribuição de subsídios e a acessibilidade econômica aos serviços de abastecimento de água (SAA). Para alcance deste objetivo, esta pesquisa foi dividida em duas etapas. Na primeira delas, a área de estudos foi o Distrito Federal, especificamente suas Regiões Administrativas (RAS). Essas localidades são atendidas pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Foram utilizados dados amostrais de censo amostral local referentes à renda, além de informações cedidas pela CAESB sobre preço da tarifa, consumo e tarifação de usuários de água por RAS de 2019 e de 2020/2021, período em que houve transição da metodologia tarifária. Os resultados mostraram consumo médio de água de 108 L/ (hab. dia⁻¹) e 399 L/(hab. dia⁻¹) nas áreas de menor e maior renda, respectivamente. Clientes com consumo inferior a 27m³ mensais foram subsidiados nos dois ciclos tarifários analisados. A distribuição de subsídios foi regressiva em função do índice de conexão e consumo nas RAS de menor renda. Aproximadamente um quarto das famílias da região de menor classe de rendimentos compromete mais de 3% da renda para acesso ao volume mensal de água de 7 m³. Os resultados também indicam que lares mais pobres, chefiados por mulheres e com presença de crianças são aqueles com mais chance de ocorrência de problemas de pobreza hídrica. A segunda etapa da pesquisa versou sobre a disponibilidade física e acessibilidade econômica dos SAA para residências localizadas em capitais brasileiras, área urbana. Nela foi utilizada a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, referente ao ano de 2022. Disparidades entre regiões foram perceptíveis e grupos minoritários como mulheres e pessoas não brancas foram os majoritariamente excluídos quanto a conexão física. Parcela significativa de beneficiários de programas de transferência de renda também foi excluída do acesso à água por meio de rede geral. Cerca de 16% das famílias conectadas em capitais brasileiras compromete mais de 3% da renda familiar efetiva com SAA. Por meio da modelação de regressão dos microdados da pesquisa utilizada a escala do agregado familiar, foi confirmado que famílias chefiadas por mulheres têm maior chance de problemas de acessibilidade econômica. Mesmo com as limitações quanto as bases das pesquisas de renda utilizadas, visto que não são específicas para os objetivos do trabalho conduzido, elas se mostraram relevantes e oportunizaram a coleta de dados, podendo auxiliar o acompanhamento de metas de universalização e de realização do direito humano à água por reguladores e formuladores de políticas.

Palavras-chave: Acessibilidade de consumo. Pobreza hídrica. Saneamento básico. Tarifa de água.

ABSTRACT

This study aimed to discuss the distribution of subsidies and affordability of water supply services (WSS). In order to achieve this objective, this research was divided into two stages. In the first stage, the study area was the Federal District, specifically its Administrative Regions (RAS). These locations are served by the Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). We used sample data from the local census regarding income, as well as information provided by CAESB on the price of the tariff, consumption and pricing of water users by SA in 2019 and 2020/2021, the period in which there was a transition from the tariff methodology. The results showed average water consumption of 108 L/inhabitant. day⁻¹ and 399 L/inhabitant. day⁻¹ in the lower and higher income areas, respectively. Customers with a monthly consumption of less than 27 m³ were subsidized in both tariff cycles. The distribution of subsidies was regressive according to the connection and consumption index in the RAS of lower-income. Approximately a quarter of the region's families in the lowest income commit more than 3% of their income to accessing the minimum WSS tariff. The results also indicate that poorer households headed by women and with children are more likely to have water poverty problems. The second stage of the research examined the physical availability and affordability of WSS for households in Brazilian capitals, urban areas, using data from the survey Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua carried out by the Brazilian Institute of Geography and Statistics from 2022. The findings highlighted regional disparities, with minority groups—particularly women and non-white individuals—lacking access to piped water. A significant number of recipients of cash transfer programs were excluded from WSS access. Around 16% of families with water connections in Brazilian capitals spend over 3% of their household income on the minimum WSS tariff. Regression analysis of household-level microdata confirmed that female-headed households are more likely to face affordability issues. Despite the limitations in the income data used—since the surveys were not specifically designed for this research, the data provided valuable insights that can support regulators and policymakers in tracking progress toward universal access and ensuring the realization of the human right to water.

Keywords: Consumer accessibility. Water poverty. Sanitation. Water tariff.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

ADASA - Agência Reguladora de Águas e Saneamento
AGEPAN - Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Mato Grosso do Sul
AGERGS - Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul
AGERSA - Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia.
AGESPISA - Águas e Esgotos do Piauí S/A
AGIR - Agência Intermunicipal de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos Municipais do Médio Vale do Itajaí
AGR - Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos
ARCE - Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará
ARCON - Agência Estadual de Regulação e Controle de Serviços Públicos
ARPE - Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Pernambuco
ARSAE - Agência reguladora de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário do estado de Minas Gerais
ARSAL - Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas
ARSESP - Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo
ARSP - Agência Reguladora de Saneamento Básico e Infraestrutura Viária do Espírito Santo
ATR - Agência Tocantinense de Regulação, Controle e Fiscalização
ATS - Agência Tocantinense de Saneamento
B - Beneficiários dos subsídios
BCC - Bloco Crescente de Consumo
BCU - Bloco de Consumo Uniforme
BDC - Bloco Decrescente de Consumo
BTP - Bloco Totalmente Progressivo
CadÚnico - Cadastro Único para Programas Sociais
CAEMA - Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão
CAER - Companhia de Águas e Esgotos de Roraima
CAERD - Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia
CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAESA - Companhia de Água e Esgoto do Amapá
CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CAGEPA - Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba
CASAL - Companhia de Saneamento de Alagoas
CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CESB - Companhia Estadual de Saneamento
CM - Custo médio da água fornecida pela prestadora
CM_a - Custo marginal
CM_e - Custo médio
Codeplan - Companhia de Planejamento do Distrito Federal
COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento
COPANOR - Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/ACESAN - Companhia Espírito-Santense de Saneamento
COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CORSAN - Companhia Rio-Grandense de Saneamento
 COSAMA - Companhia de Saneamento do Amazonas
 COSANPA - Companhia de Saneamento do Pará
 C_{Ra} - Taxa de conexão
 DESO - Companhia de Saneamento de Sergipe
 DF - Distrito Federal
 E - Tarifa do bloco
 EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.
 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
 IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
 IVA - Imposto sobre Valor agregado
 MLSB - Marco Legal do Saneamento Básico
 OECD - Cooperação e Desenvolvimento Econômico
 ODS -Objetivo do Desenvolvimento Sustentável
 ONU - Organização das Nações Unidas
 OR - *odds ratio*
 p_c - Preços
 Plansab - Plano Nacional de Saneamento Básico
 p_m - Preço de monopólio
 PNAD Contínua - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
 q_c – Produção
 q_m - Quantidade produzida
 Q_{Ra} - quantidade média de água subsidiada consumida
 R - Incidência do benefício
 RM - Receita marginal
 R_{Ra} - incidência do benefício entre usuários
 SAA - Serviços de abastecimento de água
 SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
 SAE - Serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário
 SAERB - Serviço de Água e Esgoto de Rio Branco
 SANEACRE - Serviço de Água e Esgoto do Estado do Acre
 SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A
 SANEATINS/BRK Ambiental - Companhia de Saneamento do Tocantins/ BRK Ambiental
 SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná
 SANESUL - Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul S/A
 SH - Benefício médio recebido pelas famílias na população
 SM - Salários-mínimos
 SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
 Sp - benefício médio recebido pelas famílias pobres
 TA - Taxação Ambiental
 TC - Taxa de Conexão
 TDD - Tarifa Doméstica Diferenciada
 TM - Tarifa Mínima
 TS - Tarifa Sazonal
 Ω - indicador de desempenho relativo aos subsídios

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Abrangência regional das companhias de abastecimento administração consideradas – referência 2018.....	68
Tabela 2 - Volumes e tarifas de água da categoria residencial normal praticadas por companhias de saneamento brasileiras.	71
Tabela 3 - Volumes e tarifas de água da categoria residencial normal praticadas por companhias de saneamento brasileiras.	72
Tabela 4 - Metodologia utilizada para calcular a incidência de benefícios.....	90
Tabela 5 - Capitais, companhias responsáveis pelos serviços de abastecimento de água, volumes mínimo e tarifas de água da categoria residencial normal praticadas para consumo de 10m ³ mensais.....	99
Tabela 6 - Determinação dos componentes do indicador de subsídios e razão da segmentação dos componentes do indicador Ω entre RAS do DF.....	109
Tabela 7 - Proporção da segmentação dos componentes ligação, quantidade de água subsidiada consumida, beneficiários do subsídio e incidência do benefício do indicador Ω entre SA no Distrito Federal.....	110
Tabela 8 - Grupos de renda do Distrito Federal e comprometimento da renda familiar para consumo de água da Tarifa Normal praticada pela CAESB.....	112
Tabela 9 - Resultados de regressão logística binária para proporção de renda gasta com volume mínimo de água quando esta foi superior água superior a 3% da renda mensal familiar.	113
Tabela 10 - Descrição do total absoluto de domicílio por capital brasileira, área urbana, percentual de domicílios conectados à rede de abastecimento pública, renda mediana familiar, primeiro quintil de renda familiar dos lares conectados e não conectados à rede de abastecimento.....	120
Tabela 11 - Características da pessoa de referência e do domicílio quanto à conexão aos serviços de abastecimento de água	121
Tabela 12- Percentual médio do comprometimento de renda familiar mediana e do primeiro quintil de renda familiar com tarifa de abastecimento de água em capitais brasileiras.....	123
Tabela 13 - Resultados de regressão logística binária para proporção de renda gasta com consumo de 10m ³ água quando esta foi superior a 3% da renda mensal	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios da Conferência de Dublin.	26
Quadro 2 - Definição de custo, valor e preço aplicáveis ao abastecimento de água.	28
Quadro 3 - Volumes de consumo de água em estudos voltados à acessibilidade econômica e de determinação de necessidades básicas diárias.	30
Quadro 4 - Propriedades principais dos métodos de regulação de preços via taxa de retorno e preço teto.	41
Quadro 5- Agências reguladoras de prestadoras de SAA/SAE de abrangência regional.	43
Quadro 6 - Objetivos aplicáveis à tarifação dos sistemas de abastecimento de água. ...	47
Quadro 7 - Dimensões básicas da equidade relacionadas à gestão da água.....	52
Quadro 8 - Direito humano à água e ao esgotamento sanitário.....	54
Quadro 9 - Metodologias de tarifação empregadas nas principais cidades do mundo e valor da tarifa associado ao consumo de 15m ³	62
Quadro 10 - Estados e respectivas prestadoras de SAA de abrangência regional-referência 2022.	67
Quadro 11 - Resumo do desempenho e efeitos distributivos dos subsídios presentes na literatura.....	77
Quadro 12 - Resumo do desempenho e efeitos distributivos dos subsídios em localidades da América do Sul presentes na literatura.	78
Quadro 13 -Estrutura tarifária da categoria residencial e preços praticados pela CAESB para SAA entre junho de 2019 a maio de 2020.....	87
Quadro 14 - Estrutura tarifária da categoria residencial e preços praticados pela CAESB para SAA entre junho de 2020 a maio de 2021.....	87
Quadro 15 - Código das variáveis da PNAD Contínua, descrição e respostas consideradas.....	95

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Explicitação dos objetivos, softwares, bases e manipulação dos dados utilizados nesta pesquisa para averiguação do desempenho dos subsídios, acessibilidade física e econômica, além dos respectivos preditores familiares da pobreza hídrica. Os destaques em vermelho e azul referem-se às etapas de condução. Em vermelho a ênfase das análises foram as capitais brasileiras e em azul, o Distrito Federal.	19
Figura 2 - Tipos de bem e usos múltiplos da água.	29
Figura 3 - Tipos de bens econômicos associados à metodologia de tarifação consumo mínimo e blocos de consumo crescentes.	31
Figura 4 - a) Preço em mercado competitivo e b) Preço em situação de monopólio.	33
Figura 5 - Monopólio natural.	36
Figura 6 - Detalhamento das bases de dados, variáveis utilizadas e aplicação do banco de dados para obtenção dos resultados relativos aos subsídios e acessibilidade econômica no Distrito Federal.	83
Figura 7 - Área de estudos, espacialização das RAS do Distrito Federal e distribuição populacional.	84
Figura 8 - Índices de atendimento por meio de (a) sistema de abastecimento de água (SAA) e (b) sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário (SAE) nas RAS do Distrito Federal.	85
Figura 9 - Distinção das etapas para aquisição das variáveis utilizadas, formação do banco de dados e os resultados relativos à acessibilidade física e econômica em capitais brasileiras.	93
Figura 10 - (a) agrupamentos de Regiões Administrativas do DF conforme a renda média familiar e (b) tipologias construtivas e padrões de uso e ocupação de lotes urbanos nas RAS Lago Sul, Plano Piloto, Fercal e Ceilândia.	102
Figura 11 - Consumo residencial per capita nas RAS do DF em 2019 e em 2020.	103
Figura 12 - Percentual da distribuição das unidades consumidoras do DF por RAS e em faixas de volume faturados em 2019-2020 e 2020-2021.	105
Figura 13 - Subsídios gerados ao longo do período de observação, de acordo com as Regiões Administrativas, nos grupos 1 e 2 (a) e no grupo 6 (b).	107
Figura 14 - Números absolutos versus percentuais de domicílios não conectados aos serviços de abastecimento de água em (a) todas as capitais brasileiras e (b) naquelas onde o déficit do serviço é inferior a 4% e 40.000 domicílios.	118

Figura 15 - Percentual de famílias com problemas de acessibilidade econômica em capitais brasileiras em 2022.....	124
Figura 16 - Gráficos de dispersão considerando (a) o número de crianças e (b) o número de idosos em relação a renda familiar	127
Figura 17 - Função logística.	150

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	14
2 - OBJETIVO GERAL	20
2.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3 - REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 - O PROBLEMA DE ACESSIBILIDADE ECONÔMICA DE SAA	21
3.2 - VALOR DA ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO	25
3.2.1 - Água como um bem econômico	27
3.2.2 - Regulação econômica de serviços de abastecimento de água.....	32
3.2.3 - Eficiência e equidade na tarifação da água	45
3.3 - MECANISMOS ECONÔMICOS PARA PAGAMENTOS POR SERVIÇOS DE SAA.....	57
3.3.1 - Tarifas.....	57
3.3.3 – Subsídios tarifários aplicáveis aos SAA.....	73
4 - MATERIAL E MÉTODOS.....	82
4.1 - DISTRIBUIÇÃO DE SUBSÍDIOS E A ACESSIBILIDADE ECONÔMICA DA TARIFA DE ÁGUA NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL	82
4.1.1 - Os serviços de abastecimento de água e a acessibilidade econômica no Distrito Federal.....	83
4.1.2 - Renda e Agrupamento das Regiões Administrativas.....	87
4.1.3 - Caracterização do consumo, da tarifação das unidades usuárias e dos subsídios relativos ao SAA	88
4.1.4 - Regressão logística	90
4.2 - DISPONIBILIDADE FÍSICA E ECONÔMICA QUANTO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA VIVENCIADAS POR FAMÍLIAS BRASILEIRAS EM ALGUMAS CAPITAIS BRASILEIRAS.....	92
4.2.1 - Informações da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua associadas ao abastecimento urbano de água residencial	93
4.2.2 - Dados tarifários.....	95
4.2.3 - Acessibilidade baseada em renda mediana para as necessidades essenciais de água	98
4.2.4 - Caracterização da disponibilidade física de rede de abastecimento de água e classificação das famílias quanto à acessibilidade econômica	100
5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	101
5.1 SUBSÍDIOS E ACESSIBILIDADE ECONÔMICA NO DISTRITO FEDERAL	101

5.2 - DISPONIBILIDADE FÍSICA E ACESSIBILIDADE ECONÔMICA EM CAPITAIS BRASILEIRAS	116
6 - CONCLUSÕES	132
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
APÊNDICE A - REGRESSÃO LOGÍSTICA.....	150

1 - INTRODUÇÃO

O abastecimento de água potável às populações é considerado um serviço público essencial. No entanto, para o ano de 2022, estimou-se 2,2 bilhões de pessoas sem acesso a água potável administrada de forma segura e 3,5 bilhões de pessoas sem acesso seguro aos serviços de esgotamento sanitário (The Lancet Gastroenterology & Hepatology, 2022). Desigualdades geográficas, socioculturais e econômicas acentuadas são percebidas em áreas urbanas e rurais, além de vilas e cidades, onde as pessoas alocadas em assentamentos de baixa renda, informais ou ilegais geralmente têm menos acesso a fontes disponíveis no local de moradia ou a menos de 30 minutos em uma viagem de ida e volta, livres de contaminação fecal e química.

Para o ano de 2019, a estimativa conjunta de ocorrência de mortes decorrentes de diarreia, infecções respiratórias agudas, desnutrição e helmintíase transmitida pelo solo relaciona lacunas de acesso à água potável, esgotamento sanitário e higiene é de 1.401.000 óbitos. No mesmo período, foram atribuíveis 273.000 mortes por diarreia entre crianças menores de 5 anos devido a serviços de água e esgotamento sanitário inseguros e 112.000 mortes decorrentes de infecções respiratórias atribuíveis à higiene insegura. Pelo menos 69% dos casos de diarreia, 14% das infecções respiratórias agudas, 10% da subnutrição aguda e 100% da carga de helmintíase transmitida pelo solo foram assumidas como evitáveis e preveníveis por meio do acesso à água potável, esgotamento sanitário e higiene seguros (Wolf *et al.*, 2023).

Conforme dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022, 167,5 milhões de residentes no Brasil, ou 83,8% da população, era atendida por rede geral de distribuição de água, como principal forma de abastecimento (IBGE, 2024). Considerando as regiões brasileiras, o melhor índice de abastecimento refere-se a região Sudeste, na qual 91,0% dos moradores estão conectados, enquanto nas regiões Norte e Nordeste, estes índices são de 55,7% e de 76,3%, respectivamente. Para coleta de esgotamento sanitário, apenas 62,5% da população brasileira total foi atendida em 2022. O menor índice regional de atendimento ocorreu na região Norte, em que 22,8% da população teve seus esgotos coletados por meio da rede pública, enquanto na região Sudeste este índice foi o mais alto do país e alcançou 86,2% dos residentes (IBGE, 2024).

A água potável e o esgotamento sanitário foram explícita e formalmente reconhecidos como direitos humanos pela Resolução nº64/292 da Organização das

Nações Unidas (ONU) (UN 2010). O fornecimento de água potável tem cunho político e social relacionado ao progresso das condições de vida das populações, redução da mortalidade infantil, prevenção de agravos e doenças, promoção do desenvolvimento regional, redução do absenteísmo, além do aumento da vida produtiva e laboral.

Nos Comentários Gerais nº 15 da ONU afirma-se que o direito humano à água incorpora disponibilidade, segurança, aceitabilidade, acessibilidade física e acessibilidade econômica para uso pessoal e doméstico, com intuito de evitar a perda de vidas por desidratação, minimizar o acometimento de doenças de veiculação hídrica, além de atender as necessidades de consumo, preparo de alimentos, higiene pessoal e doméstica (UN 2002). A premissa da acessibilidade econômica refere-se aos custos e encargos da obtenção da água, das instalações e dos serviços de água que não podem comprometer o alcance de outros direitos pelas populações (UN, 2002).

A abordagem do presente trabalho tem como foco o sistema de abastecimento de água, serviço usualmente oferecido à população por meio de sistemas públicos ou privados, cujo acesso depende do pagamento de tarifa, no tocante à acessibilidade econômica, sendo a capacidade de pagamento o aspecto social do abastecimento mais claramente ligado aos preços das tarifas. Fornecer água em quantidade e qualidade adequadas às populações é indispensável para garantia das condições de vida, porém em determinadas condições, a acessibilidade econômica é uma questão prioritária, pois parte destas populações possuem recursos limitados e sacrifícios econômicos podem ser necessários, especialmente nos extratos sociais de menor renda.

Historicamente, dentre os serviços de saneamento básico, o abastecimento de água vem recebendo há mais tempo recursos para o atendimento das populações. No entanto, o déficit quantitativo e a desigualdade de acesso que ainda são percebidos no mesmo são indicativos dos desafios que ainda permeiam o setor e de quão presentes estão as desigualdades no Brasil.

O montante desembolsado por Agentes Federais em 2021 foi de R\$ 1.061.216.700 correspondente a 36,3% da previsão do ano em relação às necessidades previstas de investimentos no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) para o período de 2019 a 2023 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2023). A avaliação apresentada no Plansab não se limita à implantação de medidas estruturais, mas também considera que parte dos custos ocorre por necessidade de medidas estruturantes, que são referentes às intervenções relativas à modernização e/ou reorganização dos sistemas e

ações de cunho político e gerencial, necessárias à sustentabilidade da prestação de serviços.

Em um cenário econômico de incertezas quanto à disponibilidade de recurso e de restrições fiscais típicos de países em desenvolvimento como o Brasil, ênfase e importância são dadas à regulação e às tarifas praticadas pela prestação dos serviços públicos em geral e, especialmente, o de abastecimento de água. Como desafio às companhias e serviços autônomos de abastecimento, apresenta-se a definição e implementação de uma política tarifária, que por um lado deve permitir a sustentabilidade financeira das mesmas e, por outro, deve contribuir para a ampliação progressiva da disponibilidade física e da acessibilidade econômico.

Dentre os objetivos da regulação, apresenta-se a definição da tarifa que assegure o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos com a modicidade tarifária (BRASIL, 2007), de modo a promover a conciliação entre a prestação de serviços públicos, os objetivos sociais e de sustentabilidade da prestação desses serviços (Plansab, 2013). A política tarifária adotada pelas prestadoras deve considerar as implicações sociais relativas aos preços praticados pelas concessionárias, visando à equidade de acesso, em especial à população pobre, que pode não apresentar recursos suficientes para arcar com os custos relativos à água.

O conceito de equidade está associado à ideia de distribuição justa de renda ou bem-estar e tem sido amplamente discutido na literatura econômica sem consenso ou critério único quanto à avaliação social (Barberán e Arbués, 2009). Nesse trabalho, a equidade está relacionada à aplicação de tarifa de abastecimento público capaz de atender as necessidades das diversas camadas da sociedade e tornar possível e atrativo o fornecimento de água, em especial para as populações fragilizadas financeiramente, que sem alternativa tendem a adotar fontes de água não seguras.

No Brasil é comum a adoção da tarifa de abastecimento público estruturada na definição de um volume de consumo mínimo, associada a blocos de consumo crescentes em função do uso além do estabelecido como linha de vida. De forma geral, nessa estrutura tarifária associam-se os subsídios cruzados, que ocorrem quando são definidos preços diferentes para a água em função das categorias de usuários e do maior consumo de água. Presume-se que usuários de alta renda, ou de categorias privilegiadas economicamente consomem mais água e, ao pagar maiores valores pela água consumida, subsidiam o consumo dos mais pobres. Essa estratégia é, também, de aplicação de subsídios implícita, pois a atuação de prestadoras regionais é marcada pela

adoção de uma tarifa única aplicada em todas as localidades de sua atuação. Nesta modalidade, intui-se que em algumas localidades há geração de recursos excedentes, capazes de subsidiar aqueles que não detêm viabilidade econômica.

Para que o subsídio cruzado associado a uma estrutura tarifária em blocos crescentes de consumo tenha efetividade como instrumento de minimização da desigualdade quanto à distribuição de renda, ao menos para os sistemas de abastecimento de água, algumas premissas devem ser atendidas. Estas são: famílias de alta renda consomem muita água; famílias pobres utilizam pouca água; o contingente de pessoas com alto consumo é suficiente para cobrir os custos de água daquelas de baixo consumo; mesmo que as companhias pratiquem menores preços na faixa de consumo mínimo, o sistema de subsídios cruzados permite recuperação de custos das companhias de abastecimento e a viabilidade do sistema.

As premissas inerentes aos subsídios cruzados não são triviais. Exigem ajuste de preço e acompanhamento constantes por parte dos prestadores e reguladores, para que quem paga mais pelo serviço e quem se beneficia dele sejam, de fato, aqueles alvo do escopo dessa política tarifária. Como os subsídios cruzados são generalizados, envolvem díspares tipologias de clientes e, em alguns casos, localidades distintas, especialmente no caso de prestadoras regionais, essa estratégia carece de transparência e há amplo espaço para seu estudo e discussão.

Em um país como o Brasil, marcado pelo déficit de acesso aos sistemas abastecimento de água, pode-se supor que os subsídios relativos ao abastecimento de água são mal direcionados dada a lacuna de atendimento físico às populações. Porém, falta investigar o desempenho dos subsídios fornecidos por meio da tarifa dentre aqueles que detêm amplo atendimento por meio de conexões privadas. Acrescenta-se a lacuna quanto à investigação da (in)segurança no acesso à água, em termos de acessibilidade econômica.

Assim, este trabalho aborda o desempenho dos subsídios presente em estrutura tarifária de localidade com amplo atendimento físico e avança para um diagnóstico quanto a acessibilidade econômica. Para isso, o documento visa responder as seguintes questões centrais:

1. Os mecanismos de subsídios vigentes resolvem as questões de acessibilidade econômica dos mais pobres no Distrito Federal?
2. Quais fatores determinam o direcionamento dos subsídios no Distrito Federal considerando as características de renda da população?

3. Qual o perfil socioeconômico daqueles que têm problemas de disponibilidade física e acessibilidade econômica quanto à água de abastecimento público em capitais brasileiras?

Este trabalho pretende assim contribuir para a discussão da acessibilidade econômica da água de abastecimento público e das diferentes perspectivas que podem ser obtidas dela, conforme o ponto de análise e a localidade considerados.

Após a introdução, esta tese prossegue com Revisão de Literatura (item 3) sobre os temas subsídios, acessibilidade econômica e tarifas de água, além de avançar sobre temas como valoração da água e regulação econômica de SAA. Posteriormente, apresenta-se o Material e Métodos (item 4) em que são apresentadas as bases de dados e métricas relacionadas a análise da distribuição de subsídios, a acessibilidade econômica da tarifa de água no Distrito Federal, e a disponibilidade física e econômica quanto ao abastecimento de água vivenciadas por famílias brasileiras em capitais brasileiras. Em sequência são apresentados os Resultados e Discussões geradas a partir dos levantamentos conduzidos e apresentadas as Conclusões obtidas com a pesquisa.

Para facilitar a compreensão dos objetivos, metodologia e resultados alcançados, na Figura 1 é apresentado um resumo gráfico das etapas conduzidas na realização deste trabalho.

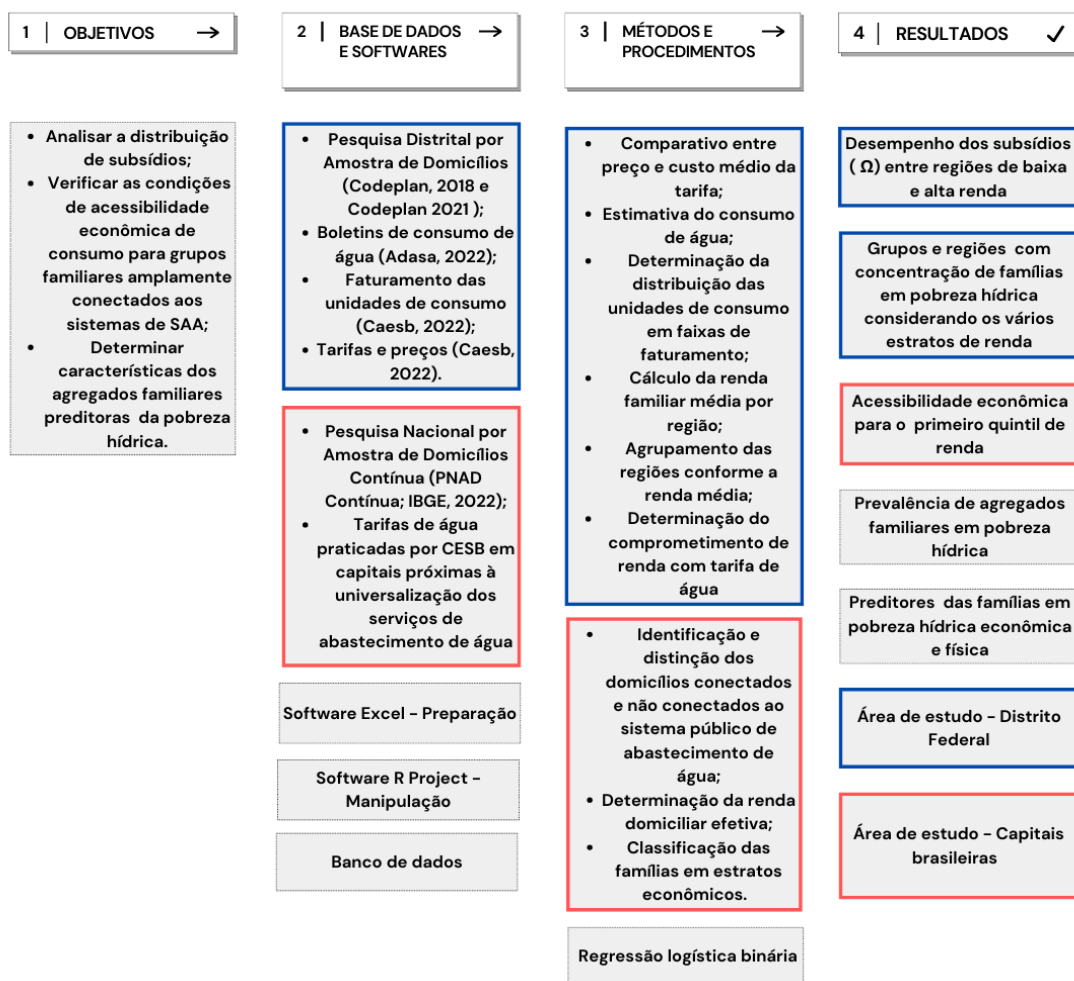


Figura 1- Explicitação dos objetivos, softwares, bases e manipulação dos dados utilizados nesta pesquisa para averiguação do desempenho dos subsídios, acessibilidade física e econômica, além dos respectivos preditores familiares da pobreza hídrica. Os destaques em vermelho e azul referem-se às etapas de condução. Em vermelho a ênfase das análises foram as capitais brasileiras e em azul, o Distrito Federal.

2 - OBJETIVO GERAL

Contribuir com a discussão da distribuição de subsídios e a acessibilidade econômica dos serviços de água em nível doméstico em estruturas tarifárias aplicadas por prestadoras regionais em capitais brasileiras.

2.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- 1) Analisar os efeitos da estruturação tarifária em blocos crescentes quanto à distribuição de subsídios e à acessibilidade econômica no Distrito Federal;
- 2) Propor e aplicar abordagem metodológica para medir a acessibilidade econômica ao abastecimento de água em capitais brasileiras sob as perspectivas de renda familiar.
- 3) Verificar as dimensões sociais da desigualdade relacionada à acessibilidade econômica da água por meio de rede pública de abastecimento.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo tem por intuito contextualizar o leitor quanto aos assuntos julgados pertinentes ao conteúdo da acessibilidade econômica aos serviços de abastecimento de água. Nele são abordados alguns estudos para determinar se as famílias são capazes de pagar por serviços de abastecimento de água, com enfoque quanto a parcela de renda gasta com a tarifa de água. Em continuidade, apresentam-se as ponderações em relação ao tratamento da água como um bem estritamente econômico, devido aos valores sociais que devem ser observados no processo de atendimento e de cobrança tarifária.

Dado que os serviços de abastecimento de água são prestados em regime de monopólio, apresentam-se informações sobre o papel da regulação na prestação deste serviço, as principais metodologias tarifárias em um panorama internacional e pelas prestadoras, em especial as regionais, atuantes no Brasil.

3.1 - O PROBLEMA DE ACESSIBILIDADE ECONÔMICA DE SAA

A água potável e o esgotamento sanitário foram explícita e formalmente reconhecidos como direitos humanos pela Resolução nº64/292 da Organização das Nações Unidas (ONU) (ONU, 2010). Este direito ancora-se nos pilares de disponibilidade, segurança, aceitabilidade, acessibilidade física e acessibilidade econômica, cabendo ao Estado respeitar, proteger e assegurar a prestação do serviço, sem obrigatoriedade de gratuidade (Bos *et al.*, 2017). Prover serviços de abastecimento de água (SAA) ou serviços de água e esgoto (SAE) implica um custo econômico a ser equilibrado financeiramente via regulação por meio de taxas, impostos e/ou tarifas para continuidade da atividade (Massaruto, 2020), resguardados princípios de equidade e evitando problemas de acessibilidade econômica (Vanhille *et al.*, 2018). Em prol da racionalidade e da equidade defende-se utilizam-se tarifas estruturadas em blocos crescentes de consumo (Boland e Whittington, 1997) e são apoiadas medidas políticas de subsídios (Dalhuisen e Nijkamp, 2002) como ferramentas de apoio financeiro para melhoria da acessibilidade dos grupos populacionais menos favorecidos.

Savenije e Van der Zaag (2002) argumentam que no sistema de tarifas em blocos crescentes de consumo ocorre a precificação dos usos de maior valor, como dessedentação e preparo de alimento, com preço mais baixo em um primeiro bloco tarifário, enquanto para os usos perdulários de menor valor, como lavagem de veículos,

o preço praticado é maior. Para os autores, o que justifica o emprego desta metodologia tarifária, é aceitação dela como melhor compromisso entre eficiência e equidade em diversas sociedades.

Resultados de uma ampla análise de acessibilidade econômica foram publicadas pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e a Organização Mundial da Saúde (OMS). Nela a acessibilidade foi considerada para além de um limiar de despesas com água e esgotamento sanitário sob a perspectiva da equidade e dos direitos humanos, sob a justificativa de que um limiar é influenciado pelos vieses da escolha deste limiar. Assim não pode incidir uma sobrecarga financeira nas famílias mais pobres em relação as mais ricas, de modo a comprometer o acesso a outros direitos como alimentação, saúde, moradia. O enfoque mais detalhado da avaliação foi para Paquistão, Uganda, México, Camboja, Zâmbia e Gana, revelando que apesar do custo financeiro não parecer uma sobrecarga nas despesas das famílias destes países, isso decorre da não consideração do tempo gasto até as fontes de água e das práticas de defecação a céu aberto (áreas rurais). Quando custos do trabalho penoso, da insegurança pessoal e de piora das condições de saúde dado o consumo de fontes contaminadas de água, revela-se custos significativamente maiores para famílias pobres (UNICEF; WHO, 2021).

Para a condução de estudos que permitam a expansão das muitas e possíveis perspectivas de acessibilidade econômica, é necessário avançar na obtenção de dados adicionais por meio da incorporação de perguntas nos inquéritos sobre despesas relacionadas aos custos com água e esgotamento sanitário que requeiram auto investimento familiar, capazes de capturar a variabilidade de preços, quantidades e fontes ao longo de um mesmo ano, além da existência de um banco de dados regularmente alimentado para monitorar preço e acessibilidade para um número grande de serviços públicos simultaneamente (UNICEF; WHO, 2021). A discussão sobre a acessibilidade econômica é ampla e é preciso que ela avance em novas perspectivas que permitam a condução de pesquisas para uma interpretação mais completa.

A garantia da acessibilidade econômica não é tarefa trivial, pois exige intervenções distintas em contextos diversos, pois a capacidade de pagamento por serviços de água e esgoto varia tanto com a com a capacidade de pagamento, quanto pelos meios de prestação do serviço (Heller, 2022). Dentre os efeitos adversos da inacessibilidade dos serviços de água estão o endividamento e a possibilidade de desconexão, comprometendo a satisfação das necessidades essenciais (Martins, 2023).

As metas 6.1 e 6.2 descritas nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável tem por escopo geral o alcance universal da água potável e equitativo para todos até 2030. Para além da acessibilidade física, a faceta acessibilidade econômica (*affordability*) é um elemento ausente no monitoramento do alcance das metas 6.1 e 6.2 e sem o qual não é possível avaliar o atendimento dos direitos à água potável e ao esgotamento sanitário (UNICEF; WHO, 2021).

A abordagem mais comumente discutida da acessibilidade econômica refere-se à razoabilidade dos preços das tarifas de água em relação à renda (Fankhauser e Tepic, 2007; García-Valiñas *et al.*, 2010; Smets, 2009), comparando a renda a um macro índice do esforço orçamentário típico (um índice agregado espacialmente). Para o Banco Mundial, a acessibilidade econômica é aceitável no intervalo de 3 a 5% de comprometimento da renda em relação às tarifas de água (World Bank, 2002), mesma referência indicada pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos de Portugal (ERSAR, 2010). Na literatura, Reynaud (2010) considerou como limiar de “pobreza de água” 3% de comprometimento da renda com SAA, o mesmo utilizado por Fitch e Price (2002); García-Valiñas *et al.* (2010) e Vanhille *et al.* (2018). Já para o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) 3% é o limiar recomendado para SAE (PNUD, 2006), mesma referência adotada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) considerando o decil mais baixo do rendimento familiar (OECD, 2003; PNUD; 2006). Este limite também utilizado por Martins *et al.* (2016).

A acessibilidade econômica para os usos essenciais é foco da maioria das empresas de serviços públicos dos EUA, em detrimento do consumo médio, pois este é influenciado pela demanda dos consumidores de alto volume (Teodoro, 2018). Os usos essenciais são aqueles pelos quais os consumidores estão dispostos a pagar mais, ou seja, possuem menor elasticidade de preço da demanda (Zetland, 2021). Na análise da acessibilidade econômica considerando microdados de grupos de renda conduzida por Fankhauser e Tepic (2007) para 27 países localizados na Europa Central, Europa Centro-Oriental, Estados Bálticos e Sudeste da Europa, o pagamento de contas referentes a serviços públicos não foi um problema para a família média, mas para o decil de renda mais baixo o limite de acessibilidade econômica foi ultrapassado. A averiguação de microdados de renda familiar de lares portugueses conduzida por Martins *et al.* (2016) apontou que o preço dos SAA correspondia a 1,9% da renda

familiar média, enquanto no decil de renda mais baixo o limite de 3% de comprometimento foi excedido.

Para famílias francesas, Reynaud (2010) verificou que os grupos mais vulneráveis à pobreza hídrica são famílias monoparentais. Um total de 14,15% das famílias de adultos solteiros em que o chefe da família é uma mulher têm falta de água (em comparação com 4,31% para toda a população). Quanto maior o tamanho da família, maior foi a parcela da renda gasta com a cobrança de água, havendo quase nenhum impacto para as famílias ricas. Martins *et al.* (2016) constataram que características como o número de membros e o número de filhos foram importantes preditores da ocorrência de problemas de acessibilidade econômica. Famílias maiores tiveram duas vezes mais probabilidade de ter problemas de acessibilidade do que famílias menores e, para o mesmo tipo de agregado familiar, ter pelo menos um filho aumentou o risco de ter problemas de acessibilidade em 40% e 48%, respectivamente.

No Brasil a acessibilidade econômica é uma preocupação relevante pois a Lei 11.445/2007, Marco Legal do Saneamento Básico (MLSB) no país, atualizado pela Lei 14.026/2020, omite-se do comprometimento público da água potável e do esgotamento sanitário um direito humano. A atualização do MLSB prioriza tarifas dos serviços públicos de saneamento como instrumento de sustentabilidade econômico-financeira e vislumbra ampliar a participação do setor privado para alcance da universalização da prestação de serviços de saneamento básico.

Araújo (2024) em pesquisa sobre a (in)acessibilidade econômica da população do Rio de Janeiro em relação ao volume de 15m³ e dados referentes ao ano de 2021, delimitou o limiar de comprometimento de 3 a 5% como patamar de acessibilidade, sendo esses considerados como insustentável e crítico, respectivamente, para famílias extremamente pobres. Os resultados mostraram que 14% das famílias cariocas comprometeram 5% ou mais de sua renda doméstica com tarifa mínima de água e 9% delas gasta mais de 3% com tarifa social água. Para tarifa de água e esgoto, para 31% das famílias esse comprometimento ultrapassou 5% da renda familiar, enquanto 17% comprometeram mais de 3% com a tarifa social. Para o autor, a redução do preço em decorrência da tarifa social não foi suficiente para proteger as famílias de serem desconectadas dos sistemas em virtude da ausência de pagamentos.

A acessibilidade econômica, assim como a segurança e a equidade, é fundamental para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, mas não há métrica consolidada (até o momento em que este trabalho foi finalizado) para delimitar

a razoabilidade de preços da água fornecida por meio de rede de abastecimento. Um grande desafio é indicar o que seria um fardo tarifário excessivo às famílias, especialmente àquelas em situação de vulnerabilidade econômica, e avaliar como as políticas existentes, como as de subsídios tarifários conseguem alcançar o público de menor renda e protegê-lo de penalizações e sanções desnecessárias.

3.2 - VALOR DA ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

A água é um bem essencial, com diversas características intrínsecas e usos. No setor de abastecimento público, área de uso da água em que este trabalho se concentra, muitas pessoas não detêm capacidade de pagamento por este direito. Dessa forma, a água não pode ser precificada como um bem estritamente econômico à medida que seu uso deve incorporar contextos sociais diversos, além de outras necessidades e direitos das populações, como alimentação, moradia e saúde.

Desde a Conferência Internacional sobre Água e Meio ambiente, realizada em Dublin em 1992, foi explicitado e aceito que água é um bem dotado de valor econômico (Savenije e van der Zang, 2002). Os princípios orientadores assentidos referem-se às questões multidisciplinares conexas aos recursos hídricos descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Princípios da Conferência de Dublin.

1-	A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e ambiente. Como a água sustenta a vida, o gerenciamento eficaz dos recursos hídricos exige uma abordagem sistêmica, vinculando o desenvolvimento social e econômico à proteção dos ecossistemas naturais. Uma gestão eficaz considera os usos da terra e da água em toda a área de captação ou do aquífero subterrâneo.
2-	O desenvolvimento e a gestão da água devem se baseados em uma abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores e formuladores de políticas em todos os níveis. A abordagem participativa envolve a conscientização da importância da água entre os formuladores de políticas e o público em geral. Isso significa que as decisões são tomadas no nível mais baixo apropriado, com consulta pública completa e envolvimento dos usuários no planejamento e implementação de projetos de água.
3-	As mulheres desempenham um papel central na provisão, gestão e proteção da água. O papel central das mulheres como fornecedoras e usuárias de água e guardiões do ambiente em que vivem raramente se reflete nos arranjos institucionais para o desenvolvimento e o gerenciamento dos recursos hídricos. A aceitação e implementação deste princípio requer políticas positivas para atender às necessidades específicas das mulheres e equipar e capacitar as mulheres para participar em todos os níveis nos programas de recursos hídricos, incluindo tomada de decisão e implementação, das maneiras definidas por elas.
4-	A água tem valor econômico em todos os seus usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico. Dentro deste princípio, é vital reconhecer primeiro o direito básico de todos os seres humanos de ter acesso à água potável e ao esgotamento sanitário a um preço acessível. O fracasso passado em reconhecer o valor econômico da água levou a usos desperdiçadores e prejudiciais ao meio ambiente do recurso. Gerenciar a água como um bem econômico é uma maneira importante de alcançar um uso eficiente e equitativo e de incentivar a conservação e a proteção dos recursos hídricos.

Fonte: Organização das Nações Unidas, 1992.

Perry *et al.* (1997) argumentam que a proclamação da água da Conferência Internacional de Dublin é vaga em termos de conteúdos operacionais ao definir a água como um bem econômico. Para estes autores, a preocupação em si não é se a água é um bem econômico, mas qual tipo de bem econômico, pois não se segue da declaração que a água deva ser alocada por preços de mercado competitivos que reflitam simplesmente valores financeiros.

Savenije (2002) argumenta que a água é um bem econômico que deve ser tratado de forma especial por possuir características que juntas a tornam diferente de quaisquer outros bens, sendo ela essencial, escassa, fugidia, volumosa, insubstituível, complexa e com altos custos envolvidos em seu transporte. Essa combinação de características não permite que a teoria de mercado seja trivialmente aplicada na alocação da água. Grimble (1999) corrobora tais características e acrescenta sua essencialidade básica, sendo necessária todos, mesmo que nem todos possam pagar por ela.

A viabilidade dos serviços de abastecimento de água (SAA) está comumente ancorada na eficiência econômica. Entretanto, a valoração da água e seu reconhecimento como um bem econômico, aliados à temática da equidade presente no quarto princípio da Conferência de Dublin, ainda precisam ser explorados na literatura voltada ao abastecimento público.

As tarifas podem, por um lado, favorecer ou dificultar investimentos em infraestrutura para alcance das populações e, por outro, devem trazer à tona a discussão da equidade e responsabilização governamental pela entrega dos direitos sociais de SAA. Para que essas questões ascendam aos debates políticos é preciso em um primeiro momento, trazer à tona clareza conceitual a respeito de justiça, igualdade e equidade. Assim, foi considerado relevante conduzir neste capítulo uma revisão teórica a respeito destes temas.

Este capítulo tem por intuito apresentar a definição de bem e valor econômico da água e discutir conceito de equidade. A ênfase é dada para a água no contexto da tarifação e das políticas associadas ao saneamento básico.

3.2.1 - Água como um bem econômico

A água pode ser alocada entre distintos usuários, entre gerações e ambientes em situações temporais de escassez ou de abundância. É fundamentalmente diferente de outros bens, pois não há substituto, além de essencial à vida e cadeias produtivas, sem permitir escolhas além da alocação eficiente (Winpenny, 1994).

O preço da água não é um instrumento de alocação, mas relativo à sustentabilidade dos fornecedores que devem receber pagamento suficiente para manutenção dos sistemas e da qualidade dos serviços (Savenije e van der Zaag, 2002). Além da recuperação de custos, a precificação visa estimular o uso eficiente do recurso pelos clientes, além de alcançar objetivos relacionados à equidade, saúde pública e conservação do recurso (Barberán e Arbués, 2009).

Determinar o preço da água em sistemas de abastecimento não é, necessariamente, valorá-la. No saneamento básico há questões gerenciais, sociais e políticas que distinguem e influenciam preço, valor e custo (Quadro 2). Estas diferenças conceituais são importantes, pois uma companhia pode considerar diferentes custos para a composição de sua tarifa, assim como sofrer diversas influências externas. E estar,

ainda, sujeita a precificar a água abaixo da recuperação de custos com a finalidade de assegurar o acesso da população vulnerável à água.

Quadro 2 - Definição de custo, valor e preço aplicáveis ao abastecimento de água.

Custo	Custos de operação e manutenção, de capital, de oportunidade, e de externalidades ambientais e econômicas.
Valor	Benefícios para os usuários, fluxo de retorno, benefícios indiretos e valores intrínsecos
Preço	Quantidade definida por sistemas políticos e sociais para garantir a recuperação dos custos, equidade e sustentabilidade

Fonte: Rogers *et al.*, 2002.

Tratar a água como bem econômico relaciona-se com as metodologias de precificação à medida que estas são utilizadas para sinalizar que nem todos podem ter a quantidade de água desejada para qualquer finalidade, pois os estoques globais são limitados e o aumento da oferta não atende indefinidamente a demandas crescentes (Grimble, 1999). Porém, dadas as características intrínsecas da água, que, juntas a tornam um bem muito especial, sua alocação e uso devem levar em conta um complexo conjunto de interesses, que vai além da eficiência e incorpora equidade e sustentabilidade ambiental. Tais características diferenciam a água de outros bens econômicos e têm sua importância, pois afetam a demanda, seu valor, além dos arranjos sociais e institucionais pelos quais é fornecida (Hanemann, 2006). Reconhece-se sua importância às populações como um recurso escasso, sem possibilidade de substituição (Savenije e van der Zaag, 2002).

Um bem econômico pode ser classificado em público ou privado. Bem público é não rival e não excludente. A água, conforme seu uso, pode ter mais de uma classificação (Figura 2). A exemplo, qualquer pessoa pode utilizar *in situ* as águas de um lago para lazer sem subtrair seu volume ou limitar o acesso de outra, sendo assim um bem público. Por outro lado, a água utilizada para irrigação ou mesmo a abastecimento residencial é retirada de um manancial e torna-se indisponível aos demais consumidores, o que a caracteriza como um bem privado (Hanemann, 2006).

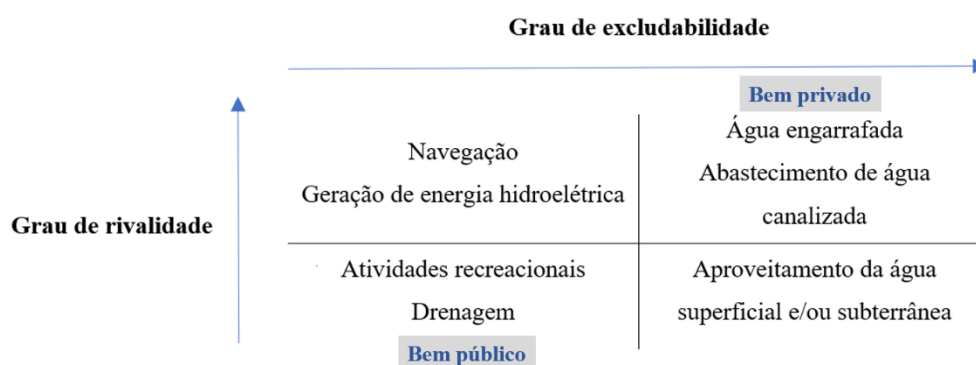


Figura 2 - Tipos de bem e usos múltiplos da água.
 Fonte: Adaptado de Liu *et al.*, 2003.

Quando a água adquire características de bem privado, os custos dos serviços de abastecimento devem ser refletidos no preço estipulado ao consumidor final para promover níveis eficientes de consumo e de recuperação de investimentos em infraestrutura (OECD, 2003).

Entretanto, há necessidade de equilíbrio entre setores e a existência de usos de relevância social, cuja capacidade de pagamento pode ser limitada (Savenije e van der Zaag, 2002). Para estes casos, pode-se exercer controle sobre o preço com a finalidade de benefício público.

A água utilizada para saciar necessidades básicas vitais é um bem de mérito porque os benefícios sociais excedem os benefícios privados (OECD, 2003). O acesso à água limpa para dessedentação, higiene pessoa e doméstica é benéfico, pois reduz o absenteísmo e gastos médicos, que comumente excedem o custo do fornecimento da água (Perry *et al.*, 1997). O impacto dos aumentos de preços aos consumidores de baixa renda pode ser mitigado através da estrutura tarifária. As taxas de "linha de vida" são comumente aplicadas ao primeiro volume ou bloco de consumo para evitar penalizar usuários mais pobres e desencorajar o consumo abaixo do socialmente ideal (Winpenny, 1994).

Gleick (1996) determina quatro necessidades humanas básicas: água potável para sobrevivência, para a higiene humana, para os serviços de esgotamento sanitário e, por fim, necessidades domésticas destinadas ao preparo de alimentos. Para tais, o autor sugere o patamar de 50 L por pessoa por dia, independentemente de seu status econômico, social ou político. A literatura apresenta variabilidade no que seria um patamar de linha de vida (Quadro 3), a exemplo, em estudos sobre acessibilidade

econômica com determinação de consumo para suprimento de necessidades essenciais de água, Van Abs *et al.* (2021) considerou volume de 151 L/hab.dia para família com 3 pessoas (tamanho médio familiar local de Nova Jersey, localidade do estudo), enquanto Teodoro (2018) considerou volume de 189L/pessoa. dia em uma família com 4 pessoas para as 25 maiores cidades dos Estados Unidos. Howard *et al.* (2020) adotou 100 L/pessoas.dia em estudo sobre estimativa do volume para atendimento de todas as necessidades de saúde e higiene.

Para García-Valiñas *et al.* (2010) o acesso ideal à quantidade básica de água depende de uma série de características pessoais e ambientais, como idade ou estado de saúde, e sofre interferência de características microclimáticas, como o aumento da temperatura local em parte do ano. Assim as necessidades básicas humanas são heterogêneas e a quantidade de água para garantir condições saudáveis variam entre 50 e 100 litros per capita por dia.

Quadro 3 - Volumes de consumo de água em estudos voltados à acessibilidade econômica e de determinação de necessidades básicas diárias.

Autor	Localidade	Escopo da estimativa	Consumo de água analisado
Van Abs <i>et al.</i> (2021)	Nova Jersey - EUA	Acessibilidade econômica de água – consumo para suprimento de necessidades essenciais de água	151 L/hab.dia em uma família com 3 pessoas (tamanho médio familiar local)
Howard <i>et al.</i> (2020)	-	Todas as necessidades domésticas de saúde e higiene	100 L/pessoa. dia
Teodoro (2018)	25 maiores cidades dos EUA	Acessibilidade econômica de água – consumo para suprimento de necessidades essenciais de água	189L/pessoa. dia em uma família com 4 pessoas
Raucher <i>et al.</i> , (2019)	-	Acessibilidade econômica de água	189L/pessoa. dia em uma família de tamanho médio incluída no primeiro quintil de rendimento.
Mack e Wrase (2017)	Estados americanos	Acessibilidade econômica de água	378L/pessoa. dia em uma família com 4 pessoas
Chenoweth (2008)	-	necessidade mínima de água estimada para a saúde humana e para o desenvolvimento econômico e social	135L/pessoa. dia
Gleick (1996)	-	Necessidades básicas de saúde e higiene doméstica	50 L/pessoa. dia

Nos sistemas de precificação da água em sistemas de abastecimento existem diversas possibilidades de estruturas tarifárias. Comumente, ocorre o uso de estrutura que combina a adoção de um volume de consumo mínimo, associada a blocos de consumo crescentes em função do uso além do estabelecido como linha de vida. Para o volume mínimo, o preço é definido abaixo do custo de recuperação total, com a

finalidade de garantir o acesso a água potável para todas as camadas sociais. Na Figura 3 são representados os tipos de bens econômicos possíveis para a água, em uma estrutura tarifária de volume de consumo mínimo acrescida de dois hipotéticos blocos de consumo crescentes.

Além dos limites da água como necessidade vital básica, não há razoabilidade em ajudar indivíduos ou famílias na aquisição deste recurso. Logo, a água pode ser tratada diferentemente se exceder certos níveis de consumo. Em níveis mais altos de suprimento, a água pode ser considerada um bem econômico (Liu *et al.*, 2003).

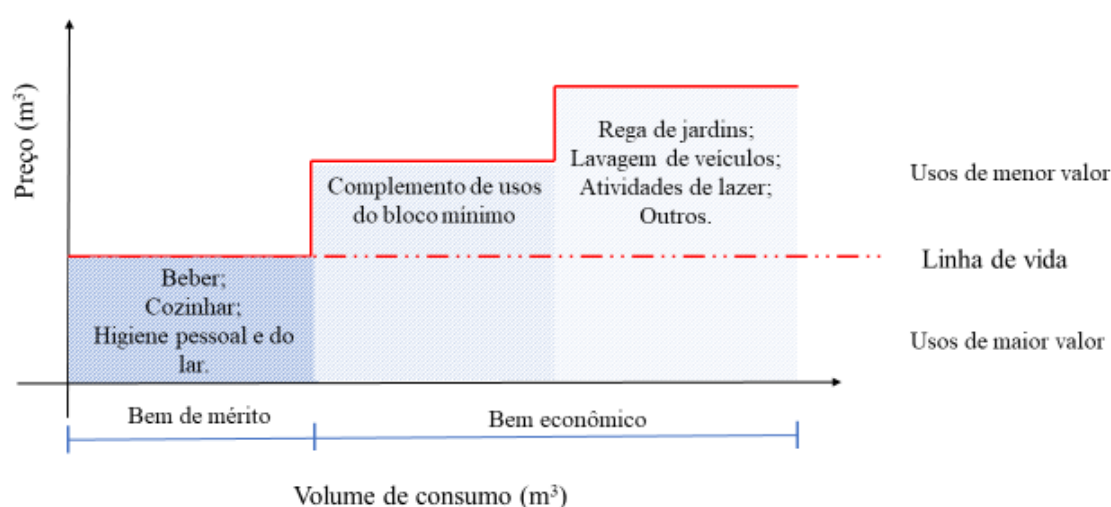


Figura 3 - Tipos de bens econômicos associados à metodologia de tarifação consumo mínimo e blocos de consumo crescentes.

Diante das muitas características únicas, dos múltiplos usos e da escassez do bem, precificar a água é uma atividade complexa. Garantir água potável e esgotamento sanitário são desafios sociais que devem ser alcançados, justamente por isso sinalizar a água como um bem puramente econômico não faz sentido diante de quantidades necessárias à manutenção das condições saudáveis às populações, que detém capacidade limitada de pagamento. Para usos excessivos, é preciso o uso de ferramentas, como a sinalização via preços, para permitir a sustentabilidade do bem.

3.2.2 - Regulação econômica de serviços de abastecimento de água

A infraestrutura relativa ao abastecimento de água e esgotamento sanitário requerem substancial investimento e manutenção, e a necessidade de investimento é por vezes grande e imprevisível (OECD, 2010). As estruturas relativas ao abastecimento de água e esgotamento sanitário envolvem elevado investimento de capital inicial, dificuldade no transporte de longa distância, associação entre parte do custo dos serviços às redes de distribuição, implicando em sistemas de economia de escala que contribuem para a criação de condições de monopólio (Abbott e Cohen, 2009).

Em um mercado competitivo várias empresas concorrentes atuam para prestação de serviços ou produção de bens de interesse dos vários consumidores a serem atendidos. Um único produtor ou um mesmo consumidor não possui poder de decisão sobre o preço em um mercado perfeitamente competitivo, assim o determinante do preço é o equilíbrio entre a demanda e a oferta (Figura 4 a). O monopólio existe quando apenas um produtor é responsável pelo atendimento de todo um mercado, definindo em qual ponto da curva de demanda irá operar e o preço do bem (Nicholson e Snyder, 2008). Em um mercado competitivo o custo marginal (CM_a) se iguala a oferta, enquanto no monopólio o ponto de operação é maior que o CM_a e por consequência o preço praticado é superior e a produção é menor (Varian, 2012).

Em um mercado competitivo, os preços (p_c) e a produção (q_c) estão em equilíbrio. Em um monopólio o equilíbrio não ocorre porque o único produtor detém influência sobre o mercado e pode escolher seu nível de produção com intuito de maximização dos lucros. O preço de monopólio (p_m) é ineficiente, ou seja, superior ao CM_a e quantidade produzida (q_m) é a produção incorrida até que a receita marginal (RM) se iguala ao CM_a (Varian, 2012), como observado na Figura 4 b.

Nos monopólios o prestador tenderá a maximizar seus lucros, reduzindo a qualidade do serviço e os investimentos, em relação aos mercados concorrenciais (Jouravlev, 2001a). Como o monopolista maximiza seus lucros, cessa sua produção em ponto de interesse à sua receita e, potencialmente, boa parte dos consumidores não serão atendidos. Para Farina *et al.*, (1997), nas situações em que uma única firma provê bens ou serviços, há presença de barreiras à entrada de novos prestadores e, se ocorre ausência da regulação, o único controle de preços seria a disposição a pagar dos consumidores, por consequência o poder de mercado potencial de prestadores de

serviços de utilidade pública seria demasiadamente grande à medida que consumidores ofereçam demanda inelástica.

Como os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário (SAE) e SAA são serviços de utilidade pública normalmente providos por meio de monopólios, há entraves para a universalização e necessidade do exercício da regulação, do contrário os consumidores estarão sujeitos ao uso de outras fontes de água que não a rede de abastecimento, a exemplo de poços e caminhões pipa, e a adoção de técnicas de lançamento de esgotos capazes de comprometer a qualidade do ambiente.

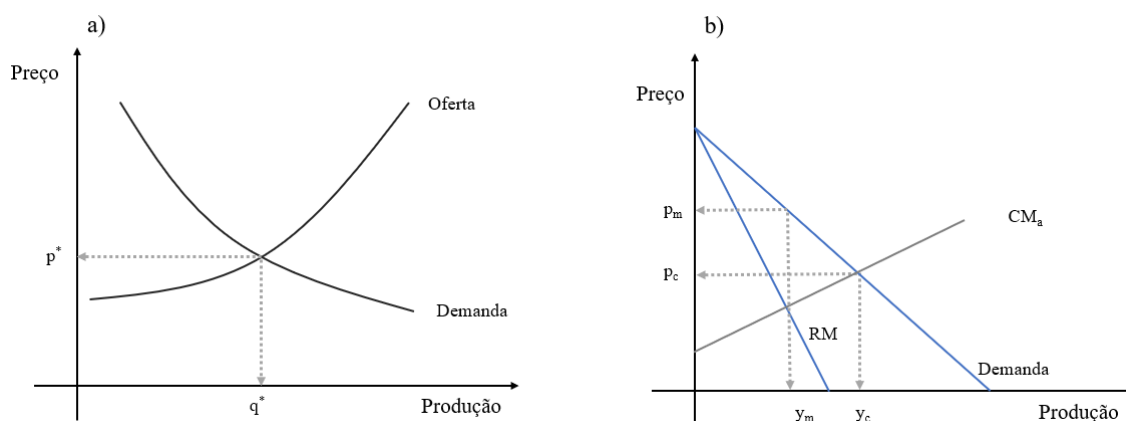


Figura 4 - a) Preço em mercado competitivo e b) Preço em situação de monopólio.

Fonte: Adaptado de Varian (2012).

No monopólio uma empresa atua praticamente de forma exclusiva em uma atividade econômica. Nas situações como geração e transmissão de energia, SAA, SAE e fornecimento de gás natural não há viabilidade para atuação de mais de um prestador, logo estes monopólios são ditos naturais (Galvão Júnior e Paganini, 2009). Nestes exemplos há custos fixos elevados e capital altamente específico (Turolla, 2002), portanto a prestação de serviços por mais de uma empresa não é lucrativa ou possível ao mercado (Nicholson e Snyder, 2008). As economias de escala e de escopo justificam a atuação de um único prestador para abastecimento de todo o mercado (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

A economia de escopo trata dos custos mais baixos dada a atuação de um mesmo prestador no fornecimento de mais de um serviço, a exemplo do atendimento por uma mesma concessionária dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário (Galvão Júnior e Paganini, 2009). Já a economia de escala ocorre quando o

aumento do custo médio é proporcionalmente menor que o aumento da quantidade do bem produzido (Abbott e Cohen, 2009).

Para as prestadoras de SAA e/ou SAE, dependentes de altos investimentos em infraestrutura, à medida que novas unidades usuárias são conectadas às redes, os custos médios tornam-se menores. A inviabilidade de atuação de mais de um ente na prestação do mesmo serviço ocorre porque o custo marginal da atividade é baixo, mas os custos fixos são expressivos.

Quando existe um monopólio natural, o livre mercado não será capaz de produzir um resultado economicamente eficiente, pois a competição necessária não existirá para regular a conduta do prestador de forma que se satisfaçam os interesses da sociedade. Em geral, a eficiência dos monopólios — naturais ou não — em termos de produção e distribuição é inferior à das empresas que operam em ramos de atividade competitivos (Jouravlev, 2001a), pois a empresa pode procurar reduzir custos por meio de investimento aquém daquele que seria necessário para garantir a qualidade e a cobertura dos serviços (Faria *et al.*, 2005).

A existência de características de monopólio natural, externalidades e preocupação com o bem-estar criam condições, tanto em caso de provisão via serviços públicos quanto privatizados, para a regulação dos serviços de abastecimento de água (Abbott e Cohen, 2009). O conceito de regulação é aplicável a qualquer atividade e seu intuito maior é a organização de determinado setor, de modo que ocorram inferências nas decisões ou condutas adotadas por terceiros. Turolla (2002) argumenta que na impossibilidade de competição direta em um mercado, a regulação é uma alternativa de controle do poder do monopólio.

A prevenção dos preços excessivos e da baixa qualidade técnica que poderiam resultar do poder de monopólio natural advém da regulação econômica do setor, que também objetiva manter ativos para garantir a continuidade da prestação de serviços essenciais; proteger os consumidores vulneráveis, de maneira que todos os usuários sejam tratados de forma justa pelas empresas e a proteção do ambiente, que de outra forma poderia ser prejudicado em uma comparação puramente privada de custos e benefícios (OECD, 2010). Na literatura microeconômica argumenta-se que a regulação tem por objetivo aumentar a eficiência econômica (Pindyck e Rubinfeld, 2013).

Dentre os problemas relacionados à prestação de serviços por um monopolista, estão aqueles relacionados aos riscos de preços excessivos e consequente exclusão de grupo de usuários com renda desfavorável, baixa qualidade, e à impossibilidade de

estabelecimento de uma tarifa a um preço competitivo. Em um primeiro momento, poder-se-ia considerar que a eficiência dos monopólios seria alcançada se estes forem forçados a reduzir as tarifas dos serviços públicos, de modo que o preço praticado se iguale ao CM_a . Porém Varian (2012) explica que a tal preço o prestador de serviço monopolista não cobrirá seus custos porque operará abaixo da curva de custo médio. Como consequência, dependerá de subsídios se o preço praticado for igual ao custo marginal ou deverá operar, ao menos, sobre a curva de custo médio e sobre a curva da demanda, no ponto (pCM_e, yCM_e) , em que a quantidade de produto ofertada é menor que ao nível eficiente (Figura 5

Apesar dos benefícios da atuação de uma empresa monopolista em termos de redução dos custos da prestação dos serviços, podem ocorrer problemas sociais em função dos altos preços e baixa capacidade de atendimento, ou ainda, receitas insuficientes à recuperação de custos. Zetland e Gasson (2012) argumentam que pode ocorrer redução de gastos com expansão de infraestrutura, manutenção e operação; necessidade constante de subsídios governamentais subjugados por crises financeiras, mudanças administrativas ou terceirização do problema pela atuação de empresas privadas detentoras de expertise, finanças e permissão política para aumento de preços.

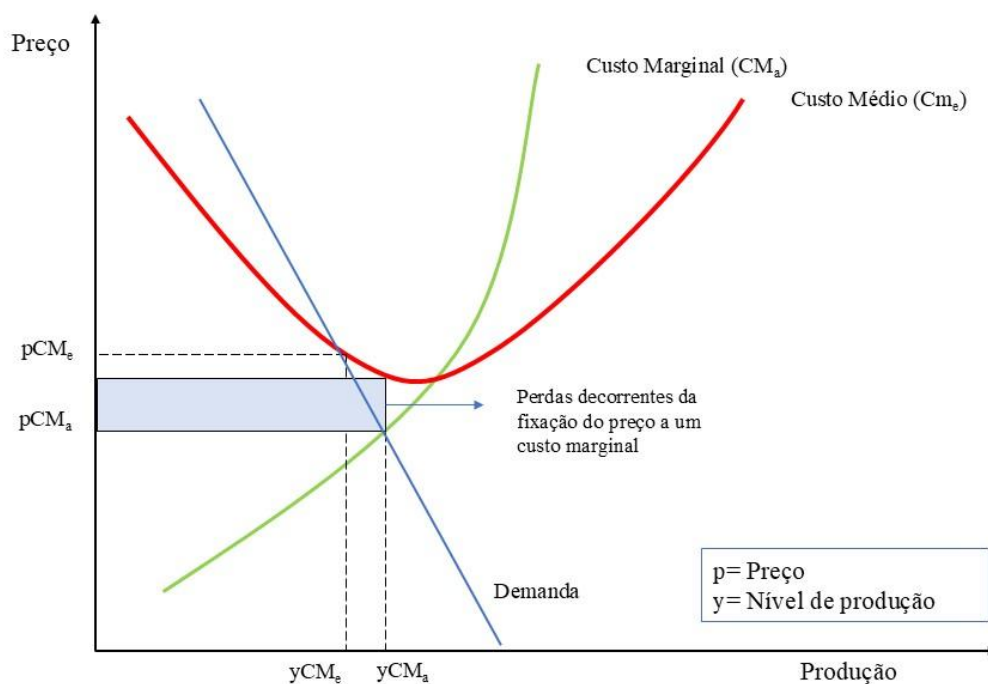


Figura 5 - Monopólio natural.

Fonte: Varian (2012).

A regulação econômica dos SAA/SAE pode ser pensada como um controle legal sobre os prestadores com vistas à superação de problemas gerados pelos mercados monopolistas, impedindo, por um lado, que as tarifas praticadas sejam estabelecidas abaixo do nível razoável de recuperação de custos ou, por outro, que os custos sejam excessivamente altos (Ehrhardt *et al.*, 2007).

Conforme Farina *et al.* (1997), as intervenções do Estado quanto à regulação decorrem das falhas de mercado em proporcionar uma alocação eficiente de recursos como ocorre nos mercados competitivos, tomados como referência. A eficiência econômica divide-se em duas dimensões, a primeira delas trata da eficiência alocativa que é atingida quando há equilíbrio dos preços de mercado de bens ou serviços aos seus custos marginais de produção.

A segunda dimensão, a de eficiência produtiva, refere-se à produção com os menores custos possíveis (Marques, 2011). Subdivide-se em eficiência produtiva estática e dinâmica. A eficiência produtiva estática é alcançada quer por competição em um mercado, quer por um sistema de incentivos enquanto a eficiência produtiva

dinâmica possui as mesmas forças motrizes, mas é atingida quando os prestadores são levados à procura e adoção de tecnologias mais avançadas no decorrer do tempo.

A regulação objetiva incentivar a retomada da eficiência que existiria caso fosse viável a concorrência no mercado. Dentre os objetivos da regulação, para o consumidor espera-se a proteção contra a extração de renda e a garantia da qualidade adequada da água e, simultaneamente, a garantia aos investidores de um retorno necessário sobre ativos de longa duração (Abbott e Cohen, 2009). Para Galvão Jr e Paganini (2009) a regulação pode ser definida como intervenção do Estado nas ordens econômica e social, com intuito de alcançar eficiência e equidade, explanadas como universalização da provisão de bens e serviços públicos de natureza essencial, sejam os prestadores estatais ou privados.

Barbosa e Brusca (2015) argumentam que o preço da água é um instrumento a ser utilizado para melhorar a eficiência de sua gestão e possibilitar a sustentabilidade dos recursos, no entanto afirmam existir um debate sobre o ponto em que fatores estruturais influenciam os preços e, se do ponto de vista das concessionárias de água e esgotamento sanitário o objetivo principal das tarifas é a recuperação de custos e a geração de lucros, há necessidade de se considerar o conceito de justiça e o objetivo social das tarifas. Em continuidade, os autores mencionam que apesar da possibilidade de geração de conflitos de interesse entre clientes e concessionárias, é papel das reguladoras e das autoridades o equilíbrio desses conceitos, o que torna o desenho das tarifas de água um processo complexo, permeado por vários fatores.

Nas atividades fornecidas em mercados de monopólio natural, os incentivos para eficiência produtiva e eficiência nas alocações dependem fundamentalmente do marco legal do setor (Jouravlev, 2001a). Capítulo V do MLSB é inteiramente dedicado à regulação. Nele são explicitadas a função, os objetivos, os aspectos para os quais deverá haver a edição de normas, os critérios para gestão associada ou prestação regionalizada, além da obrigatoriedade do prestador de serviço público quanto ao fornecimento de informações à entidade reguladora com vistas à redução da assimetria de informações, definido o papel da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico como instituidora de normas de regulação dos serviços públicos de saneamento básico, a publicidade de relatórios, estudos, decisões e instrumentos equivalentes não sigilosos referentes à regulação e identificação dos direitos dos usuários dos serviços.

Adentrando o tocante das tarifas, é explicitado no Artigo 22 da Lei 11.445/2007:

Art. 22. São objetivos da regulação:

I - estabelecer padrões e normas para a adequada prestação e a expansão da qualidade dos serviços e para a satisfação dos usuários, com observação das normas de referência editadas pela ANA;

II - garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas nos contratos de prestação de serviços e nos planos municipais ou de prestação regionalizada de saneamento básico;

III - prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência dos órgãos integrantes do Sistema Brasileiro de Defesa da Concorrência; e

IV - definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos quanto a modicidade tarifária, por mecanismos que gerem eficiência e eficácia dos serviços e que permitam o compartilhamento dos ganhos de produtividade com os usuários. (grifo nosso)

O MLSB também especifica:

Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:

I - de abastecimento de água e esgotamento sanitário, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos, conjuntamente; [...]

A modicidade tarifária está associada aos mecanismos envolvidos na determinação do preço das tarifas para os diferentes grupos usuários. A exemplo, usuários de baixa renda podem pagar preços aquém do custo médio do produtor, por outro lado outros consumidores devem ser tarifados a preços com vistas ao equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços. Para Marques (2010) o custo da exclusão de clientes dos serviços, em termos de saúde pública ou segregação social, é muito superior ao custo de subsidiar mais clientes de baixa renda. Como percebido no Artigo 29 da Lei 11.445/2007, formas adicionais de alcance de sustentabilidade são possíveis, tanto porque o processo de universalização é gradativo, quanto porque há necessidade de altos investimentos no setor.

A regulação dos preços cobrados pelos serviços é pedra angular e o aspecto mais visível da regulação econômica tem por objetivo proteger os consumidores de conduta monopolística (Jouravlev, 2001b). O princípio geral é o estabelecimento e prática de

regras específicas para a criação/manutenção de tarifas e preços ou, mais tecnicamente, a regulação econômica procura a maximização do bem-estar social, induzindo os operadores a produzirem o que é desejável, com intuito de alcançar resultados ótimos para preços praticados, quantidades produzidas e padrões de qualidade oferecidos (Marques, 2011).

Para Melo e Turolla (2013) os modelos básicos de regulação dos preços são a regulação pelo custo (regulação por taxa de retorno), metodologia mais tradicional na qual as tarifas são definidas pelo custo do prestador, e a regulação pelo preço teto (regulação por incentivo), na qual desvincula-se o custo, mas incentivos permitem a apropriação de excedente do lucro (Quadro 4). Os autores argumentam que não existe método superior quando incorporados mecanismos de incentivo à gestão eficiente e à prudência nos investimentos. Galvão Júnior e Paganini (2009) complementam que em qualquer método adotado para regulação de preços, a determinação de custos e valoração de ativos são atividade complexas capazes de exigir elevada *expertise* dos reguladores.

Para Marques (2011) a distinção de metodologias de regulação dos preços não apresenta tantas diferenciações em termos práticos, porque os métodos de regulação por incentivos de desempenho implicam no recebimento de uma remuneração considerada justa e apropriada (para a sustentabilidade do operador), mas também porque admitem que alguns custos (receitas) recaiam sobre os usuários. A conclusão extraída por Jouravlev (2001b) é que as diferenças entre a regulamentação via preço teto e pela taxa de retorno são quantitativas e não qualitativas. Incidem fundamentalmente quanto aos meios para estimar custos e quanto ao intervalo regulamentar e sua forma de estabelecimento, não há, porém, argumento convincente em favor de uma ou outra metodologia.

Uma série de trabalhos trata dos efeitos da regulação em concessionárias SAA/SAE. Dentre os exemplos, cita-se a pesquisa de Saal e Parker (2004) que compararam o efeito da privatização e da regulação quanto ao crescimento da produtividade na indústria de água e esgoto da Inglaterra e País de Gales, no período de 1985 a 1999. Os resultados da pesquisa não mostraram qualquer evidência estatística de melhoria de produtividade na sequência imediata à privatização ocorrida em 1989, independente das mudanças regulatórias. Entretanto, no período pós 1995 houve melhoria na produtividade do trabalho, evidenciando a importância da regulação na condução de melhorias de desempenho, em especial quanto ao desempenho operacional.

Bottasso e Conti (2003) analisaram o custo econômico e a mudança técnica do setor abastecimento de água e esgotamento sanitário na indústria inglesa e galesa durante o período 1995-2001. Para os autores, houve melhoria no desempenho geral no setor a partir da revisão de preços conduzida em 1999 pela *Water Services Regulation Authority* (Ofwat), departamento governamental não ministerial responsável pela regulação de SAA e SAE na localidade. Nesta revisão, foi imposta maior rigidez quanto ao fator de eficiência utilizado para se determinar o limite de preço, como consequência houve incentivos para que as empresas melhorassem tanto em eficiência quanto em produtividade.

Aubert e Reynaud (2005) avaliaram os efeitos das políticas regulatórias sobre a eficiência de custos das empresas de SAA em Wisconsin, Estados Unidos, utilizando dados de 211 concessionárias de água, no período de 1998 a 2000. Os resultados mostraram que a eficiência pode ser explicada pelo tipo de regulamentação imposta. Em média, as concessionárias mais eficientes são aquelas que operam sob um regime de taxa de retorno no qual o regulador reúne amplas informações. Pelo contrário, as concessionárias de água menos eficientes são aquelas que operam sob um regime híbrido correspondente a uma regulamentação de taxa de retorno com muito menos informações, juntamente com um limite superior sobre os aumentos de preço da água.

Simulações desenvolvidas por Brocas *et al.* (2006) apontam aumento de preço, resultando em perdas significativas no excedente do consumidor com regulação via preço teto. O aumento dos lucros das empresas não contrabalançou esta perda, o que pode apoiar o uso da regulação pela taxa de retorno. No entanto, para monopólios regulados em ambiente com assimetria de informações, os resultados foram melhores para a metodologia preço teto.

A eficiência do setor de abastecimento de água na Holanda, Inglaterra e País de Gales, Austrália, Portugal e Bélgica foi analisada por De Witte e Marques (2010). Os resultados obtidos pelos autores sugerem efeitos positivos da regulação por incentivos quanto a eficiência. Na ausência de incentivos claros e estruturais, a eficiência média das concessionárias cai em comparação com as concessionárias que são estimuladas via regulação.

Quadro 4 - Propriedades principais dos métodos de regulação de preços via taxa de retorno e preço teto.

Características	Taxa de retorno	Preço teto
Origem	Estados Unidos – século XIX	Inglaterra – anos 20
Princípio geral	Precificação por custo médio, determinado pelo custo e receitas totais.	Baseia-se em limites de preços e não em rentabilidade
Procedimentos básicos	Com base nas informações contábeis de um período de referência, o regulador observa custos operacionais incorridos, impostos, depreciação e amortização; Realiza um ajuste desconsiderando despesas injustificáveis e projeções de inflação; A taxa de retorno determinada é aquela capaz de recuperar os custos a um lucro zero.	O regulador limita o preço máximo que a concessionária pode cobrar por um serviço ou conjunto destes; Durante o período regulatório, os preços são ajustados a partir do cálculo de um índice geral de preço, como a inflação, com diminuição do ganho de produtividade; Na revisão regulatória subsequente, os níveis de preços serão menores caso melhorias dada as reduções de custo e/ou inovação tenham sido alcançadas.
Informações requeridas	Custos operacionais decorridos no passado, impostos, depreciação ou amortização.	Os custos operacionais advêm de comparação com outros prestadores ou por meio da construção de empresa de referência.
Referência de custos	<i>ex-ante</i> . Retrospectiva: histórico de custos de período anterior	<i>ex-post</i> . Prospectiva: Projeção de custos eficientes
Vantagens	Adaptação tarifária às condições variáveis ao longo do tempo; Baixo risco de negócio; Manutenção dos níveis e monitoramento dos lucros.	Maiores incentivos a favor da redução de custos e inovação no curto prazo; Flexibilidade do preço
Desvantagens	Altas tarifas; Estímulo a investimentos excessivos; Ausência de incentivos à operação eficiente e à redução dos custos operacionais; Risco de manipulação contábil (prestador); Alto custo administrativo (regulador).	Benefícios injustificados às custas dos clientes; Demandas insustentáveis aos reguladores; Possível redução da qualidade; Pouco estímulo à expansão do atendimento
Intervalo regulatório	Breve e endógeno. Dependente do monitoramento dos custos.	Longo e exógeno. Decidido previamente.
Ajuste tarifário	Ajustes automáticos atrelados à inflação e custos de insumos são possíveis.	Reajustes comumente anuais considerando a inflação e um fator de ajuste relacionado a produtividade
Revisão tarifária	Dependente do desequilíbrio econômico-financeiro.	De 3 a 6 anos.
Pontos de atenção	Taxa de retorno atrativa aos investimentos; Segurança de recuperação do capital; Custos ineficientes e investimentos não prudentes.	Intervalo regulatório; Preço teto; Taxa de retorno; Assertividade do regulador sobre e custos da atividade.
Equidade e justiça	Algumas categorias usuárias podem ser isoladas de preços e tarifas potencialmente altas	As cobranças de certas classes de clientes devem estar relacionadas, de maneira ampla, aos custos que impõem ao sistema

Fonte: Adaptado de Farina *et al.* (1997); Galvão Júnior e Paganini (2009); Jouravlev (2001b); Melo e Turolla (2013).

No Brasil a regulação é exercida por agências de consórcios municipais, agência distrital, reguladoras estaduais e agências municipais. As agências reguladoras de prestadoras de saneamento básico brasileiras de abrangência regional estão descritas no Quadro 5. Há três metodologias de regulamentação econômica empregadas pelas agências reguladoras brasileiras: taxa de retorno, preço teto e limite de receita (Barbosa e Brusca, 2015). Na verdade, a metodologia limite de receita (*revenue cap*) está incluída no mesmo grupo do limite de preço teto (Marques, 2011). À exceção da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), a tipologia de reajuste e revisão tarifária empregada no Brasil ainda não incorporou produtividade e eficiência econômica e é baseada no custo do serviço. Este mecanismo foi amplamente estabelecido pelo Plano Nacional de Saneamento (Planasa), instituído no país na década de 70 (Mesquita e Campos, 2013).

A Lei n.6528/78, já revogada, regia e instituiu que “as tarifas obedecerão ao regime do serviço pelo custo, garantindo ao responsável pela execução dos serviços a remuneração de até 12% (doze por cento) ao ano sobre o investimento reconhecido”, como o apelo do Planasa era voltado à construção e ampliação dos sistemas, especialmente os de abastecimento de água, e existiu menor ênfase à operação, houve posterior degradação dos mesmos (Melo e Turolla, 2013).

Quadro 5- Agências reguladoras de prestadoras de SAA/SAE de abrangência regional.

Identificação	Sigla	UF	Lei de criação
Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas	ARSAL	AL	Lei n.º 6.267 de 20 de setembro de 2001
Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia.	AGERSA	BA	Lei nº 12.602 de 29 de novembro de 2012
Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará	ARCE	CE	Lei nº 12.786, de 30 de dezembro de 1997
Agência Reguladora de Águas e Saneamento	ADASA	DF	Lei nº 3365 de 16 de junho 06 de 2004
Agência Reguladora de Saneamento Básico e Infraestrutura Viária do Espírito Santo	ARSP	ES	Lei Complementar nº 477, de 29 de dezembro de 2008
Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos	AGR	GO	Lei nº 13.550 de 11 de novembro de 1999
Agência reguladora de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário do estado de Minas Gerais	ARSAE	MG	Lei nº 18.309 de 03 de agosto de 2009
Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Mato Grosso do Sul	AGEPAN	MS	Lei nº 2363, de 19 de dezembro de 2001
Agência Estadual de Regulação e Controle de Serviços Públicos	ARCON	PA	Lei nº 6.099, de 30 de dezembro de 1997.
Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Pernambuco	ARPE	PE	Lei nº 12.126, de 12 de dezembro de 2001
Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul	AGERGS	RS	Lei n.º 10.931, de 09 de janeiro de 1997
Agência Intermunicipal de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos Municipais do Médio Vale do Itajaí	AGIR	SC	Lei Complementar nº 48, de 20 de dezembro de 2010
Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo	ARSESP	SP	Lei Complementar n.º 1.025 de 7 de dezembro de 2007
Agência Tocantinense de Regulação, Controle e Fiscalização	ATR	TO	Lei n.º 1.758 de 02 de janeiro de 2007

Trabalho conduzido por Barbosa e Brusca (2015) almejou explicar a diferença de tarifas para SAA e SAE de 51 prestadoras brasileiras, analisando a governança das empresas e o custo do serviço, dentre outras variáveis. A hipótese de que a privatização da prestação dos serviços aumenta as tarifas do setor foi verificada quando empresas reguladas e não reguladas foram analisadas em um mesmo conjunto geral, contudo, quando consideradas apenas concessionárias regulamentadas, as diferenças são não significativas entre prestadoras privadas e públicas. Quando testada a influência das características regulatórias, não houve diferenças significativas entre as concessionárias reguladas por agências regionais e locais, pois a resposta aos regimes regulatórios (taxa de retorno e preço teto) não foi significativa. Em resumo, o regime regulatório não afetou os níveis tarifários e agências reguladoras locais e regionais não estavam

pressionando por níveis tarifários mais baixos do que os das corporações não regulamentadas.

Carvalho, Pedro e Marques (2015) desenvolveram estudo no Brasil com objetivo identificar os grupos de serviços de água mais eficientes. Os resultados indicaram as concessionárias fornecedoras SAE como mais eficientes do que aquelas que fornecem apenas SAA, sugerindo economias de escopo no fornecimento conjunto de serviços. Em continuidade, as concessionárias mostraram-se mais eficientes antes da implementação do MLSB. Como os dados utilizados pelos autores foram de 2001 a 2011, a justificativa para menor eficiência foi de que seria esperado, ao menos a curto prazo, maiores custos para cumprimento da legislação. Outros resultados relevantes foram a maior eficiência de prestadoras locais em relação à regionais, além disso as concessionárias com participação privada foram mais eficientes do que aquelas sem intervenção de nenhuma entidade privada em sua gestão.

Carvalho e Sampaio (2015) analisaram a atuação de 23 autoridades regulatórias na promoção da eficiência de 32 prestadores de serviços de água e esgoto em capitais brasileiras. Os resultados obtidos por meio da metodologia Análise Envoltória de Dados mostraram menores índices de eficiência técnica para fornecedores regionais de SAA e SAE localizados na região Nordeste nos dois anos analisados. Percebeu-se aumento no número de provedores regulamentados entre 2006 e 2011, o que pode ser atribuído a aprovação do MLSB, entretanto a eficiência técnica foi maior entre fornecedores não regulados nos dois períodos considerados. Com a aplicação do Índice Malmquist em uma segunda etapa metodológica para os mesmos anos, foi detectada mudança na fronteira da eficiência para um nível mais alto. No entanto, os fornecedores viram uma diminuição na eficiência técnica. Apenas a região Norte registrou uma diminuição no fator de produtividade enquanto na Sudeste houve os maiores ganhos de produtividade durante o período do estudo. Os ganhos de produtividade geral entre os fornecedores locais e privados foram mais significativos.

Em uma terceira etapa conduzida por meio de análise da padronização regulatória, Carvalho e Sampaio (2015) identificaram autoridades reguladoras que não haviam emitido normas relacionadas à promoção da alocação ou da eficiência produtiva. As abordagens mais frequentes nas normas referiam-se à autorização de ajustes tarifários e o estabelecimento de condições gerais para o fornecimento e uso de serviços, enquanto incentivos ao uso de novas tecnologias e o estabelecimento de um

mecanismo de revisão tarifária para promover ganhos de eficiência e produtividade eram os tópicos menos abordados.

Para Barbosa e Brusca (2015), agências reguladoras locais e estaduais no Brasil não têm garantido diferenças entre os níveis tarifários que regulam e os praticados em municípios que detêm tarifas negociadas. A justificativa, para os pesquisadores, é que nas tarifas negociadas em âmbito municipal pode haver maior controle dos níveis tarifário pelos governos porque a população os perceberá como responsáveis pelos valores praticados pela água, e é do interesse governamental utilizar políticas para maximizar seus resultados eleitorais, conduzindo a níveis tarifários semelhantes àqueles praticados por empresas regulamentadas.

3.2.3 - Eficiência e equidade na tarifação da água

De maneira geral, compreende-se a eficiência econômica como a capacidade de uma empresa de produzir o máximo de produtos ou serviços (*outputs*) dada a quantidade de recursos disponíveis (*inputs*). De forma intercambiável, quantos produtos e serviços pode produzir com o mínimo de recursos disponíveis (Cruz *et al.*, 2019). O conceito de equidade relaciona-se com a forma como essa riqueza deve ser distribuída na sociedade. Em uma situação equânime aqueles que detêm maior poder econômico devem arcar com maiores custos do que aqueles em situação econômica fragilizada. O conceito de eficiência econômica já possui literatura extensa em sua formalização e em quantificação, o que permite a definição de métricas para acompanhamento de políticas que tenham a intenção de impulsionar o desempenho econômico. Já a equidade ainda se encontra em estágio de convergência de definição e consequente formulação precisa, dificultando a definição de metodologias que possam avaliar o alcance de políticas que tenham por objeto o fomento da equidade.

A literatura econômica relativa ao abastecimento público insiste que para haver eficiência econômica o preço deve refletir o custo marginal do serviço (Boland e Whittington, 1997; Barberán e Arbués, 2009; OECD, 2010; Nauges e Whittington, 2017). Para a implementação deste objetivo é necessária a medição do consumo de água de cada usuário. Justifica-se o custo adicional pela implementação de um consumo mais próximo do socialmente ideal, uma vez que os usuários seriam estimulados a comprar quantidades de água que oferecessem benefício marginal superior ao custo marginal da provisão (Barberán e Arbués, 2009).

Bartoszczu e Nakamori (2004), em trabalho a respeito do impacto do aumento dos preços da água no consumo, concluíram que na ausência de preços econômicos, os usuários não têm incentivos à conservação. A precificação adequada pode levar à eliminação da necessidade de novas instalações ou mesmo da expansão de sistemas, entretanto implica em maior custo para produtores dado o declínio da utilização da capacidade das redes de abastecimento de água e preços mais altos para consumidores em curto prazo, o que pode resultar na possível necessidade de auxílios a consumidores de baixa renda. Este posicionamento é corroborado por Rogers *et al.* (2002), que acrescentam que água com preço que não reflete seu real valor induz ao consumo excessivo das pessoas conectadas ao sistema de abastecimento, limitando a expansão dos serviços e o acesso dos pobres, induzindo-os a obter o recurso de vendedores a preços mais altos do que os das companhias de saneamento.

Os princípios da equidade são complexos e dependem de circunstâncias variadas e sutis, decorrentes de casos particulares de água profundamente ligados ao seu ambiente social e ambiental. Consequentemente, não existe um princípio ou conjunto de princípios simples, tais como os que orientam a eficiência, que podem ser estabelecidos como regras e universalmente aplicados em todos os lugares e circunstâncias (Ingram *et al.*, 2008).

É perceptível que existem dilemas entre eficiência econômica e preocupações sociais (neste trabalho associadas à igualdade e equidade) dentre os vários propósitos da tarifação dos sistemas de abastecimento (Quadro 6). Uma das dificuldades é a conceituação da equidade e a dissociação desta da igualdade ou mesmo da justiça. Justiça é um conceito amplo que abrange a dignidade, o respeito aos direitos e obrigações mútuas, e assegura que os arranjos institucionais — para gerenciar a água, assim como para outras necessidades da vida — nutram o pleno desenvolvimento da capacidade humana (Ingram *et al.*, 2008).

Quadro 6 - Objetivos aplicáveis à tarifação dos sistemas de abastecimento de água.

- Gerar receitas necessárias de forma estável e previsível;
- Minimizar alterações inesperadas nas tarifas dos clientes;
- Desestimular o uso desnecessário e promover usos eficientes;
- Promover justiça e equidade, com base em custos;
- Evitar discriminação;
- Ser simples, conveniente, viável e livre de controvérsias; e
- Atender a requisitos legais cabíveis.

Fonte: American Water Works Association (2000).

Apesar de não ser escopo deste capítulo a extensa revisão dos conceitos de justiça, este tema será trabalhado com vista às apreciações de igualdade e equidade acatadas nesta pesquisa. Assume-se que para que SAA mais justos existam é preciso ultrapassar a ênfase na maximização da eficiência.

A justiça, em seu sentido filosófico, é inalcançável porque a desigualdade permeia a sociedade. A diferença entre o objetivo teórico inatingível e o sangue e suor nas ruas pode ser atribuído às interpretações que as sociedades e pessoas construíram. Há poucos casos em que atores poderosos tenham sofrido clara injustiça, de qualquer espécie, em qualquer período. A justiça assemelha-se ao poder e é mais importante para aqueles que a tem negada (Zeitoun *et al.*, 2014).

As conceituações de justiça consideradas neste trabalho relacionam-se à justiça processual e distributiva, mais comumente retratadas em termos de recursos ambientais. A justiça processual versa sobre processos e procedimentos que regulam a alocação de recursos, recompensas ou mesmo punições. Nessa panorâmica, a distribuição é considerada justa se os procedimentos que conduziram a tal são aceitos como justos pelos envolvidos, independentemente dos resultados obtidos.

Para evitar que os julgamentos de justiça processual sofram interferências seletivas e mudanças de regras dos indivíduos nas diversas situações vivenciadas, Leventhal (1976) pressupõe uma sequência quatro estágios de julgamento, sendo estas: ponderação de regras aplicáveis; estimativa preliminar dos resultados; combinação de regras da sequência de julgamentos e avaliação dos resultados.

Característica central de muito ativismo pela justiça hídrica é o apelo à democratização das decisões em torno da água, argumentação que remete à justiça processual (Finewood e Holifield, 2015). A justiça processual possibilita o esclarecimento das partes interessadas que de outra forma seriam ignoradas (Zeitoun *et*

al., 2014), no entanto, a expansão de oportunidades de participação não garante decisões mais democráticas (Finewood e Holifield, 2015). Para Berthe (2016), a identificação de desigualdades em SAA é uma questão de justiça processual se nas localidades de alta renda são percebidas mais melhorias quanto à obtenção desses serviços.

Apesar da importância do processo, em algumas situações os resultados podem ser igualmente, ou mais importantes, mas as abordagens da justiça distributiva podem ser mais problemáticas (Zeitoun *et al.*, 2014). Na justiça distributiva, uma circunstância é equânime se a distribuição de recursos ou recompensas oriundas de um processo é proporcional aos investimentos dos participantes envolvidos. No estado de injustiça, os envolvidos são privados das recompensas pelos seus esforços.

A abordagem da justiça distributiva foi exemplificada no campo das organizações de trabalho por Adams (1965) e Rawls (2003) desenvolveu o conceito de justiça distributiva como equidade baseada em dois princípios:

- a) Cada pessoa tem o mesmo direito irrevogável a um esquema plenamente adequado de liberdades básicas iguais que seja compatível com o mesmo esquema de liberdade para todos; e
 - b) As desigualdades sociais e econômicas devem satisfazer duas condições: primeiro, devem estar vinculadas a cargos e posições acessíveis a todos em condições de igualdade equitativa de oportunidades; e, em segundo lugar, têm de beneficiar ao máximo os membros menos favorecidos da sociedade (princípio da diferença).
- (Rawls, 2003, p. 60).

No segundo princípio de justiça de Rawls ampara-se o uso de políticas e estratégias diferenciadas na tratativa de grupos menos favorecidos social e economicamente. Essas políticas estão presentes nas estratégias de SAA quando aplicadas tarifas distintas à parcela da população considerada vulnerável pelas prestadoras ou mesmo via destinação específica de recursos para priorização de áreas menos favorecidas.

É no princípio da diferença que se ampara o reconhecimento formal das assimetrias das capacidades dos atores sociais e são desenvolvidas políticas de desenvolvimento de água “pró pobres” como os subsídios cruzados das tarifas de água potável (Zeitoun *et al.*, 2014).

Para Ataíde e Borja (2017) a distribuição dos serviços de saneamento básico, aos princípios da justiça distributiva deve ponderar que:

- a) as necessidades da população dentro de cada território possam ser identificadas e satisfeitas;
 - b) recursos possam ser alocados para maximizar os efeitos multiplicadores interterritoriais;
 - c) recursos extras possam ser alocados para ajudar a resolver as dificuldades específicas dos meios social, natural e físico e garantir a satisfação das necessidades dos que vivem nessas situações; e
 - d) os mecanismos institucionais, organizacionais, políticos e econômicos devem ser tais que as perspectivas do território menos favorecido sejam priorizadas.
- (Ataide e Borja, 2017, p. 64)

No âmbito ambiental, a justiça refere-se ao tratamento justo e envolvimento significativo de todas as pessoas, sem distinção de raça, cor, nacionalidade ou renda com relação ao desenvolvimento, implementação e aplicação de leis ambientais. Tratamento justo é aquele em não se destinam parcela desproporcional dos impactos ambientais negativos das ações do governo aos grupos minoritários e de baixa renda (Bass, 1998).

Mesmo que a demanda dos diversos setores usuários intensifique a competição pelo acesso ao recurso e estimule as forças de mercado, ocorrem implicações nos debates a respeito da justiça hídrica que evidenciam que a escassez e a insegurança da água não estão necessariamente relacionadas à disponibilidade absoluta de água fresca e limpa, mas são expressões de como a água e os serviços hídricos são desigualmente distribuídos entre os grupos sociais (Boelens *et al.*, 2019).

Exemplo é a pesquisa desenvolvida por Mitchell (2019) acerca da relação entre a insegurança hídrica e a saúde de povos indígena nos Estados Unidos, país em que a política da água priorizou seu uso para finalidades econômicas, e as consequências negativas da distribuição desigual do recurso afetaram principalmente as parcelas sociais de menor renda, historicamente representadas por comunidades raciais e étnicas.

Em 2017, a taxa de mortalidade infantil dos índios americanos e dos nativos do Alasca comparada a de outras raças e origem da mãe só foi inferior aos das crianças negras não hispânicas, e foi o dobro da taxa de mortalidade infantil verificada entre brancos não hispânicos (NVSR, 2019). Para Mitchell (2019), a água por si só não resultaria em melhorias significativas na saúde, dados os múltiplos fatores envolvidos como desvantagens socioeconômicas, desigualdades ou falta de acesso aos sistemas de saúde, diferenças culturais, isolamento geográfico, além de seguro saúde limitado. Entretanto, defende que o acesso à água é pré-requisito para equidade em saúde e para a justiça social e ambiental dos indígenas americanos.

Ioris (2016) examinou a territorialização da insuficiência de água nas regiões metropolitanas de Lima, Peru, resultante da escassez natural, urbanização mal planejada, privação socioeconômica e carência de influência política. Enquanto nas localidades de alta renda a proporção de domicílios com serviço público de água foi de 99,8%, nos municípios de baixa renda o serviço atende a 68,1% das habitações. Nos bairros de alta renda o acesso à água é fácil e amplo dado o investimento governamental, mas famílias e favelas pobres têm disponibilidade de água às vezes inferior a 20 litros per capita por dia.

A carência física de água serviu como poderoso pretexto para reformas institucionais, empréstimos estrangeiros e projetos de cooperação que contribuíram para preservar privilégios e para produzir resultados desiguais, sem nunca beneficiar a totalidade da população metropolitana de Lima (Ioris, 2016).

A justiça também pode ser conceituada em vertente igualitarista. Nessa, o termo igualdade é usado ao discutir a paridade assumida de capacidade e direitos dos atores sociais (Zeitoun *et al.*, 2014). Igualdade pode ser definida por características pessoais, pela distribuição feita por alguém ou um ente entre ao menos outros dois, ou mesmo pelas normas que estabelecem como tal distribuição será realizada. A igualdade ocorre se o atendimento das regras de distribuição dissemina benefícios ou ônus em razão de critérios estabelecidos, enquanto a desigualdade advém da exclusão em função de características não previstas nas regras prepostas (Stoppino, 1998).

Berthe (2016) afirma, dentre outras coisas, que dados percentuais sobre o acesso a água e aos sistemas de destinação de efluentes domésticos fornecem uma imagem que pode não condizer com a qualidade dos serviços prestados ou com as desigualdades associadas. A partir dessa premissa, desenvolveu pesquisa sobre a medição da desigualdade no acesso aos SAA e na renda por meio da Curva de Lorenz e do Índice de Gini, determinados a partir de informações da Pesquisa de Orçamentos Familiares do IBGE de 2008 e 2009 para o Norte e Nordeste do Brasil.

Os resultados obtidos por Berthe (2016) mostraram que as desigualdades para o indicador SAA não são semelhantes às verificadas para renda, pois os 10% da população mais rica detém 40% da receita populacional e 15% do acesso a água e esgotamento sanitário, em resultados aproximados tanto a Região Norte quanto a Nordeste. Para o indicador esgotamento sanitário, a desigualdade é maior nas primeiras porcentagens da população nordestina, o que foi explicado pela existência de pobreza extrema em certas áreas do Nordeste e pela ausência de serviços nas áreas rurais da

região. Esta ausência de prestação de serviços também ocorre em áreas rurais do Norte, logo a desigualdade para os serviços de SAA entre áreas urbanas e rurais é preocupante e levanta a questão da equidade para estas áreas, pois o custo do serviço pode ser muito alto no ambiente rural.

A diferença de custos de um mesmo nível de serviço entre áreas urbanas e rurais fornece informações sobre a desigualdade, mas se a justiça for baseada em custos de infraestrutura idênticos para todas as famílias, não conduziria a um nível de serviço idêntico nesses dois territórios. Além disso, os serviços de SAA são distribuídos entre a população de forma a favorecer as populações mais ricas, tanto do Norte quanto do Nordeste brasileiro, pois os 20% da população mais pobre tem acesso a 15% do total de serviços existentes (Berthe, 2016).

Cullis e van Koppen (2007) exploraram a aplicação do Índice de Gini e da curva de Lorenz para quantificar a distribuição das águas entre setores e usuários em área sob estresse hídrico da África do Sul. Para a repartição do uso total da água no meio rural observaram Gini igual a 0,96, o que representa distribuição altamente desigual (próxima a unidade). Na área em estudo, 1391mm³/ano de água registrados no sistema de gerenciamento de autorização de uso do Rio Olifans são destinados a 1.706 indivíduos e empresas para uso na agricultura, mineração e indústria não urbana, enquanto existem aproximadamente 209.000 famílias rurais cujo uso estimado de água é de 74 mm³/ano. Isso quer dizer que 99,5% dos domicílios em áreas rurais detêm 5% de direito de uso dos recursos da bacia.

Possível cenário político para reduzir a desigualdade quanto ao uso da água no Rio Olifans seria um acréscimo de 71 mm³/ano na alocação atual para as famílias desempregadas do meio rural. Essa água adicional poderia ser obtida reduzindo a demanda atual da irrigação em 6%, ou alternativamente, os dez maiores usuários teriam que reduzir suas demandas em 20%. Desse modo seria permitido as famílias desempregadas 50 litros por pessoa/dia para necessidades diárias básicas e irrigação de 1000 m² de área agricultável. Com tal alternativa o Índice de Gini passaria a 0,90 para o uso direto da água rural e de 0,65 para 0,58 se considerados os benefícios da água (Cullis e van Koppen, 2007).

A igualdade é um componente da equidade (Cullis e van Koppen, 2007). No financiamento dos setores públicos, a equidade pode ser alcançada se respeitados critérios de distribuição de custos públicos entre usuários de um sistema. Igualdade e equidade em termos de uso da água são frequentemente consideradas contrárias aos

interesses do uso eficiente dos recursos hídricos, mas o debate sobre as dimensões da equidade (Quadro 7) é essencial ao desenvolvimento da implementação dos SAA, particularmente nas localidades em que é preciso identificar e estabelecer estratégias de direcionamento de serviços aos mais desfavorecidos.

A exemplo da alocação dos sistemas de saneamento básico, é uma realidade que estes estão mais comumente presentes em áreas urbanas e centrais, em detrimento de periferias e zonas rurais. Esta condição remete a uma distribuição de benefícios e custos de um sistema influenciada por características regionais associadas ao grau de desenvolvimento de uma localidade.

Quadro 7 - Dimensões básicas da equidade relacionadas à gestão da água

Renda	A precificação dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário deve considerar que o comprometimento da renda de usuários de menor renda não deve ser desproporcional em relação aos consumidores de água em melhor situação.
Tipos de consumidores	A diferenciação de usuários ocorre quanto aos níveis volumétricos de consumo. Nesta condição, usuários de baixa renda podem ser grandes consumidores se estas famílias forem numerosas em tamanho ou se houver partilha de ligações privadas de água entre estas.
Regionalidades	A desigualdade na distribuição dos recursos hídricos e das condições de adensamento populacional entre regiões podem causar diferenças de custos e influenciar a tarifação dos sistemas de abastecimento de água. Disparidades quantitativas e qualitativas no acesso aos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário também podem ocorrer entre regiões com maior e menor grau de desenvolvimento.
Intergeracional	Relacionada à sustentabilidade ambiental e a esperada garantia de que os níveis de consumo da atualidade não comprometam os usos futuros da água

Fonte: OECD, 2003.

A equidade é baseada em dois princípios principais. De um lado existe o princípio do benefício, que estabelece que diferentes usuários devem pagar o mesmo pela mesma quantidade e qualidade de água fornecida. Em outra vertente, há o princípio da capacidade de pagamento (García-Valiñas *et al.*, 2010).

A capacidade de pagamento é o aspecto social do abastecimento mais claramente ligado aos preços das tarifas. Sua consideração é importante porque o consumidor, ao ter dificuldades para arcar com o preço das tarifas a ele impostas, pode não aderir ao sistema ou limitar seu consumo (OECD, 2003) acarretando custos fixos elevados às companhias de saneamento e em danos à saúde pública por elevação do risco de doenças de veiculação hídrica. Ocorrem na literatura outros conceitos associados ao aspecto social do serviço de abastecimento humano como pobreza de água ou mesmo os termos *affordable/ affordability*. Esses últimos, em conjunto com a disponibilidade, segurança, aceitabilidade e acessibilidade física, são pilares do acesso a

água e ao esgotamento sanitário como direito humano (Quadro 8). Neste trabalho *affordability* foi traduzido para acessibilidade e está associada ao limiar de comprometimento da renda familiar com serviços de água.

Para Fitch e Price (2002) um dos indicadores de “pobreza de água” é o comprometimento superior ou igual a 3% da renda familiar ou do gasto total das famílias com despesas domésticas para serviços de água. Este limiar é o mesmo que o sugerido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) em publicação de 2003, mas apenas a título de exemplificação.

Bradshaw e Hubby (2013) argumentam que não há uma definição oficial de pobreza de água, ou como ela pode ser medida, mas sugerem limiares de 3% e 5% de comprometimento da renda com contas de água e de abastecimento mais esgotamento sanitário, respectivamente. Nesta determinação, o numerador é o preço da água em cada residência atendida e o denominador é calculado como renda líquida da família após os custos de moradia, anteriores ao pagamento de água. Fankhauser e Tepic (2007) sugerem limiar de 5% para comprometimento da renda com serviços de água e esgoto.

Quadro 8 - Direito humano à água e ao esgotamento sanitário

Disponibilidade	O suprimento de água para cada pessoa deve ser suficiente e contínuo para usos pessoais e domésticos. Esses usos geralmente incluem bebidas, lavagem de roupas, preparação de alimentos, higiene pessoal e doméstica. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), são necessários entre 50 e 100 litros de água por pessoa por dia para garantia de atendimento das necessidades mais básicas e que surjam poucos problemas de saúde.
Segurança	A água necessária para cada uso pessoal ou doméstico deve ser segura, logo, livre de microrganismos, substâncias químicas e riscos radiológicos que constituam uma ameaça à saúde pessoal. As medidas de segurança da água potável são geralmente definidas por padrões nacionais e / ou locais para a qualidade da água potável. As Diretrizes da OMS para a qualidade da água potável fornecem uma base para o desenvolvimento de padrões nacionais que, se implementados adequadamente, garantirão a segurança da água potável.
Aceitabilidade	A água deve ter cor, odor e sabor aceitáveis para cada uso pessoal ou doméstico. [...] Todas as instalações e serviços de água devem ser culturalmente adequados e sensíveis aos requisitos de gênero, ciclo de vida e privacidade.
Acessibilidade física	Todos têm direito a um serviço de água e esgotamento sanitário fisicamente acessível dentro ou nas imediações do domicílio, instituição educacional, local de trabalho ou instituição de saúde. Segundo a OMS, a fonte de água deve estar a 1.000 metros da casa e o tempo de coleta não deve exceder 30 minutos.
Acessibilidade	A água e as instalações e serviços de água devem ser acessíveis a todos. O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) sugere que os custos da água não devem exceder 3% da renda familiar.

Fonte: ONU, 2002.

A acessibilidade pode ser verificada por meio do comparativo de receita tarifária por metro cúbico de água consumido por famílias de alta e baixa renda ou pelo percentual de famílias que consomem abaixo de um limiar mínimo de água por pessoa ao dia (Klassert *et al.*, 2018). Diferentes limiares podem ser adotados porque a interpretação do que são necessidades básicas mínimas diárias é difusa entre sociedades. Esta consideração é relevante para as prestadoras que utilizam de linha de vida na estruturação tarifária. Caso o volume mínimo seja muito alto, pode não incentivar práticas conservacionistas de famílias pequenas e médias (OECD, 2003). Se demasiadamente pequeno, em especial quando há grupos familiares numerosos, pode induzir restrições de consumo dado o baixo poder aquisitivo.

Vanhille *et al.* (2018) verificaram o risco de uma família não poder arcar com os custos da quantidade mínima de água necessária ao atendimento das necessidades básicas diárias para os limiares de 1,4 e de 3,0% de comprometimento da renda em Flandres, na Bélgica. O resultado do enfoque nas necessidades de água revelou que 10% da população local paga valores muito baixos pela água dada a auto restrição familiar a níveis abaixo do consumo mínimo para ambos os limiares de comprometimento da renda testados, sugerindo a necessidade de consideração de projetos políticos específicos para alívio dos riscos de acessibilidade das populações.

A partir de 1994, a indústria da água da Itália passou por um processo de reforma. Nesta reestruturação, houve integração dos serviços de água da captação ao tratamento com a definição de 91 áreas territoriais ótimas, com sistemas tarifários específicos e correlatos ao alcance da recuperação total de custos e investimentos (Danesi *et al.*, 2007).

Além da renda, a reforma gerou implicações quanto à acessibilidade dos usuários em função de regionalidades, pois para um mesmo nível de consumo, uma família mais pobre poderia pagar uma parcela maior de sua renda em relação a de um agregado familiar mais rico residente em local com serviço de abastecimento já estabelecido, se a família mais pobre estiver em uma área com necessidade de cobrir custos de extensão dos serviços de água (Danesi *et al.*, 2007).

O comprometimento da renda familiar italiana com serviços de água era em média de 0,70% antes da reforma e teve um aumento de 21%, atingindo 0,84% com a implantação das áreas territoriais ótimas. Em relação à acessibilidade das famílias de baixa renda, o comprometimento era de 1,27% antes da reforma, e passou a 1,54%. Quando a acessibilidade é calculada para famílias abaixo da pobreza absoluta, passou de 2,81% para 3,4% após a reforma, com oportunidade para alcançar 5,06% (Danesi *et al.*, 2007).

Para análise da acessibilidade de consumo de famílias de baixa renda da região central da Europa Oriental e em países da Comunidade dos Estados Independentes, Fankhauser e Tepic (2007) consideraram o percentual de gastos com eletricidade, água e aquecimento e água em relação às despesas totais familiares. Tal estratégia foi adotada porque nos anos anteriores à pesquisa, os níveis de pobreza se elevaram nas regiões central e oriental da Europa e na União Soviética e as atividades informais forneceram substancial parte do rendimento familiar.

Em 2007, despesas com água e esgotos representaram menos de 3% do total de gastos familiares de consumidores dos Balcãs, Comunidade dos Estados Independentes, Europa Central e Oriental e Estados Bálticos, a exceção de Romênia, Hungria e Rússia. Apesar do percentual parecer baixo, é justificado que muitas das companhias dos países do estudo adiaram reformas tarifárias relativas ao abastecimento e esgotamento sanitário, com implicações na qualidade e diferenças de serviços de infraestrutura para ricos e pobres. A estimativa da acessibilidade de água e esgotamento sanitário em relação à recuperação de custos das companhias até 2010 poderia representar mais de

6% do total de despesas nos Balcãs e Comunidade dos Estados Independentes (Fankhauser e Tepic, 2007).

A verificação da acessibilidade por meio da distribuição de benefícios e custos retoma o conceito da água como um bem econômico. Neste entendimento, a água será consumida enquanto os benefícios percebidos pelos usuários forem superiores aos custos incorridos (Liu *et al.*, 2003). Identificar como os benefícios do abastecimento público se distribuem individualmente em um grupo populacional não é uma tarefa trivial. Para resolver este problema Barberán e Arbués (2009) adaptaram o princípio do benefício ao estabelecer que qualquer indivíduo, independentemente do tamanho da família a que pertence, deve atender às suas necessidades básicas de água ao mesmo custo, ou seja, a taxa per capita paga deve ser igual.

Entretanto, quando a estrutura tarifária é baseada em blocos de consumo crescentes, pode haver problemas de equidade no consumo dos agregados familiares, em geral o daqueles com maiores números de membros, pois estes pagam um preço médio por metro cúbico maior do que o verificado em pequenas famílias (Barberán e Arbués, 2009).

Cada processo de estruturação tarifária pode incidir de diferentes formas sobre a equidade, e esta pode ser estudada por dimensões e perspectivas diversas. Dados os esparsos estudos econômicos associados a questões sociais do saneamento, compreender os efeitos sociais adversos das tarifas é uma necessidade em cenários que tem a sustentabilidade do uso e da gestão da água como objetivo.

As tarifas são maior fonte relevante de financiamento dos SAA. Enquanto parcela populacional a detém como uma necessidade ainda não alcançada, padrões de desenvolvimento desiguais permitem que alguns desfrutem de acesso rápido e fácil a preços baixos, originários de políticas ancoradas em discursos “pró pobres”. Há pouca razoabilidade em conduzir esta proposta de trabalho sobre a perspectiva de um possível conflito nos objetivos da precificação das águas. Qualquer estrutura tarifária é uma tentativa de equilíbrio entre questões políticas, econômicas, sociais e ambientais únicas. Sem o alcance da eficiência econômica, não há margem para o alcance da gestão social do saneamento.

A condução dessa pesquisa visa trazer à tona objetivos associados à igualdade e equidade que aparecem com sentido raso em políticas de tarifação da água, como as estratégias de subsídios que podem ter focos de alcance desviados. Dessa forma, não há equilíbrio entre custos e benefícios sociais dos SAA. -

3.3 - MECANISMOS ECONÔMICOS PARA PAGAMENTOS POR SERVIÇOS DE SAA

O fornecimento de água potável tem cunho político e social relacionado ao progresso das condições de vida das populações, redução da mortalidade infantil, prevenção de agravos e doenças, promoção do desenvolvimento regional, redução do absenteísmo, além do aumento da vida produtiva e laboral. Mesmo que o acesso da população à água seja considerado um direito, as prestadoras dos serviços de abastecimento não têm por obrigação fornecê-lo gratuitamente. Cabe ao Estado promover estratégias que tornem a universalização economicamente viável para as prestadoras e possível às populações. Neste tópico do trabalho são abordados os objetivos da tarifação da água em serviços de abastecimento, arranjos tarifários utilizados nas principais cidades do mundo e no cenário brasileiro.

3.3.1 - Tarifas

Prover água por meio de sistema de abastecimento público possui ao menos cinco objetivos relacionados aos gestores dos serviços de saneamento e líderes governamentais: cobertura total, acessibilidade, eficiência econômica, suficiência de receita e desenvolvimento inclusivo (Global Water Partnership, 2016). Esses objetivos são difíceis de conciliar e, possivelmente, podem produzir resultados indesejáveis, como conflitos entre partes interessadas, fazendo com que as estruturas tarifárias precisem equilibrar esforços gerenciais importantes para o alcance da multiplicidade de objetivos de um sistema de abastecimento público (Pinto e Marques, 2015).

O preço da água deve representar o seu real custo para que os usos mais valiosos sejam priorizados e a política de precificação adotada promova a redução da demanda, realocação eficiente do recurso, aumento da oferta, melhoria da equidade e da eficiência gerencial, além da sustentabilidade (Rogers *et al.*, 2002)

O projeto de uma tarifa de água requer a ponderação de objetivos múltiplos como a autossuficiência financeira do prestador de serviços, equidade e eficiência para a sociedade (Nauges e Whittington, 2017). Secundariamente, objetiva-se minimizar perdas de água, manter a qualidade, motivar a pontualidade de pagamento de clientes e gerar apoio político quanto a distribuição da água, o que pode representar muito para uma única ferramenta como a tarifação da água (Wichelns, 2013).

Os amplos objetivos da tarifa são refletidos nos diversos mecanismos adotados. Uma estrutura tarifária é, portanto, uma construção designada para alcance do escopo mais relevante, dentre aqueles que pretende alcançar (Boland, 1997). Comumente, o alcance das estratégias de uso da água envolve os elementos taxa de conexão, carga mínima ou linha de vida, carga volumétrica e bloqueio de carga (Rogers *et al.*, 2002).

Esses componentes são alocados em diferentes metodologias tais como tarifação fixa, tarifa volumétrica uniforme, taxa crescente, bloco decrescente de consumo, bloco crescente de consumo, assim como são possíveis diferentes ajustes tarifários considerando características dos usuários, espaciais, sazonalidade climática ou cargas pico, além de circunstâncias únicas enfrentadas pelas prestadoras e usuários (Pinto e Marques, 2015). A diversidade de mecanismos de tarifação entre países e regionalmente, reflete o grau de descentralização no processo de fixação das tarifas (OECD, 2010).

Rotineiramente as estruturas tarifárias utilizadas são aquelas estabelecidas em duas partes, com um componente fixo e outro variável, associado aos volumes consumidos. O componente fixo ou básico envolve o pagamento de uma parcela financeira, permitindo à companhia alguma estabilidade de receita, pois há custos de infraestrutura e administrativos independentes do uso de água. Pode ser aplicado como uma tarifa de conexão, nem sempre associada a um volume de uso, e/ou uma tarifa mínima, em que o consumidor tem acesso a uma cota básica de consumo.

O componente volumétrico é comumente dividido em blocos correspondentes a limites mínimos e máximos de consumo. Estes blocos podem ser Consumo Uniforme (BCU), Crescentes de Consumo (BCC), Decrescentes de Consumo (BDC), ou Totalmente Progressivos (BTP). São possíveis também considerações a despeito de condições sazonais ou outras características ambientais de interesse local.

A tarifa em BCU consiste na aplicação de um preço constante por m³ de água consumido. Neste caso, os usuários pagam os mesmos valores pela unidade de água que utilizam e detêm a possibilidade de adequar o consumo a sua capacidade de pagamento. Apesar das vantagens em termos de clareza e simplicidade aos consumidores, esta estrutura não integra diretamente o valor da água como um recurso, portanto não fornece um sinal aos consumidores quanto a escassez e necessidade de conservação (Molinos-Senante e Donoso, 2016; Damkjaer, 2020).

As tarifas em BDC detêm maior preço no bloco inicial e este decresce à medida que o consumo avança pelos blocos tarifários. Esta tipologia tarifária é pouco usual, oferece estímulo insuficiente à redução do consumo, além de possivelmente gerar problemas

equidade caso usuários mais pobres utilizem menores volumes. Para Damkjaer (2020) seu uso está associado a áreas urbanas com abundância de fontes de água bruta, que permitem menor custo médio da água à medida que o abastecimento aumenta.

A tipologia BTP é uma metodologia tarifária adotada na Tunísia. Nela todo uso é cobrado à taxa superior da faixa do último m³ de água consumido, logo o preço a ser pago pela água não se refere ao custo marginal ou ao custo médio e pode não se justificar do ponto de vista econômico, mas é eficaz para sinalizar a necessidade de conservação da água, nas condições e usos em que a demanda é elástica. É aplicável quando a população mais pobre não consome água nos blocos mais elevados, ou seja, quando o número de pessoas por família é limitado (Favre e Montginoul, 2018) e não ocorre o compartilhamento de conexões.

Uma alternativa de estrutura de tarifação em duas partes refere-se ao uso de BCC associados a uma faixa de consumo mínimo em que o preço da água é definido abaixo do custo de recuperação das companhias de saneamento por razões políticas, históricas e sociais. Nesse caso, há subsídios implícitos e explícitos associados à estrutura tarifária (Banerjee *et al.*, 2010), para os quais justifica-se seu uso principalmente pela sua capacidade de fornecer quantidade mínima e essencial de água a um preço acessível (Global Water Partnership, 2016).

Na estrutura de BCC o consumidor pagará valores mais altos se utilizar mais água do que a necessária para o uso básico (Hoffman e du Plessis, 2012). Esta metodologia de tarifação foi observada por Whittington *et al.* (2015) em publicação da Global Water Intelligence em 74% dos 165 países de baixa e média renda da Ásia Oriental e Pacífico, América Latina e Caribe, Oriente Médio e Norte da África, Sul da Ásia e África Subsaariana.

No Quadro 9 estão apresentados os diferentes tipos de tarifação empregadas em 40 cidades do mundo e os valores a serem pagos em caso de consumo de 15m³ mensais por residência. O volume apresentado é arbitrário e usado apenas como referência, não significa, especificamente, a existência de tarifa ou bloco mínimo neste volume para as localidades apresentadas. Parte das informações foi verificada no *International Benchmarking Network* (IB-Net), banco de dados sobre serviços de água e esgotamento sanitário produzido pela Global Water Intelligence e pelo Banco Mundial. Os sítios virtuais das prestadoras foram aferidos para eventuais esclarecimentos.

A um preço médio de US\$ 4,12 a cobrança de uma Taxa de Conexão (TC) foi observada em ao menos 57% das localidades consideradas. Destas, em Tóquio, Cancún e

Nova Delhi há previsibilidade de volume de 5; 10 e 20m³, gratuitos mensais. A associação de carga fixa e BCC como tipologia tarifária esteve presente em 30% das observações, incidindo em um aumento do custo médio, especialmente para usuários de baixos volumes. Em Tóquio, Dhaka, Estocolmo e Cancún o preço da conexão foi superior ao do volume considerado, prática que limita o controle do usuário sobre suas despesas.

Para as localidades em que houve especificação da Tarifa Mínima (TM), esta foi de 6m³.mês⁻¹ em Joanesburgo e Nairóbi, e de 10 m³.mês⁻¹ em São Paulo. Os usuários de tarifa mínima pagam por todo o volume básico predeterminado pela prestadora. Caso seu consumo seja inferior ao seu limite, não haverá qualquer abatimento no pagamento da tarifa.

Em 12% das localidades foi explicitado o pagamento de Tarifa Sazonal (TS). Em Seattle há uso de uma tarifa constante no período úmido e de uma TS com três blocos progressivos durante a seca. Já para Sydney, caso o nível das barragens seja inferior a 60% de seu volume, usuários de volumes não micromedidos receberão incremento na tarifa até que o nível da barragem volte, ao menos, a 70%. Mecanismos adicionais às tipologias tarifárias referem-se ao emprego de taxaço ambiental (TA) cuja finalidade refere-se à internalização de custos exteriores (Rogers *et al.*, 2002; Damkjaer, 2020). A TA foi verificada em 20% das localidades listadas. Os propósitos explicitados desta aplicação foram diversos, e incluíram desde proteção ambiental para aquicultura em Hanói, até pagamento pelo uso de recursos hídricos para consumidores tanto de água como de serviços de esgotamento sanitário de Lisboa

Dentre as cidades com os mais altos custos ao consumidor pela água, estão aquelas com moeda valorizada como cidades europeias e da América do Norte aquelas com notável desenvolvimento econômico como Dubai ou apelo turístico, a exemplo de Malé. Os menores valores a serem pagos estão no Oriente Médio e Norte da África, sudeste e sul asiático, especificamente em Riad, Kuala Lumpur e Dhaka. Apesar dos baixos valores apresentados, esse mero comparativo não evidencia quanto a população compromete de sua renda para ter acesso água, nem fornece indícios de facilidade de acesso ou de qualidade.

Comumente, as prestadoras aplicaram Tarifa Doméstica Diferenciada (TDD) como prática de distinção de preços entre seus usuários. O Imposto sobre Valor agregado (IVA), aplicável sobre bens e serviços, foi utilizado na maioria das observações por países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD). Para as apresentadas em foi implementada variou de 5% em Kuala Lumpur e Dubai até

25% em Estocolmo. O IVA para o consumidor pode atuar como um estímulo à redução do uso de água pois incide sobre todo o volume consumido.

Quadro 9 - Metodologias de tarifação empregadas nas principais cidades do mundo e valor da tarifa associado ao consumo de 15m³.

Regiões	Cidade	TC	TM	Carga volumétrica				TA	TS	TDD	IVA	US\$ 15m ³
				BCC	BCU	BDC	BTP					
Sudeste Asiático	Singapura											20,0
	Phnom Penh											2,1
	Hanói											4,0
	Kuala Lumpur											0,7
Leste Asiático	Hong Kong											6,1
	Tóquio											19,6
	Xangai											4,4
	Pequim											8,4
Sul Asiático	Dhaka											1,6
	Nova Delhi											3,5
	Malé											60,0
	Colombo											2,12
Austrália	Sydney											26,5
	Perth											41,1
	Auckland											15,4
Europa	Glasgow											41,6
	Estocolmo											44,6
	Helsínquia											31,2
	Munique											42,8
	Praga											38,4
	Lisboa											13,8
América do Norte	Ottawa											24,7
	Toronto											48,7
	Vancouver											21,3
	Los Angeles											37,1
	San Diego											55,0
	Seattle											47,1
	Cancún											12,6
África subsaariana	Joanesburgo											10,1
	Nairóbi											7,8
	Dacar											8,6
Oriente Médio e Norte da África	Jerusalém											17,5
	Dubai											38,7
	Tunes											3,6
	Riad											0,4
América Latina	La Paz											6,9
	São Paulo											9,0
	Goiânia											21,6
	Santiago											9,0
	Lima											9,3
%	100	52,5	7,5	67,5	27,5	5,0	2,5	20,0	12,5	82,5	60,0	-

Fonte: Adaptado de IB-NET tariff database (2021); adaptado de Hoque and Wichelns (2013).

Taxa de Conexão (TC); Tarifa Mínima (TM); Bloco Crescente de Consumo (BCC); Bloco de Consumo Uniforme (BCU); Bloco Decrescente de Consumo (BDC) ; Bloco Totalmente Progressivo (BTP); Taxação Ambiental (TA); Tarifa Sazonal (TS); Tarifa Doméstica Diferenciada (TDD) e Imposto sobre Valor agregado (IVA)

A estruturação da tarifa em BCC é frequentemente relatada como vantajosa, pois este método permite cobrar um preço marginal alto, em sinalização à falta de água, o que estimularia os usuários a manter um consumo baixo, enquanto água em quantidade razoável e a baixo custo é ofertada aos usos essenciais, como dessedentação, banhos, preparo de alimentos e higiene doméstica a um custo razoável (Zhang *et al.*, 2017).

A parte variável da tarifa tem por função incentivar os consumidores ao uso eficiente da água, enquanto a parte fixa permite cobrir despesas gerais com infraestrutura de água (Bartoszczuk e Nakamori, 2004), de modo que os grandes usuários de água subsidiem os pequenos consumidores, que geralmente são de lares da baixa renda (Molinos-Senante e Donoso, 2016; Fuente *et al.*, 2016).

Algumas condições para que o uso de estrutura tarifária de consumo mínimo associada aos BCC seja bem-sucedido foram indicadas por Agthe e Billings (1987). São elas: forte relação positiva entre o uso da água e a renda familiar; utilidade marginal decrescente do consumo de água; alta elasticidade da demanda a partir de um patamar mínimo de consumo e reduções de consumo proporcionais para todos os usuários nas situações de aumento de preços; imposição de taxas acima do preço médio da tarifa a usuários de renda mais alta e de taxas abaixo do preço médio da tarifa para usuários de baixa renda; uso de poucos blocos de consumo para facilitar o entendimento e ciência quanto ao valor a pagar pela água por parte dos consumidores.

Whittington *et al.* (2015) questionaram o entendimento de que a população pobre utiliza menos água do que a mais abastada financeiramente e a intuição de que a linha de vida associada a tarifação por BCC é efetiva para subsidiar as necessidades das famílias menos favorecidas. Em condições e estruturas tarifárias semelhantes às de cidades de países em desenvolvimento, os autores mostram que apenas pequena percentagem do total subsídios atinge as famílias de baixa renda e quanto maior a correlação entre renda familiar e uso da água, menores as proporções do total de subsídios recebidos pelas famílias desfavorecidas.

Quanto ao pressuposto de que é alta a correlação entre o uso da água e a renda familiar, Nauges e Whittington (2017) inferem que há pouca evidência na literatura para apoiar essa suposição. Estes autores verificaram a correlação entre renda familiar e consumo de água em cidades de países desenvolvidos (Austrália, Canadá, França, Itália,

Coréia do Sul, Holanda, Noruega, Portugal e Suécia) e também três cidades em Sri Lanka e El Salvador e as cidades de Dakar e Nairobi. Como resultado, em quatro dos treze conjuntos de dados verificados a correlação entre renda e consumo de água não foi estatisticamente significativa e, para os demais, variou significativa e positivamente (entre +0.1 e +0.3). Desta forma, a correlação entre o uso da água e o rendimento financeiro familiar é tipicamente, mas nem sempre, positiva, porém baixa. O que significa que possivelmente há muitas famílias ricas que utilizam pequenas quantidades de água e muitas famílias pobres que usam grandes quantidades de água.

Whittington (1992) em pesquisa realizada em Kumasi, Gana, observou que o número de famílias em uma mesma unidade construtiva tem um impacto positivo e altamente significativo sobre o preço médio da água pago pelo agregado familiar sob a estrutura de consumo mínimo associado aos BCC. Neste estudo, famílias em melhor situação viviam em habitações de baixa densidade, logo pagavam um menor preço pela água do que famílias mais pobres usuárias de ligações privadas de água.

Por outro lado, nas Ilhas Maurício, Madhoo (2011) notou que o tamanho médio das famílias de renda mais baixa era inferior à média local, desta forma, essas famílias consumiam menos água que os agregados de alta renda. Assim, os usuários mais ricos consumiam mais água e subsidiavam o consumo dos mais pobres. Para o autor, a condição peculiar referente ao tamanho familiar permite que a política de preços da água doméstica pareça equitativa e sirva ao propósito de redistribuir renda para as famílias mais pobres.

Estratégias de adequação do tamanho do bloco de linha de vida às diferenças familiares foram percebidas por García-Rubio *et al.* (2015) em cidades espanholas. Nas cidades de Málaga e Sevilha, a tarifa considera o consumo de água per capita por mês. Em Saragoça, famílias com mais de seis membros podem solicitar tarifa per capita e em Barcelona, o sistema considera tanto o tipo de habitação quanto o número de membros da família, logo nas moradias com mais pontos de água, uma taxa fixa mais alta é aplicada.

Barberán e Arbués (2009) analisaram dados referentes ao consumo de água durante o ano de 2002 para 9000 lares em Zaragoza, cidade espanhola em que o sistema de abastecimento público é de responsabilidade municipal e a tarifação é baseada em consumo mínimo e precificação conforme volume consumido. Os autores propuseram readequação da estrutura por meio da adoção de tarifa per capita em três blocos de consumo, como forma de evitar a discriminação familiar, em função de seu tamanho, justificando que, mesmo de difícil aplicação, a proposta é útil para as situações em que a

água é escassa ou onde há custos ambientais e outros não incluídos no custo do serviço de água.

Viéses do uso do método de consumo mínimo associado aos BCC remetem aos possíveis desvios do alcance dos subsídios. Whittington *et al.* (2015) verificaram que os agregados familiares em quintis de renda mais alta recebem uma proporção maior de subsídios do que famílias nos quintis de renda mais pobres em cidades de quatro países. Além disso, como a água era vendida abaixo do custo médio de produção, não são garantidas condições de equilíbrio econômico e financeiro das companhias de saneamento.

Desta forma, o desenvolvimento de sistemas adequados de tarifação da água, com o objetivo de promover a sustentabilidade da gestão da água, é um exercício contínuo que deve observar o tecido social e econômico da localidade, além outras características locais julgadas relevantes. A estrutura tarifária tem importante papel em promover equidade e garantir o acesso a quantidades essenciais de volume de água. A acessibilidade econômica de SAA passa por uma reflexão contínua do funcionamento da estrutura tarifária vigente, em especial quanto ao impacto dos preços da água quanto aos grupos de renda que são mais vulneráveis a aumentos de tarifas.

3.3.2 - Atendimento regionalizado e estruturas tarifárias de SAA adotadas no Brasil

Em território brasileiro é marcante a atuação de 28 CEBs. À exceção de Mato Grosso, a atuação destas prestadoras ocorre em todos os estados (Quadro 10). Quanto à natureza jurídica, apenas ATS e DEPASA são autarquias, COPANOR é uma empresa pública.

SANEATINS é uma companhia criada em 1989, originalmente como sociedade de economia mista e capital fechado. O processo de privatização da companhia se iniciou com a venda de 35% de participação na mesma pelo estado à Empresa Sul-Americana de Montagens (EMSA), que em 2002 passou a deter o controle societário da prestadora. Em 2011 Odebrecht Ambiental S.A. e seu sócio FI-FGTS compraram a participação da EMSA, alcançando a totalidade de ações da SANEATINS em 2014 com a transferência da participação do governo estadual para a Agência Tocantinense de Saneamento (ATS). Em 2016, a Empresa Brookfield Brazil Capital Partners LLC e o Fundo de Investimentos BR Ambiental assumiram 70% do capital da Odebrecht Ambiental, enquanto o fundo de investimento FI-FGTS manteve sua participação em 30% no capital da empresa (Soares *et al.*, 2017). Como as informações a respeito da prestadora por ora aparecem como

SANEATINS e como BRK Ambiental, daqui por diante será tratada como SANEATINS/BRK Ambiental neste trabalho.

Quadro 10 - Estados e respectivas prestadoras de SAA de abrangência regional- referência 2022.

Estado	Nome do prestador de serviços	Sigla
RO	Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia	CAERD
AC	Serviço de Água e Esgoto do Estado do Acre	SANEACRE
AM	Companhia de Saneamento do Amazonas	COSAMA
RR	Companhia de Águas e Esgotos de Roraima	CAER
PA	Companhia de Saneamento do Pará	COSANPA
AP	Companhia de Água e Esgoto do Amapá	CAESA
TO	Agência Tocantinense de Saneamento	ATS
TO	Companhia de Saneamento do Tocantins/ BRK Ambiental	SANEATINS/BRK Ambiental
MA	Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão	CAEMA
PI	Águas e Esgotos do Piauí S/A	AGESPISA
CE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará	CAGECE
RN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte	CAERN
PB	Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba	CAGEPA
PE	Companhia Pernambucana de Saneamento	COMPESA
AL	Companhia de Saneamento de Alagoas	CASAL
SE	Companhia de Saneamento de Sergipe	DESO
BA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.	EMBASA
MG	Companhia de Saneamento de Minas Gerais	COPASA
MG	Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/A	COPANOR
ES	Companhia Espírito-Santense de Saneamento	CESAN
RJ	Companhia Estadual de Águas e Esgotos	CEDAE
SP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	SABESP
PR	Companhia de Saneamento do Paraná	SANEPAR
SC	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	CASAN
RS	Companhia Rio-Grandense de Saneamento	CORSAN
MS	Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul S/A	SANESUL
GO	Saneamento de Goiás S/A	SANEAGO
DF	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	CAESB

Fonte: Adaptado de SNIS (2023).

O número de municípios e das populações atendidas pelas CESBs está apresentado na Tabela 1. Superam 80% de atendimento populacional total as prestadoras DESO, SANEPAR e CAESB nas localidades em que atuam. Verificou-se que as CESBs CAERD e CAESA, ambas da Região Norte, apesar de operarem em mais de 70% dos municípios em seus respectivos estados, atendem menos de 35% da população local.

Tabela 1 - Abrangência regional das companhias de abastecimento administração consideradas – referência 2018.

Estado	CESB	Municípios por estado (¹)	Municípios abastecidos pela CESB (%) (²)	População total (¹)	População atendida pela CESB (%) (²)
RO	CAERD	52	71,2	1.757.589	27,0
AC	DEPASA	22	100,0	869.265	47,1
AM	COSAMA	62	19,4	4.080.611	3,1
RR	CAER	15	100,0	576.568	81,5
PA	COSANPA	144	36,8	8.513.497	23,1
AP	CAESA	16	100,0	829.494	34,9
TO	ATS	139	50,4	1.555.229	10,9
TO	SANEATINS/BRK Ambiental	139	37,4	1.555.229	71,5
MA	CAEMA	217	64,5	7.035.055	32,9
PI	AGESPISA	224	69,6	3.264.531	41,5
CE	CAGECE	184	82,6	9.075.649	46,0
RN	CAERN	167	93,4	3.479.010	79,0
PB	CAGEPA	223	87,9	3.996.496	69,8
PE	COMPESA	185	93,5	9.496.294	77,8
AL	CASAL	102	74,5	3.322.820	55,0
SE	DESO	75	97,3	2.278.308	80,2
BA	EMBASA	417	87,8	14.812.617	69,9
MG	COPASA	853	68,1	21.040.662	53,7
MG	COPANOR	853	9,1	21.040.662	1,0
ES	CESAN	78	66,7	3.972.388	55,1
RJ	CEDAE	92	69,6	17.159.960	71,0
SP	SABESP	645	57,2	45.538.936	59,4
PR	SANEPAR	399	86,5	11.348.937	87,8
SC	CASAN	295	66,4	7.075.494	40,8
RS	CORSAN	497	63,6	11.329.605	53,8
MS	SANESUL	79	86,1	2.748.023	49,6
GO	SANEAGO	246	91,5	6.921.161	79,0
DF	CAESB	1	100,0	2.974.703	99,0
Total	-	5.429	74,8	205.052.902	59,2

Fonte: (¹) Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2018 divulgadas pelo IBGE; (²) SNIS (2019)

Dentre as capitais brasileiras, apenas Manaus, Rio Branco, Cuiabá, Campo Grande, Porto Alegre e Teresina não são atendidas por prestadoras regionais. Em Teresina, a

AGESPISA atua exclusivamente na zona rural. Tanto nestas prestadoras, quanto nas regionais ocorre adoção de estrutura tarifária em duas partes, tipicamente composta de TM associada a BCC. Em algumas situações a TC integra este conjunto ou é apenas associada aos BCC. Estas estruturas só não são observadas nas situações em que não existe micromedição do volume de água consumido e o valor cobrado pela água é estipulado por meio de taxa única.

A observação da estrutura tarifária das 27 empresas de saneamento de atendimento nas áreas urbanas das capitais brasileiras, incluindo a capital federal, demonstra que 62% destas adotam 10 m³ como volume de consumo mínimo (Tabela 2), cujo pagamento independe do consumo efetivo. Nos estados de Bahia e Paraná verificam-se volumes menores, iguais a 6 e 5m³, respectivamente, para TM. Em Belo Horizonte, Vitória, Florianópolis, Campo Grande, Goiânia e Distrito Federal não foi observada determinação de volume mínimo, mas os usuários pagam TC da economia ao sistema de abastecimento.

No Rio de Janeiro, a TM foi a maior em volume e preço dentre as apuradas, correspondendo R\$ 83,94 por 15 m³ de água. Para o volume de 10 m³, a menor tarifa dentre as empresas apresentadas foi a verificada em Rio Branco, assim como para os consumos de 15; 20; 25 e 50 m³.

Para Cruz e Ramos (2016) a prática das companhias brasileiras de adotar menores preços para a água no bloco de consumo mínimo enquanto nos demais o preço é atrelado ao efetivo consumo, permite que alguns grupos paguem valores menores que o custo marginal da água de abastecimento público, enquanto outros paguem acima deste, caracterizando subsídio cruzado entre grupos.

A adoção de menores preços para a água no bloco de consumo mínimo e/ou nos blocos iniciais foi verificada em todas as prestadoras listadas na Tabela 2, além da diferenciação de categorias usuárias. Esta metodologia pode, no entanto, não alcançar famílias economicamente fragilizadas porque supõe, implicitamente, que todas as famílias têm uma conexão encanada privada à rede de água e que as famílias de baixa renda usam menos água do que as de alta renda (Whittington *et al.*, 2015). Sem uma ferramenta que direcione os subsídios de maneira efetiva aos beneficiários pretendidos, estes podem contemplar lares que não necessitam de tais incentivos para custeamento de seu uso de água e não atender as populações sem condições financeiras suficientes para manter seu acesso à água potável.

Segundo o Ministério das Cidades (2017) os subsídios indiretos da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) para a tarifa residencial normal e a social para

abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos tem custo anual superior a R\$ 605 milhões. Aproximadamente 72% dos subsídios indiretos da COPASA recaem sobre usuários de residenciais normais, cujo consumo de água varia de 5 a 20 m³.mês⁻¹. Consumidores da tarifa social detêm faixa de consumo de 0 a 40 m³.mês⁻¹ e representam 28% da incidência de subsídios da companhia.

Muitos fatores podem contribuir para o mau desempenho da entrega de subsídios via tarifa. A exemplo, para que um usuário possa ser beneficiado com os subsídios presentes nas tarifas é necessário que ele consuma o bem. Dado que há lacunas de disponibilidade física de SAA é de se esperar que parcela da população seja privada desse benefício por estar marginalizada em termos de conexão. Famílias que dividem uma conexão, mesmo que economicamente vulneráveis, podem ser penalizadas porque seu consumo pode incidir em blocos tarifários de maior preço.

Fator importante, a ser demonstrado neste trabalho, é a diferença entre o preço praticado e o custo médio do seu fornecimento. À medida que se avança para além do volume de linha de vida, faz-se necessário ajustar os preços para que usuários de grandes volumes paguem mais que o custo médio do serviço, pois assim haverá geração de subsídios para usuários de menores volumes. Quando o ajuste de preços não existe ou há poucos usuários de grandes volumes, o desempenho dos subsídios fica comprometido pois estes não são gerados em quantidade suficiente ou são capturados por parcela da população que não é o escopo desta política. Preços não ajustados não inibem consumos de altos volumes e permitem apropriação de subsídios por aqueles que podem pagar pelas tarifas sem incorrer em problemas de acessibilidade econômica.

Tabela 2 - Volumes e tarifas de água da categoria residencial normal praticadas por companhias de saneamento brasileiras.

(continua)

Estado	Capital	Prestadora de SAA	Volume mínimo (m³)	Número de blocos	TC (R\$)	TM (R\$)	Tarifa residencial para consumo dos volumes				
							10 m³	15 m³	20 m³	25 m³	50 m³
RO	Porto Velho	CAERD	10	1+8	-	32,40	32,40	50,75	70,95	95,20	256,20
AC	Rio Branco	SAERB	10	1+6	-	17,92	17,92	27,70	40,60	56,61	183,31
AM	Manaus	Águas de Manaus	10	1+5	-	43,80	43,80	86,25	128,69	193,49	638,49
RR	Boa Vista	CAERR	10	1+5	-	30,86	30,86	39,30	60,50	82,70	239,16
PA	Belém	COSANPA	10	1+5	-	39,10	39,10	67,00	94,90	132,25	370,50
AP	Macapá	CAESA	10	1+4	-	31,40	31,40	47,80	64,20	82,75	197,50
TO	Palmas	SANEATINS/BRK	5	1+9	-	36,85	49,70	86,10	132,65	189,55	619,10
MA	São Luís	CAEMA	10	1+4	-	25,50	25,50	51,30	77,10	118,00	366,70
PI	Teresina	Águas Teresina	10	1+2	-	36,62	36,62	70,72	104,82	138,92	433,46
CE	Fortaleza	CAGECE	10	1+4	-	48,20	48,20	77,05	108,35	162,20	431,45
RN	Natal	CAERN	10	1+6	-	51,88	51,88	80,83	115,03	153,58	369,53
PB	João Pessoa	CAGEPA	10	1+3	-	44,03	46,28	72,43	100,83	138,28	379,13
PE	Recife	COMPESA	10	1+5	-	50,50	50,50	79,45	108,40	142,80	366,80
AL	Maceió	CASAL/BRK	10	1+8	-	61,40	61,40	120,10	187,95	260,45	634,25
SE	Aracaju	DESO	10	1+5	-	41,85	41,85	88,65	135,45	206,60	676,75
BA	Salvador	EMBASA	6	1+8	-	32,60	37,76	83,46	132,36	187,31	531,31
MG	Belo Horizonte	COPASA	-	6	17,61	-	46,14	76,26	117,37	169,66	454,12
ES	Vitória	CESAN	-	6	21,71 -51,80	-	42,11	66,63	108,29	158,23	412,08
RJ	Rio de Janeiro	Águas do Rio*	15	1+4	-	83,94	83,94	83,94	145,50	207,06	688,32
SP	São Paulo	SABESP	10	1+4	-	32,71	32,71	58,31	83,91	147,81	467,31
PR	Curitiba	SANEPAR	5	1+5	-	45,25	52,25	91,25	99,10	138,60	443,50
SC	Florianópolis	CASAN	-	-	35,08	-	58,38	112,58	166,78	220,98	583,23
RS	Porto Alegre	DMAE	10	-	-	-	46,30	69,45	92,60	115,75	231,50

Tabela 3 - Volumes e tarifas de água da categoria residencial normal praticadas por companhias de saneamento brasileiras.

(conclusão)

Estado	Capital	Prestadora de SAA	Volume mínimo (m³)	Número de blocos	TC (R\$)	TM (R\$)	Tarifa residencial para consumo dos volumes				
							10 m³	15 m³	20 m³	25 m³	50 m³
MS	Campo Grande	Águas Guariroba	-	7	17,78	-	89,68	135,68	182,48	234,23	602,48
MT	Cuiabá	Águas Cuiabá	10	1+4	-	39,30	39,30	63,35	87,40	127,65	331,65
GO	Goiânia	SANEAGO	-	8	14,64	-	63,04	90,39	121,64	157,09	391,94
DF	Distrito Federal	CAESB	-	6	8,03	-	39,50	64,28	99,53	150,68	531,63

Fonte: *Websites* das prestadoras. Para todas as tarifas, foi considerado o preço praticado em 31/12/22 como referência;

* atuante em 124 bairros, preço da Tarifa 2; Área A.

3.3.3 – Subsídios tarifários aplicáveis aos SAA

Na concepção e aplicação de estruturas tarifárias de SAA, deve-se considerar que parcela substancial da população atendida não dispõe de recursos financeiros suficientes para arcar com o preço da tarifa. Porém, levar esses serviços a toda a população é benéfico, pois reduz o adoecimento, minimiza o absenteísmo, gastos públicos com saúde, além de permitir o desenvolvimento social e econômico das localidades atendidas. Uma estratégia para atender as populações é o uso de subsídios nas tarifas de SAA. A intenção deste subtópico é apresentar como esses subsídios são tipicamente incorporados, qual o desempenho e os efeitos distributivos deles, conforme relatado na literatura.

A prática de subsidiar o abastecimento doméstico ocorre na medida em que este serviço é considerado um bem de mérito, cujos benefícios sociais de sua prestação são superiores aos benefícios privados, alocando os sistemas de abastecimento em um sistema de preços que, por vezes, pode requerer medidas especiais para permitir o alcance de níveis de consumo socialmente ideais (OECD, 2003).

O subsídio recebido por cada família atendida é a diferença entre o custo de fornecer a esta um determinado nível de serviço (a exemplo da água de abastecimento) e o que a família realmente paga por esse serviço (Fuente *et al.*, 2016). O uso dos subsídios ampara-se no argumento de que famílias pobres não seriam capazes de pagar pela água se fossem cobrados valores para recuperar custos empregados nos sistemas de abastecimento público (Whittington *et al.*, 2015).

Na Lei 11.445/07 institui-se a aplicação de subsídios destinados ao atendimento de usuários de baixa renda classificados conforme a origem dos recursos, sendo estes tarifários ou fiscais, internos ao titular ou entre titulares, quando há prestação regionalizada. Subsídios tarifários integram a estrutura tarifária, ou seja, permitem que seja possível diferenciar grupos usuários e exercer preços diferentes entre estes, aplicar tarifa diferenciada para grupos vulneráveis, ou mediante o acréscimo de preço pelo crescente consumo creditado aos usuários das camadas economicamente abastadas, com intuito de gerar recursos para atendimento daqueles mais vulneráveis. Assim para alguns usuários, a tarifa praticada pode ser menor que o necessário para recuperação de custos da prestação do serviço, mas outros usuários deverão existir em número e serem tarifados a preços suficientes para que a recuperação seja possível às prestadoras. Esta é uma estratégia de financiamento tarifário conhecida como subsídios cruzados.

Conforme Cruz e Ramos (2016) o subsídio cruzado pode ser aplicado por meio de estratégias de identificação da natureza do consumo a exemplo de usuários domésticos, comerciais e industriais, pelo nível de consumo ou pela localização, quando ocorre prestação regionalizada e usuários de uma mesma prestadora pagam preços diferentes em função do município de residência. Estas práticas foram amplamente adotadas pelas CEBs em território nacional, o escopo da estratégia remete ao PLANASA em que os critérios para tarifação, fixação e reajuste dos serviços de saneamento foram determinados pelo Decreto-Lei federal nº 82.587, de 6 de novembro de 1978. Este estabelecia que o saneamento seria assegurado a todas as camadas sociais, por meio de tarifas adequadas ao poder aquisitivo da população, compatibilizando aspectos econômicos e objetivos sociais.

Logo, as tarifas brasileiras deveriam ser diferenciadas segundo categorias de usuários e faixas de consumo. A estrutura adotada comumente é associada a um volume mínimo típico de 10m³, associado a blocos em volume e preço crescentes. Neste modelo espera-se satisfação dos agregados familiares, especialmente daqueles desfavorecidos economicamente, com o volume mínimo e que os usuários de maior renda utilizem água maiores volumes de água e paguem preço superior ao custo que impõe pela prestação dos serviços. Para Whittington e Boland (2003) as suposições das tarifas em blocos crescentes baseiam-se no fato de que todos os consumidores são medidos, portanto é possível estimar exatamente seu consumo de água e cobrar por ele.

Conforme Whittington *et al.* (2015) as tarifas em bloco crescente de consumo são populares em todo o mundo, mas suas características específicas como número de blocos, preço médio por bloco, tamanho, volume e preço do volume mínimo variam amplamente, conforme o prestador. Habitualmente as concessionárias utilizam três ou quatro blocos, mas tarifas com cinco a oito blocos não são incomuns.

Assim como observado por Madhoo (2011) em análise de estruturas tarifárias de diversos países, no caso brasileiro, é perceptível que o preço do volume do bloco de consumo mínimo está abaixo do custo marginal de produção, enquanto os preços cobrados no bloco de maior consumo estão acima do custo marginal, assim não há clareza quanto ao valor do recurso para consumidores, nem transparência quanto ao alcance e efeito dos subsídios indiretos.

À exceção dos estados e municípios de maior renda, a política de precificação do setor de saneamento brasileira conduz a um equilíbrio de baixo nível, pois no modelo institucional e regulatório adotado ocorre a adoção de preços abaixo do custo de

fornecimento, carência de investimentos, além de baixa qualidade dos serviços de utilidade pública (Faria *et al.*, 2005). Araújo e Bertussi (2018) acrescentam que o equilíbrio de baixo nível ocorre a medida que o sistema regulatório sofre influência do oportunismo governamental e são empregadas políticas de preço impróprias para a sustentabilidade econômico-financeira das empresas de saneamento.

Na Espanha, García-Rubio *et al.* (2015) verificaram a ocorrência da infração do princípio da recuperação de custos nos serviços urbanos de água em decorrência do uso de complexa rede de subsídios implícitos. Esses desvios foram verificados especialmente em municípios menos populosos, para os quais foi verificada a não recuperação de investimentos financiados pelo governo e depreciação de ativos.

Problemas de precificação inadequada em detrimento da conquista de múltiplos objetivos também foi observada em Portugal no início do século XXI. Pinto e Marques (2015) argumentam que a implantação de tarifas era ineficaz em virtude da arbitrariedade e influência política, responsáveis por estratégias de fixação de preços sob baixos níveis, que impediam a recuperação de custos financeiros. A situação foi combatida a partir de 2009 com o Decreto-Lei n.º 277/2009 que permitiu poderes de regulação de preços do setor de recursos hídricos à Entidade Reguladora de Águas e Serviços (ERSAR), além de facultar a emissão de recomendações sobre propriedades tarifárias.

Os efeitos distributivos dos subsídios cruzados nos SAA/SAE estão amplamente retratados na literatura (Quadro 11 e Quadro 12). Para Fuente *et al.* (2016) o fraco direcionamento dos subsídios, mesmo entre famílias com uma conexão de medição privada, é motivado por uma combinação de três fatores: baixo número de clientes nos blocos superiores da estrutura adotada pela concessionária municipal local; para os preços praticados à época do estudo quase todos os clientes eram subsidiados e por fim, houve baixa correlação entre riqueza e uso da água.

O valor de corte para destinação de subsídios, preço dos blocos, os benefícios sociais almejados e a decisão de como combiná-los em um esquema tarifário associados ao padrão de consumo local são cruciais para os efeitos distributivos dos subsídios entre e dentro de grupos sociais (Barde e Lehmann, 2014). Portanto o efeito das tarifas em blocos de consumo depende de uma gama complexa de fatores, para os quais é uma decisão política ponderar os resultados possíveis uns contra os outros, a fim de decidir qual meta é a mais importante da estrutura.

Um efeito adverso da presença de subsídios e sua distribuição inadequada é a incapacidade do provedor de manter o sistema adequadamente e a deterioração da qualidade dos serviços. Além do mais devido a subsídios de longa data, muitas vezes as pessoas não conseguem perceber que a água é também um bem econômico (Liu *et al.*, 2003). Nestas situações deve-se considerar a necessidade de ajuste do tamanho, volume e preço dos blocos, do contrário a sustentabilidade financeira, a recuperação de custos e a continuidade da prestação dos serviços estarão comprometidas.

Quadro 11 - Resumo do desempenho e efeitos distributivos dos subsídios presentes na literatura.

Autores	Local do estudo	Fonte dos dados	Ano da coleta de dados	Tamanho da amostra	Medidas de uso da água	Indicador	Desempenho do subsídio	Principais considerações finais
Angel-Urdinola e Wodon (2007)	Cabo Verde, São Tomé e Príncipe e Ruanda	Amostra nacionalmente representativa	1999-2002	Variável por localidade	Despesa declarada	Performance	Ruim. Residências pobres não conectadas aos serviços.	Alternativa ao baixo desempenho das tarifas em bloco seria fornecer conexão, em oposição aos subsídios ao consumo.
Groom <i>et al.</i> , (2008)	Pequim (China)	<i>State Statistical Bureau of China</i>	1987-2002	645 lares	Despesa declarada	Medida de bem-estar	Ruim, mas os subsídios reduziram o impacto dos preços da água sobre quintil de menor de renda.	A maioria dos consumidores estava no bloco mais baixo da tarifa, portanto, a maioria dos lares era subsidiada; o uso de subsídios diretos em vez daqueles através do consumo de água seria mais eficiente.
Banerjee <i>et al.</i> , (2010)	Concessionárias de água africanas	Diagnóstico de infraestrutura em países africanos	Variável	Variável	Despesa declarada	Eficiência tarifária e equidade	Ruim. o subsídio para o bloco baixo da tarifa não é recebido exclusivamente por pequenos consumidores	Encargos fixos e grandes blocos de volume mínimo induziram os pequenos consumidores a preços médios mais altos por unidade do que os grandes consumidores; alto custo de conexão.
Fuente <i>et al.</i> , (2015)	Nairóbi (Quênia)	Coleta familiar	2013-2014	656 famílias	Autodeclaração de uso	Distribuição dos subsídios entre quintis de renda	Ruim. Desempenho pior do que distribuição aleatória.	O método tarifário é ineficaz; existe alto custo para fornecer subsídios para famílias de baixa renda
Whittington <i>et al.</i> , (2015)	Dados de concessionárias de água de quatro países de baixa e média	Pares simulados de uso de água e renda	-	5.000 pares	Simulações	Distribuição dos subsídios entre quintis de renda	Ruim. A meta do subsídio é pior do que se este fosse distribuído aleatoriamente aos clientes	Estruturas de tarifas de água não podem ser facilmente projetadas para direcionar subsídios para famílias pobres quando a água é vendida abaixo do custo médio total de produção

Fonte: Adaptado de Fuente *et al.*, (2016); Whittington *et al.*, (2015).

Quadro 12 - Resumo do desempenho e efeitos distributivos dos subsídios em localidades da América do Sul presentes na literatura.

Autores	Local do estudo	Fonte dos dados	Ano da coleta de dados	Tamanho da amostra	Medidas de uso da água	Indicador	Desempenho do subsídio	Principais considerações
Gómez-Lobo e Contreras (2003)	Chile e Colômbia	<i>Chile Encuesta Nacional de Caracterización Socio-económica; National Quality of Life Survey</i>	1998- Chile; 1997 - Colômbia	48.107 domicílios – Chile 4.094 domicílios – Colômbia	Despesa declarada	Curvas de concentração	Os impactos gerais das metodologias são bastante semelhantes para os três primeiros decis de renda.	No Chile mais de 60% dos subsídios foram para famílias acima do terceiro decil de renda, sugerindo necessidade de melhoria do mecanismo de direcionamento. Na Colômbia, o programa é excessivamente generoso e possui altos custos fiscais, pois quase todos os lares recebem algum benefício.
Barde e Lehmann (2014)	Lima (Peru)	<i>Encuesta Nacional de Hogares - Instituto Nacional de Estadística e Informática do Peru</i> Tarifas da SEDAPAL	2010	2.570 domicílios	Despesa declarada	Acessibilidade econômica; distribuição de subsídios	Ruim para tarifas em blocos de consumo crescente; progressivo para tarifa constante	O desempenho dos efeitos distributivos dos subsídios depende crucialmente do padrão de consumo dos consumidores, logo o tamanho das famílias provou ser especialmente decisivo.
Cruz e Ramos (2016)	Brasil	Tarifas das prestadoras locais; Sistema Nacional de Informações do Saneamento (2008).	2008 e 2011	-	-	Despesa Total com os Serviços, Receita Operacional Total.	Difícil mensuração. Exige conhecimento específico e análise contábil sobre o balanço patrimonial da empresa	A diferenciação de categorias residencial, comercial, pública e industrial onera setores importantes para subsidiar famílias abastadas simplesmente por pertencer à classe de consumo residencial.

Fonte: Adaptado de Fuente *et al.*, (2015); Whittington *et al.*, (2015).

Além de gerar dependência econômica, as estratégias de subsídios implícitas nas tarifas em blocos crescentes de consumo falham quanto à clareza entre o preço real do serviço e o praticado. Uma estratégia mais clara é aplicada no Chile, onde o Estado subsidia entre 25 e 85% dos primeiros 15m³ de água potável e de serviço de esgotamento sanitário. A diferença, se houver, deve ser paga pelo usuário. É possível o subsídio integral, desde que o usuário comprove participação no Chile Solidário ou no subsistema Chile Seguridades e Oportunidades, dentre outros requisitos.

Cada município chileno detém um número de vagas para atendimento de subsídios. Para ter acesso, o usuário interessado deve comprovar posse de propriedade conectada a rede de esgoto e água potável com medidor individual, residir na propriedade do município em que solicitar o subsídio, possuir dados atualizados no Registro Domiciliar Social que confirmem situação de risco econômico e social, comprovar que a família aloca 3% ou mais de sua renda para o pagamento da água potável ou é participante do programa Chile Solidário ou do subsistema Chile Seguridades e Oportunidades, além de apresentar comprovante de quitação de suas contas de água anteriores à solicitação (Chile Atiende, 2018).

O subsídio tem duração de três anos e é renovável por igual período, desde que os requisitos de concessão sejam reapresentados. Para os casos em que o número de interessados é maior que o das vagas disponíveis, os candidatos são alocados em lista de espera. Gómez-Lobo e Contreras (2003) explicam que o número de subsídios por região são disponibilizados anualmente e a despesa do programa incluída no orçamento nacional. Os autores informam que o financiamento do subsídio advém de receitas fiscais gerais e o órgão regulador da água não determina os níveis de subsídios nem quaisquer aspectos operacionais do plano.

Já na Colômbia os mecanismos utilizados são implícitos e utilizam sistema de subsídios cruzados. Nele a população mais pobre paga pelos serviços de água valores abaixo do custo médio de provisão, enquanto aqueles que detêm renda mais alta, indústria e comércio pagam sobretaxa ou contribuição para financiar esse sistema, formalizada pela Lei 142 de 1994 para diferentes tipos de habitações (Meléndez e Gómez-Lobo, 2007).

Em termo de tarifação de água, o governo colombiano classifica seus residentes em seis estratos socioeconômicos, sendo o estrato 4 neutro e referente a tarifa real, enquanto os estratos 1; 2 e 3 são subsidiados pelo governo, respectivamente em 50%; 40% e 15%. As percentagens reais não são obrigatórias, pois cada municipalidade pode

decidir a atribuição dos subsídios locais. Os estratos 5 e 6 pagam um “imposto de solidariedade” equivalente a 20%, que refere-se a sobretaxa de financiamento do sistema. Os critérios para determinar a que estrato as pessoas pertencem são definidos de acordo com os padrões construtivos das casas, e não levam em conta o rendimento familiar. Os subsídios são oriundos do Sistema Geral de Participação no Lucro dos estratos 5 e 6, e das taxações sobre os usuários industriais de água (World Bank, 2016).

Gómez-Lobo e Contreras (2003) estudaram os mecanismos de subsídios entre Chile e Colômbia. Para o sistema chileno, verificaram duas dificuldades principais. A primeira é que a população objeto do programa é aquela que gastaria mais de 3% de sua renda com serviços de água e esgoto, condicionando os beneficiados às tarifas que diferem, assim como a renda, para cada região. E a segunda é que a população alvo dos subsídios está distribuída de forma heterogênea, assim em algumas localidades um agregado familiar desfavorecido pode não receber o subsídio devido à indisponibilidade no município. Para a Colômbia, observaram que a grande maioria das economias que tem ligações estão nos estratos 1 e 2 e praticamente 83% dos domicílios são elegíveis a receber o subsídio, logo o grupo dos que pagam a sobretaxa é muito pequeno para financiar transferências entre os mais pobres.

Para Meléndez e Gómez-Lobo (2007) o uso dos subsídios cruzados na Colômbia como estratégia de acesso aos que não podem pagar pelos serviços de água é questionável, pois é frágil a categorização socioeconômica das unidades familiares e determinação da capacidade destas em pagar pelos serviços. Além disso, os domicílios não conectados ao sistema de abastecimento representam 18% dos lares mais pobres colombianos, que não recebem qualquer benefício do sistema de subsídio cruzado.

Além da estratégia de subsidiar o primeiro bloco de consumo de água aos clientes em geral, as prestadoras de SAA atuantes no Brasil faziam uso de tarifas destinadas às populações vulneráveis a preços ainda menores, conforme critérios de elegibilidade dependentes de condições sociais e áreas geográficas, comumente limitados a um volume de atendimento das necessidades de uma família típica, mantendo-se a implantação conforme manifestação do requerente, com a necessidade de renovação após certo período das etapas de registro (Narzetti e Marques, 2020). Essa estratégia costuma ser denominada de Tarifa Social.

Em 2024, foi promulgada a Lei nº 14.989, que institui as diretrizes para a Tarifa Social de Água e Esgoto em âmbito nacional. O benefício ficou estipulado para famílias cuja renda per capita seja de até meio salário-mínimo e que, também, estejam inscritas

no Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) ou em outro programa que venha a sucedê-lo. Ou, quando na família houver pessoa com deficiência ou idosa, com idade igual ou superior a 65 anos, que seja dependente economicamente de sua família e receba o Benefício de Prestação Continuada (BPC) ou outro equivalente que, porventura, venha a sucedê-lo. Ficou estabelecida como mudança positiva a classificação automática das unidades usuárias da tarifa social pelo prestador de serviço, ao identificar clientes atendidos que façam parte das bases de informações do CadÚnico. Quando essa classificação automática não ocorre, o usuário deve procurar a prestadora e apresentar a documentação que comprove os critérios de elegibilidade.

O financiamento da Tarifa Social de Água e Esgoto deve vir, prioritariamente, dos subsídios cruzados entre as demais categorias de consumidores atendidas pelo prestador, sendo o desconto aplicável a 15m³ mensais e igual a 50% do preço em relação à primeira faixa de consumo (Brasil, 2024). Ao instituir a Lei da Tarifa Social de Água e Esgoto, o estado reconhece que existem aqueles com severas limitações de renda e há necessidade de protegê-los. Infelizmente não se considerou que há capacidades de pagamento diferentes entre aqueles que fazem parte do CadÚnico.

Neste trabalho, foi considerada uma perspectiva mais conservadora da análise de acessibilidade econômica, visto que, em um primeiro momento, o atendimento pela tarifa social era muito aquém do esperado e, no outro, ainda não havia sido promulgada a Lei nº 14.898.

Analisar a distribuição de subsídios e as condições de acessibilidade econômica de consumo para grupos familiares amplamente conectados aos sistemas de SAA contribui para apontar os efeitos sociais relacionados às tarifas e antever medidas necessárias para uma maior equidade na definição de mecanismos de cobrança por esses serviços. Embora o apelo de uso de subsídios com vistas ao alcance de objetivos sociais seja retratado na literatura, especialmente para regiões em desenvolvimento com déficit de infraestrutura e conexão, falta analisar os efeitos quando o acesso físico à água é possível, porém não é considerada a capacidade de pagamento dos usuários. Esta vertente encontra-se pouco explorada na literatura, assim como os efeitos do subsídio do volume mínimo sobre a acessibilidade econômica da água baseada em microdados de renda. Estas métricas podem fornecer legitimidade para avaliação do desempenho social de estrutura tarifária em cenários em que os reguladores desejam aplicar objetivos para além dos econômicos.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho abordou a temática subsídios e acessibilidade econômica aos serviços de abastecimento de água no Distrito Federal em uma primeira fase e, em fase posterior a disponibilidade física e a acessibilidade econômica para capitais brasileiras. Considerando as diferenças nas bases de dados, os métodos utilizados são descritos separadamente, conforme o escopo da pesquisa conduzida.

4.1 - DISTRIBUIÇÃO DE SUBSÍDIOS E A ACESSIBILIDADE ECONÔMICA DA TARIFA DE ÁGUA NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL

Esta etapa de trabalho abordou a temática subsídios e acessibilidade econômica cujo escopo foi o Distrito Federal. Nela foram utilizadas informações de censo local, realizado pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (Codeplan) em 2018, dados fornecidos pela Escola Corporativa da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) e obtidos por meio de pesquisas on-line, no site oficial da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA). Na Figura 6 estão apresentadas as variáveis e as bases de dados, além dos softwares utilizados para preparação e manipulação dos dados, com vistas a obtenção dos resultados obtidos nesta etapa. O preparo da base de dados ocorreu em ambiente *Excel*, enquanto as análises estatísticas dos microdados foram realizadas no *software R*. Os principais pacotes utilizados foram “dplyr”, “car” e “DescTools”.

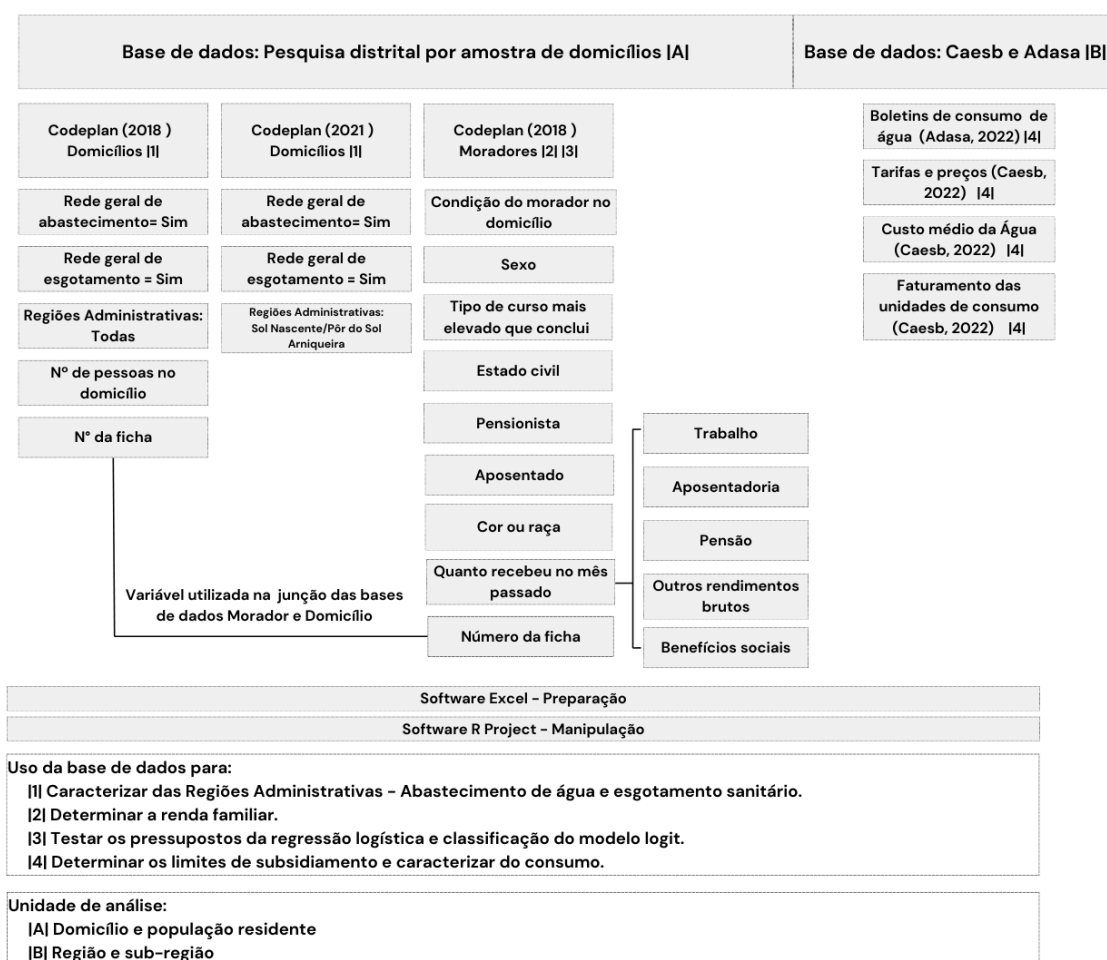


Figura 6 - Detalhamento das bases de dados, variáveis utilizadas e aplicação do banco de dados para obtenção dos resultados relativos aos subsídios e acessibilidade econômica no Distrito Federal.

4.1.1 - Os serviços de abastecimento de água e a acessibilidade econômica no Distrito Federal

Esta parte da pesquisa foi conduzida no Distrito Federal (DF), unidade federativa onde está localizada Brasília, capital e sede do governo brasileiro. Em 2018, a população estimada local foi de 2.881.854 habitantes, ocupantes de 883.437 domicílios (Codeplan, 2018), distribuídos em subdivisões territoriais, chamadas de Regiões Administrativas (RAs) (Figura 7). A CAESB atende a 100% das RAs que compõe a localidade e o índice de atendimento urbano é de 99% e 89%, respectivamente para água e esgotos (SNIS, 2019) (Figura 8 a e b).

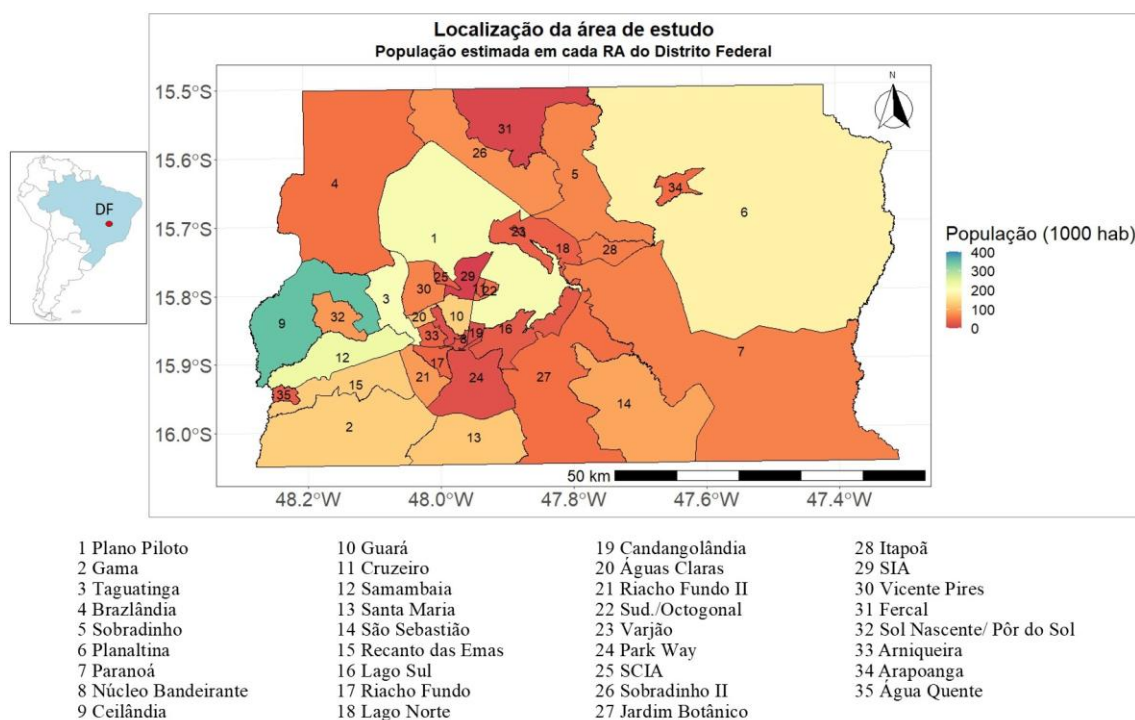


Figura 7 - Área de estudos, espacialização das RAS do Distrito Federal e distribuição populacional.

A atuação da CAESB é regulada pela ADASA. Em 2018, o volume faturado na categoria residencial foi de aproximadamente 85% do volume faturado total. Até maio de 2020, a estrutura tarifária de SAA era composta por um volume mínimo de 10 m³ mais cinco blocos crescentes de consumo e a tarifa residencial era subdividida em Normal e Popular (Quadro 13).

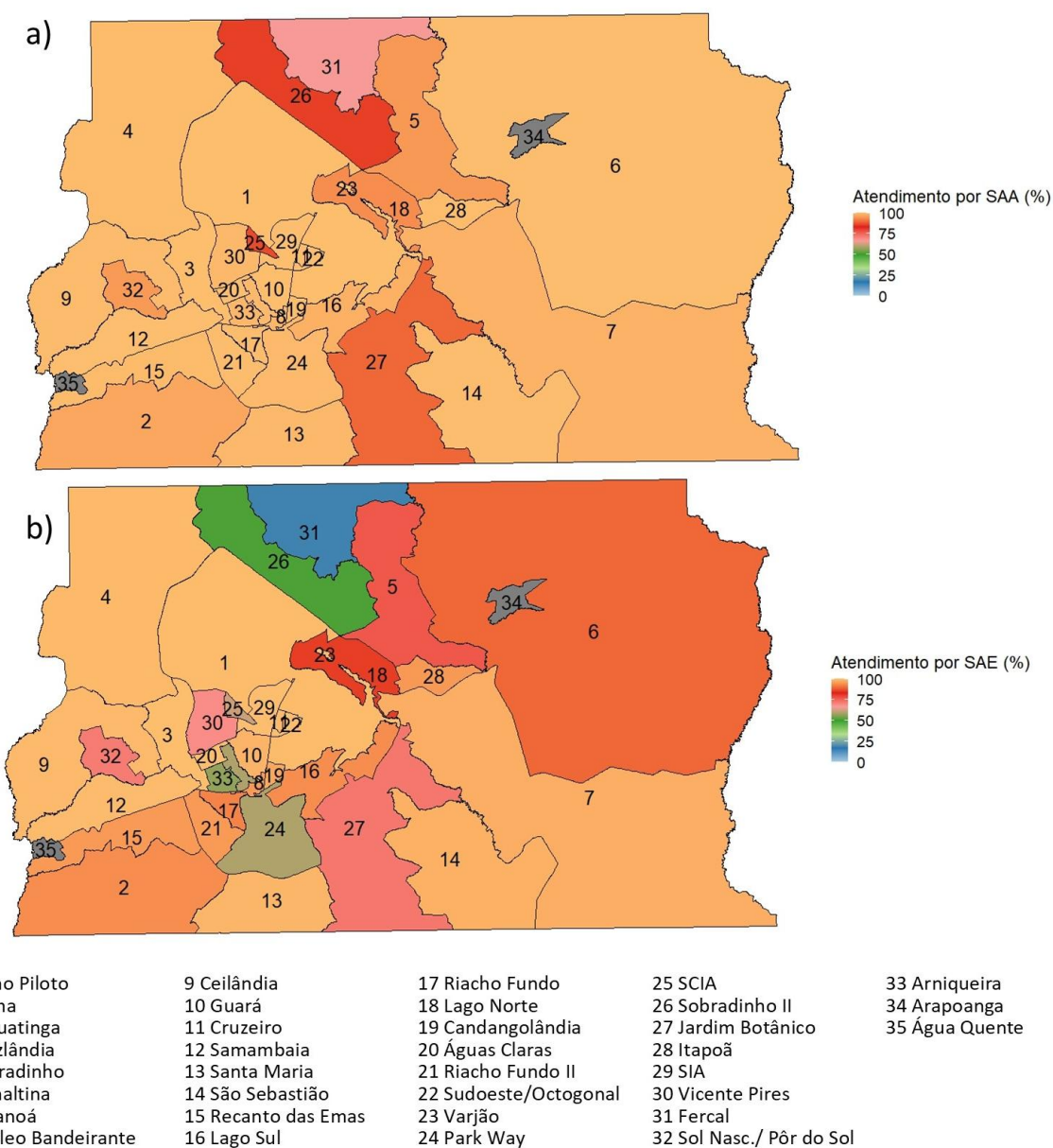


Figura 8 - Índices de atendimento por meio de (a) sistema de abastecimento de água (SAA) e (b) sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário (SAE) nas RAS do Distrito Federal.

De 2011 até 2018 as unidades usuárias da categoria residencial da CAESB eram classificadas pelo prestador de serviços em rústica, popular e normal de acordo com a pontuação obtida pelo imóvel, conforme estabelecia a Resolução nº 14 de 27 de outubro de 2011 da ADASA. Para as residências qualificadas como popular e rústica era concedida Tarifa Popular. Nova estrutura tarifária foi implementada em junho de 2020. Na Resolução nº 12, de 29 de novembro de 2019 foi estabelecida a classificação vigente para as unidades da categoria residencial padrão e social atendidas pela CAESB. As condições para elegibilidade para a classe residencial social são:

- I – A unidade usuária deve ser da categoria residencial;
- II – O titular da relação contratual deve pertencer a uma unidade familiar pobre ou extremamente pobre beneficiária do Programa Bolsa Família ou de outro programa social que venha a sucedê-lo. (ADASA, 2019)

Além da alteração na classificação das unidades, foi inserida taxa de conexão ao sistema, extinto o volume mínimo e os blocos crescentes de consumo sofreram alterações volumétricas (Quadro 14).

Em 2018, a Tarifa Residencial Popular beneficiava 3.694 moradias, o que correspondia a 0,35% em relação ao total de economias ativas atendidas pela CAESB (ABAR, 2018). Por outro lado, em junho do mesmo ano, havia 74.122 famílias inscritas no Programa Bolsa Família (SEDES, 2021). As famílias favorecidas pelo Programa Bolsa Família possuem renda per capita de até R\$89,00 ou de R\$89,01 até R\$178,00, desde que possuam crianças ou adolescentes de 0 a 17 anos. Estes dados evidenciam a possível existência de limitações quanto a detecção do público-alvo, dado o número de famílias em condição de vulnerabilidade econômica no Distrito Federal não alcançadas pelo benefício e justificam a exclusão da Tarifa Social na análise de acessibilidade conduzida nesta pesquisa.

Para estimativa da acessibilidade econômica, adotou-se como métrica comparativa o limiar de 3% de comprometimento de renda familiar com SAA da categoria residencial Padrão para o do consumo de 7 m³ na tarifa praticada entre junho de 2020 a maio de 2021. Este trabalho se limitou aos SAA porque apesar do índice de atendimento geral para SAE alcançar 89% do Distrito Federal, existem RAs importantes para este trabalho (especificamente as de alta e baixa renda explicadas adiante) cujos índices de atendimento são inferiores ao macro índice local, portanto utilizar os dados de SAE implicaria em reduzir o tamanho da amostra.

O volume de 7 m³ utilizado foi entendido como o volume de linha de vida, portanto aquele em que a prestadora pratica os menores preços e tem por objetivo o atendimento das necessidades básicas das famílias abastecidas, o que justificou sua adoção na verificação da análise de acessibilidade econômica.

Quadro 13 -Estrutura tarifária da categoria residencial e preços praticados pela CAESB para SAA entre junho de 2019 a maio de 2020.

Categorias de usuários residenciais	Preço (R\$) por m ³ em cada faixa de consumo					
	Mínimo até 10	11 a 15	16 a 25	26 a 35	36 a 50	Acima de 50
Normal	31,4	5,83	7,45	12,04	13,28	14,55
Popular	23,5	4,4	5,76	11,01	13,28	14,55

Quadro 14 - Estrutura tarifária da categoria residencial e preços praticados pela CAESB para SAA entre junho de 2020 a maio de 2021.

Categorias de usuários residenciais	Tarifa fixa (R\$)	Preço (R\$) por m ³ em cada faixa de consumo					
		Mínimo até 7	8 a 13	14 a 20	21 a 30	31 a 45	Acima de 45
Padrão	8	20,93	3,59	7,1	10,66	17,05	23,87
Social	4	10,43	1,79	3,55	5,33	17,05	23,87

Fonte: CAESB (2022).

4.1.2 - Renda e Agrupamento das Regiões Administrativas

A base de dados para estimativa da renda familiar por domicílio foi a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) 2018, publicada pela Codeplan. A soma do número de moradores por domicílio determinou o tamanho das famílias e a soma dos rendimentos monetários de moradores de um mesmo agregado gerou a renda familiar total. A renda familiar total média por RA foi a razão entre a somatória da renda familiar total pelo número de agregados de uma região, desconsiderando situações em que houve recusa ou ausência intencional de respostas. Os rendimentos de funcionários domésticos, seus familiares e de moradores dos domicílios em regime de pensionato não foram incluídos. A amostra considerada refere-se a 13.132 domicílios.

Para a estimativa da renda familiar de 2019 e de 2020, a base de dados da pesquisa foi atualizada considerando a correção dos valores monetários por meio do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Existem 33 Regiões Administrativas criadas no Distrito Federal, mas em 2018, período dos dados de renda, as RAs Arniqueira e Sol Nascente/Pôr do Sol faziam parte de Águas Claras e Ceilândia, respectivamente. Assim, para elas a renda foi considerada igual à da RA de origem.

Para facilitar a escrita e discussão dos resultados deste trabalho, as RAs foram agrupadas conforme o rendimento familiar médio em salários-mínimos (SM). Foram formados seis grupos cujo rendimento familiar foi de até 2 SM, superior a 2 SM e até 3

SM; superior a 3 SM e até 4 SM; superior a 4 SM e até 6 SM; superior a 6 SM e até 9 SM e superior a 9 SM.

4.1.3 - Caracterização do consumo, da tarifação das unidades usuárias e dos subsídios relativos ao SAA

A caracterização do consumo foi realizada a partir de informações divulgadas em ADASA (2022). Foram extraídos os dados de cada período, limitados à categoria residencial, considerando o volume consumido, unidades de consumo e população atendida em cada RA. Dados mensais sobre a distribuição dos usuários em faixas de tarifa foram cedidos pela CAESB para as 33 RAs atendidas sobre as unidades residenciais ativas¹. A tarifa faturada é o preço que o usuário paga à companhia pelo uso de seus serviços. As leituras dos hidrômetros são mensais e a partir dos volumes utilizados determina-se a fatura cabível ao consumidor.

As informações referentes ao ano de 2019 foram detalhadas quanto ao número de unidades de consumo com faturamento em intervalos a cada 10 m³, até o limite de 50 m³. Na estrutura tarifária de junho de 2020 até julho de 2021, estes foram divididos em até 7 m³; entre 8 m³ e 10 m³; de 11 m³ a 13 m³; entre 14 m³ e 20 m³; de 21 m³ a 30 m³; de 30 m³ a 45 m³ e acima de 45 m³. A tarifa cabível ao consumidor considerou como teto de volume o limite do bloco superior faturado pela CAESB. Reconhece-se as limitações na medida em que assumem todo o uso de um volume de água de um bloco quando o usuário pode utilizar quantias menores que as consideradas. Entretanto, qualquer estimativa além da micromedição individualizada contém algum viés.

A análise da performance dos subsídios foi conduzida conforme adaptações do trabalho desenvolvido por Komives *et al.*, (2005) e Angel-Urdiola (2007). Esta metodologia considera o indicador de desempenho Ω relativo à parcela de subsídios recebidos pelas famílias pobres em relação ao total de famílias pobres dentre a população total. O indicador de desempenho também pode expressar o benefício médio recebido pelas famílias pobres, ou seja, os subsídios destinados às famílias pobres (S_p), em relação ao benefício médio recebido pelas famílias na população como um todo (S_H). Assim:

¹ Dados fornecidos pela Escola Corporativa da CAESB em março de 2022.

$$\Omega = \frac{s_p / s_H}{p / H} \quad (1)$$

Onde p é o número de domicílios pobres e H é o número total de domicílios na população.

Quando Ω é igual a 1, a distribuição de subsídios é neutra, quando superior a 1, a maior parcela dos subsídios é destinada aos pobres, logo é dito progressivo. Valores inferiores a 1 são regressivos, pois a maior porção de subsídios é capturada pela população mais rica.

O desempenho do subsídio foi avaliado entre as RAs maior e menor renda, considerando a taxa de conexão, a proporção dos beneficiários dos subsídios, a incidência do benefício, e quantidade de água consumida. A taxa de conexão foi obtida por meio de Codeplan (2018 e 2021), esta última para Arniqueiras e Pôr do Sol/ Sol Nascente.

A proporção dos beneficiários dos subsídios correspondeu ao alcance das unidades atendidas e subsidiadas por localidade, em relação ao número de unidades atendidas. A incidência do benefício entre usuários (R_{Ra}) foi o desconto médio por região, recebido no pagamento da tarifa de água devido ao consumo de água subsidiado. A determinação da R_{Ra} considerou a taxa de subsídios pela quantidade de água tarifada entre os diversos usuários ($Q_{Ra} \cdot CM$).

O CM considerado foi o mesmo para todos os usuários residenciais e obtido por meio da 2ª Revisão Tarifária Periódica realizada em 2016 pela agência reguladora (ADASA, 2016), atualizado até dezembro de 2019 e até junho de 2020 pelo IPCA, totalizando R\$ 5,79 e R\$ 6,71/m³, respectivamente. Para a quantidade de água tarifada foi considerado o limite volumétrico do bloco em que o usuário estava inserido e taxa de subsídios determinada pelo gasto inerente à tarifa do bloco (E) e o custo médio da água fornecida pela prestadora (CM).

Assim:

$$R_{Ra} = 1 - E / (Q_{Ra} \cdot CM) \quad (2)$$

Na Tabela 3 está exemplificada a metodologia para calcular a incidência do benefício. Os dados utilizados no exemplo são reais e referem-se a um único mês.

Tabela 4 - Metodologia utilizada para calcular a incidência de benefícios.

RA	Faixa de consumo (m³)	Tarifa do bloco (E) (R\$)	Custo médio da água fornecida pela prestadora (CM) (R\$)	nº de unidades de consumo (Fev./2021)	E * nº de unidades de consumo (A)	CM * nº de unidades de consumo (B)	Incidência do benefício R= [1-(A/B)]
	< 7	28,93	46,97	32.504,00	940.340,72	1.526.712,88	0,62
Plano	[8, 10]	39,70	67,10	16.827,00	668.031,90	1.129.091,70	0,59
Piloto	[11, 13]	50,47	87,23	25.475,00	1.285.723,25	2.222.184,25	0,58
	[14, 20]	100,17	134,20	35.435,00	3.549.523,95	4.755.377,00	0,75
Total					6.443.619,82	9.633.365,83	0,67

Observação: O número de unidades de consumo refere-se a fevereiro de 2021.

O indicador Ω foi o produto das razões da taxa de conexão (C_{Ra}), dos beneficiários dos subsídios (B_{Ra}), da incidência do benefício (R_{Ra}) e da quantidade média de água subsidiada consumida (Q_{Ra}) por unidade para avaliação da estrutura tarifária implementada em 2020. O desempenho de direcionamento de benefício foi verificado entre RAs de alta (RaA) e baixa renda (RaB). Logo:

$$\Omega = \frac{C_{RaB}}{C_{RaA}} * \frac{B_{RaB}}{B_{RaA}} * \frac{R_{RaB}}{R_{RaA}} * \frac{Q_{RaB}}{Q_{RaA}} \quad (3)$$

4.1.4 - Regressão logística

Um modelo logístico binário foi utilizado para analisar os microdados referentes a renda e identificar as variáveis que afetam a acessibilidade econômica da população. O escopo da análise de regressão logística binária é estimar a probabilidade de ocorrência de determinado evento cuja variável resposta é categórica em face de um conjunto de variáveis preditoras, sejam elas categóricas ou contínuas.

Dado que a acessibilidade econômica de água está relacionada à problemas de limitação de renda familiar, neste estudo a regressão logística foi utilizada para identificar características da pessoa de referência do domicílio e da composição da família associadas a ocorrência de pobreza hídrica. O preço praticado pela CAESB para consumo de 7m³ mensais, acrescido da tarifa de ligação, totalizou R\$28,93 no ciclo tarifário de junho de 2021 a maio de 2021. Esse preço correspondeu ao limiar de 3% da renda familiar e, a partir dele, foi determinado que famílias com renda até R\$964,00 mensais possuem problema de acessibilidade econômica.

A partir do limite de comprometimento de renda e da natureza dicotômica da variável resposta (há problemas de acessibilidade econômica assume valor 1 e 0 quando não) aplicou-se regressão logística binária para identificar as famílias para as quais ocorria problema de pobreza hídrica para consumo de volume mínimo em tarifa padrão.

A função de regressão logística é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (4)$$

Sendo x dado por:

$$x = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (5)$$

Em que p indica a probabilidade de ocorrência do evento de interesse, α representa a constante, β_j ($j = 1, \dots, k$) refere-se os parâmetros a serem estimados pelo modelo de cada variável explicativa, X_i ($i = 1, \dots, k$) são as variáveis explicativas. A função logit $\ln\left(\frac{p}{1-p}\right)$ consiste na linearização da razão de probabilidade, ou seja, da chance de ocorrência de um evento (*odds ratio*).

Na construção do modelo utilizado neste trabalho, as variáveis dependentes utilizadas foram selecionadas conforme trabalhos anteriores relacionados ao estudo da renda da população, a exemplo de Martins *et al.*, (2016). No modelo conduzido neste trabalho, foram consideradas as informações presentes na base de dados moradores disponibilizadas pela Codeplan (2018) referentes as características da pessoa de referência do domicílio como gênero, cor ou raça, estado civil e escolaridade. Para caracterização das famílias, foram calculadas quantas pessoas residentes, além de determinado o número de idosos (pessoas com idade igual ou superior a 60 anos) e de crianças (idade igual ou inferior a 12 anos) por domicílio.

Foram checados os pressupostos do modelo, como natureza dicotômica da variável resposta, independência das observações, multicolinearidade e ausência de pontos de alavancagem. Para os parâmetros do modelo de regressão logística utilizado, foi empregado um intervalo de confiança (IC) de 95%, e um valor de $p < 0,05$ no teste de inferência de Wald.

Foi utilizado o *odds ratio* (OR) para prever as chances de ocorrência do resultado de interesse (problemas de pobreza hídrica, definido como comprometimento de renda superior a 3%) para uma determinada categoria das variáveis preditoras em relação à categoria de referência. Quando um OR é maior (menor) que 1, a variável

preditora considerada está associada a um aumento (uma diminuição) nas chances do resultado.

4.2 - DISPONIBILIDADE FÍSICA E ECONÔMICA QUANTO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA VIVENCIADAS POR FAMÍLIAS BRASILEIRAS EM CAPITAIS BRASILEIRAS

A análise da disponibilidade de conexão para SAA em na área urbana em capitais brasileiras requereu dados sobre: número de unidades domiciliares inseridas na área de serviço da prestadora; número de unidades atendidas pela prestadora por meio de rede de abastecimento de água. Para obtenção desses elementos foi utilizada a base de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) e informações sobre os preços das tarifas de água em capitais brasileiras., todos para o ano de 2022. Na Figura 9 foram descritas as variáveis, bases de dados, além dos softwares utilizados para preparação e manipulação dos dados, com vistas a obtenção dos resultados obtidos nesta fase da pesquisa.

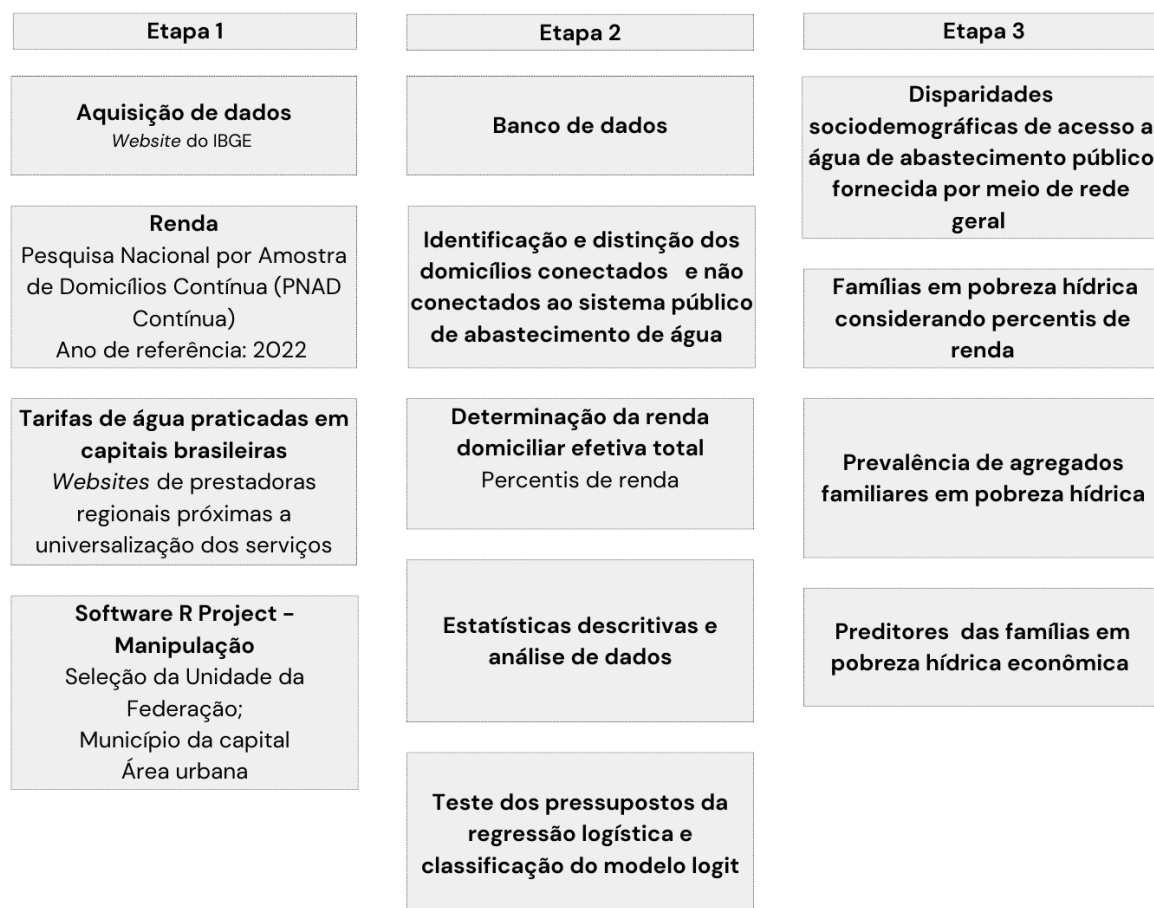


Figura 9 - Distinção das etapas para aquisição das variáveis utilizadas, formação do banco de dados e os resultados relativos à acessibilidade física e econômica em capitais brasileiras.

4.2.1 - Informações da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua associadas ao abastecimento urbano de água residencial

As análises desenvolvidas no presente estudo utilizaram a base de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) referente ao ano de 2022. O principal objetivo dessa pesquisa é investigar as características econômicas e sociais da população com enfoque para o mercado de trabalho. Aos moradores dos domicílios selecionados, são aplicadas entrevistas relativas ao mercado de trabalho, educação, rendimentos e características dos moradores, principalmente. Tópicos complementares estão presentes, como o referente às características da habitação.

A PNAD Contínua é uma pesquisa probabilística e seus dados representam a população brasileira de forma estratificada, com diferentes probabilidades de seleção. Logo, é necessário incorporar o desenho amostral da pesquisa, pois cada unidade de

análise, seja ela um domicílio ou indivíduo, possui probabilidade específica de ser selecionada. Para configurar o desenho amostral e obter dados representativos da população brasileira, nas análises conduzidas nesse trabalho foram incorporados os conglomerados amostrais, referentes às Unidades Primárias de Amostragem (UPAs) compostas pelos setores censitários ou conjunto de setores censitários, os estratos de amostragem, ou seja, os subgrupos homogêneos da população criados pelo IBGE para garantir a representatividade dos dados e os pesos amostrais atribuídos a cada indivíduo ou domicílio. Os dados coletados na PNAD Contínua são obtidos por meio de entrevistas realizadas presencialmente nos domicílios, assegurando-se a confidencialidade das informações. Os microdados das pesquisas conduzidas pelo IBGE são públicos e estão disponíveis diretamente no sítio virtual do órgão (<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html>)

Para a condução dessa pesquisa, foram utilizadas as informações disponíveis para as capitais dos 26 estados brasileiros mais a capital federal, Brasília, em área urbana. Essa medida foi necessária porque não há como identificar os municípios fora da capital em que as informações foram coletadas na PNAD Contínua, logo não se poderia comparar a tarifa de água praticada e a renda familiar local sem que este filtro fosse inserido. Todas as análises estatísticas dos microdados foram realizadas no *software* R. Os principais pacotes utilizados foram “PnadcIBGE”, “survey” e “dplyr”.

Dentre as informações presentes na PNAD Contínua foram utilizadas as variáveis relativas a localização (unidade da federação, capital, área urbana), características sociodemográficas da pessoa de referência do domicílio (sexo, cor/raça, nível de instrução mais elevado alcançado), a renda familiar efetiva, relação de posse com o domicílio (próprio, alugado, cedido ou outro), características da habitação (principal forma de abastecimento de água utilizada) e participação em programas de transferência de renda como Bolsa família, Benefício de Prestação Continuada (BPC) ou outros. Determinou-se o número de crianças (menores de 12 anos) e de idosos (maiores de 60 anos) por agregado familiar considerando a idade de cada residente e excluindo pessoas não pertencentes a ele (agregado(a) - não parente que não compartilha despesas; pensionista; empregado(a) doméstico(a) e parente do(a) empregado(a) doméstico(a)). Para verificação da pobreza hídrica, estabeleceu-se limiar de comprometimento de renda com tarifa de água até 3% da renda familiar efetiva, assim nos domicílios com renda inferior ao limiar estabelecido foi imputado o valor 1 (com problema de acessibilidade econômica). No Quadro 15 estão apresentados os

códigos das variáveis e a descrição dessas. Para maior entendimento, em algumas situações foram descritas as respostas consideradas.

Quadro 15 - Código das variáveis da PNAD Contínua, descrição e respostas consideradas

Código da variável	Descrição e respostas
Ano	Ano de referência (2022)
UF	Unidade da Federação
Capital	Município da capital
UPA*	Unidade Primária de Amostragem
Estrato*	
V1022	Situação do domicílio (Urbana)
V1023	Tipo de área (Capital)
V1032*	Peso do domicílio e das pessoas
V2005	Condição no domicílio
V2007	Sexo
V2009	Idade do morador na data de referência
V2010	Cor ou raça (Branca, preta, amarela, parda, indígena ou ignorado)
S01007	Qual é a principal forma de abastecimento de água utilizada neste domicílio? (Rede geral de distribuição; Poço raso, freático ou cacimba; Fonte ou nascente; Água da chuva armazenada; Outra)
S01017	Este domicílio é: (Próprio de algum morador - já pago; Próprio de algum morador - ainda pagando; Alugado; Cedido por empregador; Cedido por familiar; Cedido de outra forma; Outra condição)
VD3004	Nível de instrução mais elevado alcançado (pessoas de 5 anos ou mais de idade) padronizado para o Ensino fundamental com duração de 9 anos
VD5004	Rendimento (efetivo) domiciliar (inclusive rendimentos em cartão/tíquete transporte ou alimentação) (exclusive o rendimento das pessoas cuja condição na unidade domiciliar era pensionista, empregado doméstico ou parente do empregado doméstico)
V5001A	No mês de ... (mês de referência), ... recebeu rendimentos de Benefício Assistencial de Prestação Continuada – BPC-LOAS?
V5002A	No mês de ... (mês de referência), ... recebeu rendimentos de Programa Bolsa Família?
V5003A	No mês de ... (mês de referência), ... recebeu rendimentos de outros programas sociais do governo?
Quantidade de idosos	Calculada por domicílio a partir da variável V2009 para todos os moradores do domicílio (exclusive: Agregado(a) - Não parente que não compartilha despesas; Convivente - Não parente que compartilha despesas; Pensionista; Empregado(a) doméstico(a); Parente do(a) empregado(a) doméstico(a))
Quantidade de crianças	Calculada a partir da variável V2009 para todos os moradores do domicílio (exclusive: Agregado(a) - Não parente que não compartilha despesas; Convivente - Não parente que compartilha despesas; Pensionista; Empregado(a) doméstico(a); Parente do(a) empregado(a) doméstico(a))

*Variáveis utilizadas para incorporação do desenho amostral. Fonte: IBGE (2022)

4.2.2 - Dados tarifários

Para avaliação do comprometimento da renda considerou-se a parcela de renda familiar efetiva necessária para consumo familiar de 10m^3 em 2022. Esse volume foi considerado como volume de linha de vida, ou seja, aquele que tem por objetivo atender às necessidades básicas familiares, logo a avaliação da acessibilidade econômica diante desse preço é mais fidedigna do que a estimativa em função do consumo médio, sujeito a influências de usos não essenciais. Nas companhias de abastecimento de água, o consumo médio de água residencial é consideravelmente maior do que sua mediana — ou seja, o número de clientes cujo uso de água é conservador supera o número daqueles de alto consumo volumétrico.

O volume de 10m^3 equivale a um consumo de 83 L diários por pessoa para uma família com quatro membros. Este montante é uma quantia conservadora quando comparado a outros limites considerados em estudos sobre acessibilidade econômica realizados por Van Abs *et al.* (2021); Teodoro (2018); Mack e Wrase (2017); Raucher *et al.* (2019) e trabalhos sobre necessidades de usos de água para atividades domésticas internas como em Chenoweth (2008) e Howard *et al.* (2020). O volume de 10m^3 mensais foi ou ainda é adotado como mínimo ou de linha de vida das prestadoras locais consideradas (Tabela 4), podendo ser vendido integralmente (independente de quanto foi verdadeiramente consumido) ou conforme uso efetivo, a depender da companhia responsável pelo serviço de abastecimento.

Os dados relativos aos preços praticados pelas companhias de abastecimento foram coletados por meio de pesquisas *on-line*, no site oficial das prestadoras. Coletados os dados, foram determinados os preços para cada prestadora em análise, conforme o volume pré-determinado. Algumas das prestadoras cobram preço referente à conexão ao sistema de abastecimento, nessas situações o preço da taxa foi acrescentado ao do volume de água para composição do preço final praticado. No Rio de Janeiro, a tarifa correspondente a 10 m³ é igual a de 15 m³ porque esse último é o volume mínimo adotado pela companhia local e não há cobrança de taxa de conexão ao sistema.

Em todas as estruturas tarifárias foi avaliado o preço da tarifa para a categoria residencial, sem considerar a tarifa de menor preço destinada à assistência dos clientes vulneráveis economicamente. Clientes de baixa renda não são automaticamente inscritos nestes programas de assistência ao cliente, portanto usuários elegíveis não são, necessariamente, beneficiados. Acrescenta-se que esta medida avalia o cenário com piores condições para os clientes de menor renda.

4.2.3 - Acessibilidade baseada em renda mediana para as necessidades essenciais de água

Nessa abordagem convencional foi medida a acessibilidade econômica como uma despesa média com consumo de água da comunidade como uma porcentagem da renda domiciliar mediana dessa comunidade, com limite de 3% para comprometimento da renda, para o consumo de um volume específico. Assim o limiar de renda para análise de acessibilidade econômica foi dado por:

$$\text{Limiar de renda} = \frac{\text{Preço da tarifa para consumo para } 10 \text{ m}^3 * 100}{3} \quad (6)$$

O emprego da renda mediana deve-se à influência da distribuição dos dados. Nesta etapa foram empregados dados de renda e estes não possuem distribuição normal o que influencia a interpretação estatística destes. Assim:

$$\text{Acessibilidade econômica à água (\%)} = \frac{\text{Despesa com consumo para } 10 \text{ m}^3}{\text{Renda mediana familiar}} \quad (7)$$

Quando o comprometimento da renda familiar foi superior a 3%, considerou-se que o agregado familiar analisado possui problemas de acessibilidade econômica para o consumo de água. Uma extensão da análise considerou o preço das contas de água para o quintil mais baixo de renda, como em trabalhos desenvolvidos por Van Abs *et al.* (2021), Raucher *et al.* (2019) e Teodoro (2018), nos quais se assumiu que esse grupo representa a renda no nível de pobreza. Análises de estimativa de acessibilidade econômica têm se baseado em diferentes grupos de renda, mas devem concentrar nas famílias de baixa renda, visto que é improvável que a população de renda média ou mediana encare problemas de acessibilidade, à exceção se ocorrer séria fragilização econômica do grupo populacional considerado. O acompanhamento da acessibilidade econômica da água para grupos em vulnerabilidade econômica é válido, pois pode ampliar o debate sobre o significado de acessibilidade e visibilidade ao acompanhamento e entendimento da água como um direito humano.

$$\text{Acessibilidade econômica à água no } 20^{\circ} \text{ percentil (\%)} = \frac{\text{Despesa com consumo para } 10 \text{ m}^3}{\text{Renda familiar no } 20^{\circ} \text{ percentil}} \quad (8)$$

Tabela 5 - Capitais, companhias responsáveis pelos serviços de abastecimento de água, volumes mínimo e tarifas de água da categoria residencial normal praticadas para consumo de 10m3 mensais.

Capital	Prestador de SAA	Volume mínimo (m³)	Taxa de conexão (R\$)	Tarifa mínima (R\$)	Tarifa referente a 10 m³ mensais	Limiar de renda para análise de acessibilidade econômica (R\$) *
Porto Velho (RO)	CAERD	10	-	32,4	32,4	1080,00
Rio Branco (AC)	SAERB	10	-	17,92	17,92	597,00
Manaus (AM)	Águas de Manaus	10	-	43,8	43,8	1460,00
Boa Vista (RR)	CAERR	12	-	30,86	30,86	1029,00
Belém (PA)	COSANPA	10	-	39,1	39,1	1303,00
Macapá (AP)	CAESA	10	-	31,4	31,4	1047,00
Palmas (TO)	SANEATINS/BRK	5	-	36,85	49,7	1657,00
São Luís (MA)	CAEMA	10	-	25,5	25,5	850,00
Teresina (PI)	Águas Teresina	10	-	36,62	36,62	1221,00
Fortaleza (CE)	CAGECE	10	-	48,2	48,2	1607,00
Natal (RN)	CAERN	10	-	51,88	51,88	1729,00
João Pessoa (PB)	CAGEPA	10	-	44,03	44,03	1468,00
Recife (PE)	COMPESA	10	-	50,5	50,5	1683,00
Maceió (AL)	CASAL/BRK	10	-	61,40	61,40	2047,00
Aracaju (SE)	DESO	10	-	41,85	41,85	1395,00
Salvador (BA)	EMBASA	6	-	32,6	37,76	1259,00
Belo Horizonte (MG)	COPASA	-	17,61	-	46,14	1538,00
Vitória (ES)	CESAN	-	21,71 -51,80	-	42,11	1404,00
Rio de Janeiro (RJ)	Águas do Rio	15	-	83,94	83,94	2798,00
São Paulo (SP)	SABESP	10	-	32,71	32,71	1090,00
Curitiba (PR)	SANEPAR	5	-	45,25	52,25	1742,00
Florianópolis (SC)	CASAN	-	35,08	-	58,38	1946,00
Porto Alegre (RS)	DMAE	10	-	-	46,3	1543,00
Campo Grande (MS)	Águas Guariroba	-	17,78	-	89,68	2989,00
Cuiabá (MT)	Águas Cuiabá	10	-	39,3	39,3	1310,00
Goiânia (GO)	SANEAGO	-	14,64	-	63,04	2101,00
Brasília (DF)	CAESB	-	8,03	-	39,5	1317,00

Fonte: Volume mínimo, taxa de conexão e preços obtidos nos *websites* das companhias de abastecimento de água. Para todas as tarifas, foi considerado o preço praticado em 31/12/22 como referência.

Observação: * Famílias com renda igual ou inferior a este limite foram consideradas pobres em água.

4.2.4 - Caracterização da disponibilidade física de rede de abastecimento de água e classificação das famílias quanto à acessibilidade econômica

O levantamento das particularidades dos agregados familiares com problemas de disponibilidade física foi realizado por meio de estatísticas descritivas. Posteriormente, realizou-se uma regressão logística binária para prever as características socioeconômicas da pessoa responsável pelo domicílio, do agregado familiar e em relação ao imóvel relacionadas a ocorrência de problemas de acessibilidade econômica. O modelo conduzido estima a probabilidade de um agregado familiar comprometer além de 3% da sua renda (métrica utilizada nesta pesquisa) com tarifa de água, ou seja, ser pobre em água foi a variável dependente. Dados referentes às despesas com abastecimento de água não estão disponíveis na PNAD Contínua, assim para cada capital em estudo foi estipulado um valor mínimo de renda, considerando o preço relativo ao consumo de 10m³ mensais na localidade. Logo a probabilidade de um agregado familiar foi 0 (sem problema de acessibilidade econômica) ou 1 (com problema de acessibilidade econômica), quando a renda foi inferior ao limite adotado na localidade. A regressão logística binária é uma técnica estatística empregada em problemas de classificação, quando a variável resposta é dicotômica. Neste trabalho, a interpretação da técnica foi realizada por meio da razão de chances (*odds ratio*), ou seja, da chance de ocorrência de um evento qualitativo em um determinado grupo em relação ao outro, em virtude dos fatores analisados (variáveis explicativas).

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Assim como a metodologia abordou áreas de estudo, bases de dados e, em partes, métricas distintas, na apresentação dos resultados e discussões a temática dos subsídios, acessibilidade econômica aos serviços de abastecimento de água no Distrito Federal vem abordada em um primeiro momento e de forma distinta da referente a disponibilidade física e a acessibilidade econômica para capitais brasileiras.

5.1 SUBSÍDIOS E ACESSIBILIDADE ECONÔMICA NO DISTRITO FEDERAL

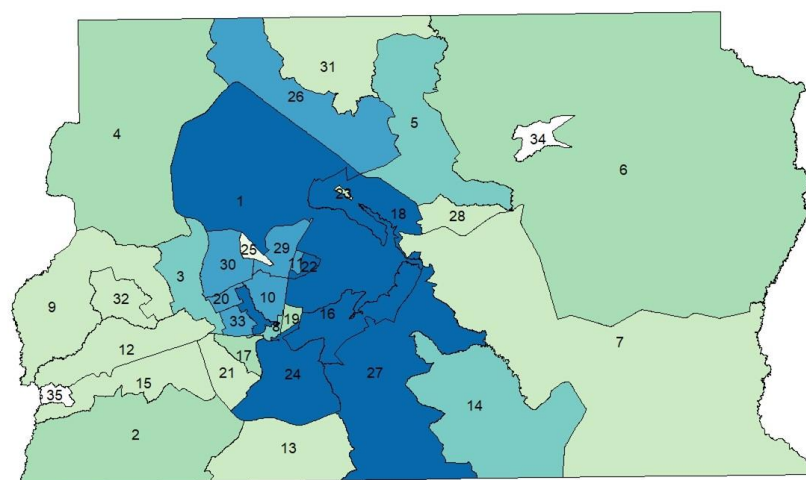
A renda familiar média mensal do DF em 2019 foi de R\$ 6.914,3 e de R\$ 7.061,8 em 2020. A distribuição da renda é dispare. Nas RAS Plano Piloto, Sudoeste/Octogonal, Jardim Botânico, Lago Norte, Park Way estão alocados 13% da população e nelas cerca de 68% das famílias possuíam renda superior a 20 SM (Figura 10 a). No Fercal, Recanto das Emas, Riacho Fundo II, Varjão e SCIA aproximadamente 50% das famílias dispõem de até 2 SM como rendimentos mensais. O padrão de ocupação das SA Lago Sul, Plano Piloto, SCIA e Fercal é apresentado na Figura 10 b como uma proxy da renda familiar.

O consumo per capita médio DF foi de 140 e de 136 L hab⁻¹.dia⁻¹ em 2019 e em 2020, respectivamente. Nas RAS Plano Piloto, Jardim Botânico, Lago Norte e Park Way, o consumo per capita médio foi de 225 L, enquanto no Lago Sul atingiu 399 L hab⁻¹.dia⁻¹. Em Fercal, Ceilândia, Riacho Fundo II, Paranoá e Itapoã foi de 108 hab⁻¹.dia⁻¹ (ADASA, 2022). O consumo residencial por RA para os períodos de 2019 e 2020 está apresentando na Figura 11.

(a) Grupos de renda- Renda média familiar das RAS

**Regiões Administrativas
do Distrito Federal**

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1 Plano Piloto | 19 Candangolândia |
| 2 Gama | 20 Águas Claras |
| 3 Taguatinga | 21 Riacho Fundo II |
| 4 Brazlândia | 22 Sud./Octogonal |
| 5 Sobradinho | 23 Varjão |
| 6 Planaltina | 24 Park Way |
| 7 Paranoá | 25 SCIA |
| 8 Núcleo Bandeirante | 26 Sobradinho II |
| 9 Ceilândia | 27 J. Botânico |
| 10 Guará | 28 Itapoã |
| 11 Cruzeiro | 29 SIA |
| 12 Samambaia | 30 V. Pires |
| 13 Santa Maria | 31 Fercal |
| 14 São Sebastião | 32 Sol N./ Pôr do Sol |
| 15 Recanto das Emas | 33 Arniqueira |
| 16 Lago Sul | 34 Arapoanga |
| 17 Riacho Fundo | 35 Água Quente |
| 18 Lago Norte | |



Grupo de renda - Renda média

1 - R\$ 1877,7	3 - R\$ 3732,3	5 - R\$ 8533,0	NA
2 - R\$ 2946,1	4 - R\$ 5838,7	6 - R\$ 18673,8	

(b) Uso e ocupação do solo nas RAS



Figura 10 - (a) agrupamentos de Regiões Administrativas do DF conforme a renda média familiar e (b) tipologias construtivas e padrões de uso e ocupação de lotes urbanos nas RAS Lago Sul, Plano Piloto, Fercal e Ceilândia.

Fonte: (a) determinado pelos autores a partir de Codeplan (2018) e de ADASA (2022); (b) Google Earth (2023).

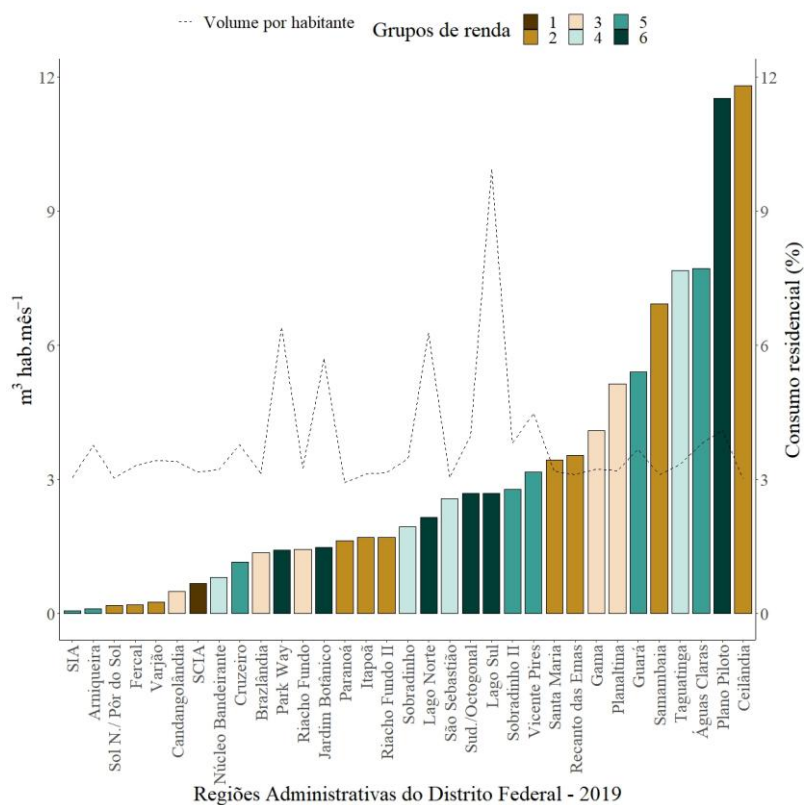
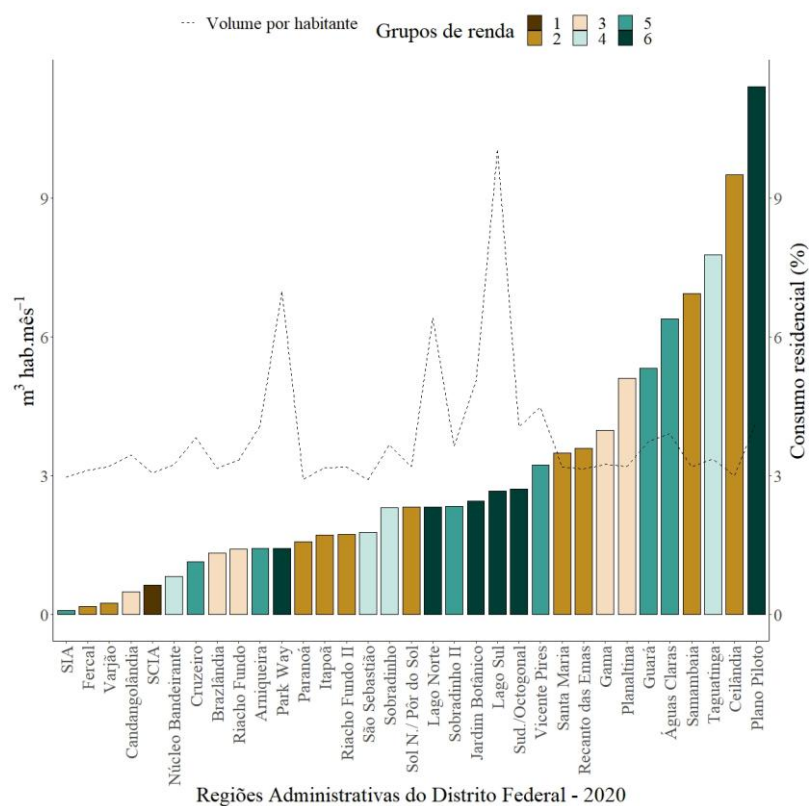


Figura 11 - Consumo residencial per capita nas RAS do DF em 2019 e em 2020.
Fonte: Calculado pelos autores a partir de ADASA (2022).

Em relação aos dados de faturamento de água, em 2019 60% das unidades de consumo do DF estavam inseridas no volume mínimo de 10m³ mensais. Quanto à distribuição percentual média das unidades por intervalos de faturamento, nas RAS Plano Piloto, Sudoeste/Octogonal, Jardim Botânico, Lago Norte e Park Way foram verificados o menor número de unidades inseridas no volume mínimo (Figura 12). Na faixa de maior volume tarifado (acima de 50 m³) estão 12,9% das unidades usuárias de SAA da RA Lago Sul, localidade que concentra maior renda familiar média e padrão construtivo com extensas áreas de jardim e com predominância de gramados. Esta mesma RA é a única em que o somatório de unidades faturadas em mais de 30 m³ supera o dos blocos inferiores a este patamar.

Em 2020, com a reestruturação tarifária, ao menos 59% das unidades atendidas pela CAESB perceberam redução do preço de SAA, pois consumiam até 7m³ mensais. Estas unidades estavam dentro da faixa mínima anterior e com a reestruturação tiveram o preço pago pelos serviços reduzidos. Na RA Fercal, cerca de 48% das unidades de consumo receberam tais descontos.

Comparando o preço para 10m³ para a categoria Residencial Normal praticada em junho de 2019 atualizada pelo IPCA para junho de 2020, e o preço para mesmo volume da categoria Residencial Padrão mais a parte fixa da tarifa, nota-se continuidade de recebimento de subsídios, entretanto o acréscimo no preço da tarifa foi de 19%. Na tarifa de 2019 usuários com consumo entre 0 e 5 m³ e aqueles com consumo superior a 28 m³ subsidiavam o SAA porque o preço de tarifa imposto a estes era superior ao custo médio dos serviços. Em 2020, considerando o preço da tarifa de ligação acrescido do preço das faixas de consumo, usuários com consumo superior a 2 m³ e até 29 m³ são subsidiados. Tanto em 2019 quanto em 2020, 90% dos consumidores dos SAA foram tarifados em até 20 m³ de água mensais e 2% deles em tarifas superiores a 30 m³. Dado o significativo contingente de unidades, o maior direcionamento de subsídios para o volume mínimo destina-se à RA Ceilândia.

A alteração de estrutura tarifárias aplicada aparenta não ter provocado mudanças nos padrões de consumo médio dos usuários atendidos. Dentre as justificativas considerou-se a percepção da água como um bem essencial, para o qual existem necessidades básicas a serem atendidas e inexistência de substitutos. Mesmo que ocorra alteração de preço, a demanda por água comporta-se como inelástica. Nas RAS Paranoá, Ceilândia, Samambaia, Santa Maria e Riacho Fundo II, cuja renda familiar é de até 3 SM mensais, mais de 80% das unidades consumidoras estiveram tarifadas na

faixa de até 20m³ nos dois cenários analisados. Dentre as RAS com renda familiar superior a 9 SM, ao menos 20% (no Jardim Botânico) e até 62% das unidades consumidoras (no Lago Sul) foram tarifadas nas faixas de consumo acima de 20 m³. Essas particularidades dos grupos de maior e menor renda sinalizam que comportamentos originados nestas RAS têm boas possibilidades de influenciar a sustentabilidade financeira da companhia de saneamento. Da mesma forma, alterações na política tarifária podem afetar o bem-estar social ou os patamares de consumo de formas bem distintas nesses dois grupos de RAS.

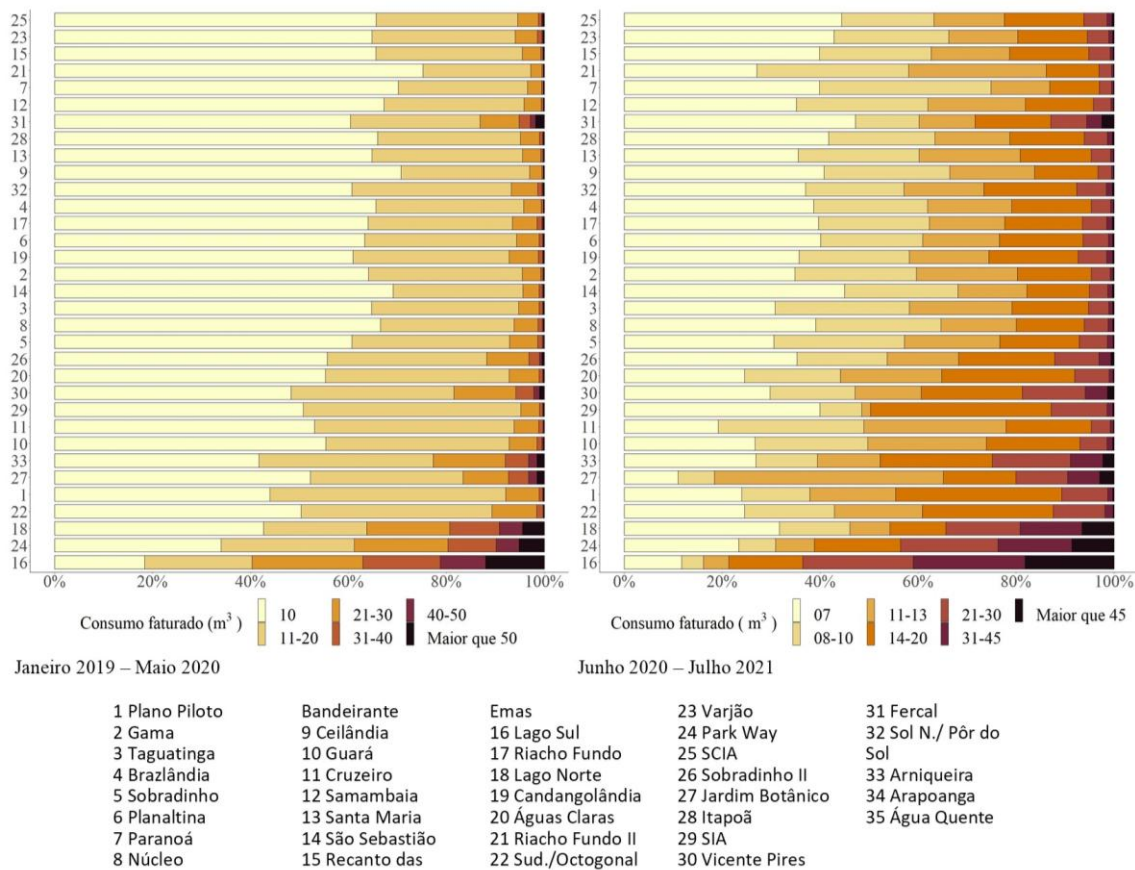


Figura 12 - Percentual da distribuição das unidades consumidoras do DF por RAS e em faixas de volume faturados em 2019-2020 e 2020-2021.

Fonte: (b) Calculado pelos autores a partir de dados fornecidos pela Escola Corporativa da CAESB em março de 2022.

Castro (2017) mapeou as estruturas urbanas do DF por meio de base de dados de 2009 e identificou que Lago Norte e Lago Sul são áreas com média taxa de ocupação, padrão construtivo muito alto, lotes residenciais com áreas de 1000 a 2000m², a maioria com dois ou mais andares, jardins e ao menos uma piscina privada. Park Way difere destas regiões apenas no padrão construtivo, que é alto e no tamanho dos lotes que vai de 500 a 1000 m². Estas RAS são as únicas do DF em que ocorre presença de vegetação arbórea. No Jardim Botânico, o padrão construtivo varia de baixo a alto, grande parte dos lotes têm áreas superiores a 2000 m² e a maior parte das construções era de até um andar.

Além da renda, as diferenças entre as tipologias construtivas implementadas nas RAs influenciam o consumo de água. Nas RAS Plano Piloto e Sudoeste Octogonal o tipo de domicílio predominante é de apartamentos de alto padrão em 81% e 93 % das observações, respectivamente, diferindo de Lago Norte, Lago Sul e Park Way cujas áreas apresentam padrão construtivo muito alto, amplos lotes residenciais, jardins e ao menos uma piscina privada (PDAD, 2018). Portanto, apesar das afinidades em termos de renda de suas populações, a diferenciação da tipologia construtiva predominante nas RAs Plano Piloto e Sudoeste/Octogonal em relação à verificada em Park Way, Jardim Botânico, Lago Sul e Lago Norte não pode ser desprezada. Piscinas, jardins e vegetação arbórea demandam usos não essenciais de água, portanto as tarifas destas famílias podem impactar a acessibilidade econômica, mas são escolhas de alto nível de consumo, muito além do consumo de linha de vida (pautado no limite mínimo de alimentação e higiene) e divergentes da proposta deste estudo.

Inicialmente, na análise do ciclo tarifário, foram considerados, todos os meses entre junho de 2020 a maio de 2021. Porém, além da taxa de conexão, o indicador Ω foi influenciado pela quantidade de água subsidiada consumida e, consequentemente, pela incidência do benefício, ao longo do período de observação. Apenas Lago Sul e Park Way geraram subsídios ao longo do período de observação, devido ao seu alto consumo de água (Figura 13). Lago Norte, Jardim Botânico, Plano Piloto e Sudoeste/Octogonal receberam subsídios por pelo menos parte do período em que a nova estrutura tarifária esteve em vigor. Diante da volatilidade da incidência do benefício, nesta análise o indicador Ω foi avaliado considerando o mês de fevereiro de 2021 por ser aquele com em que houve menor faturamento de consumo de água.

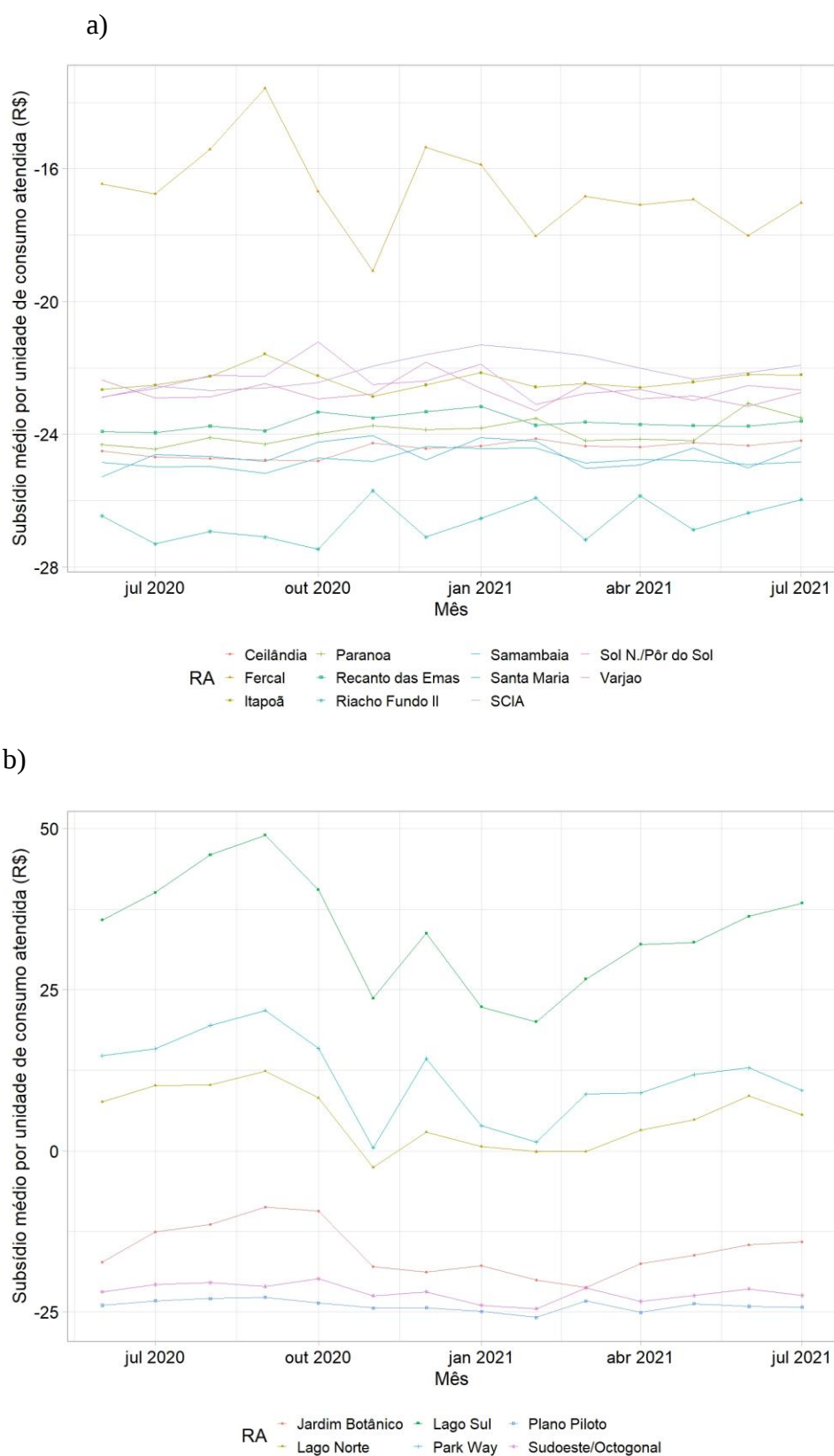


Figura 13 - Subsídios gerados ao longo do período de observação, de acordo com as Regiões Administrativas, nos grupos 1 e 2 (a) e no grupo 6 (b).

As componentes do indicador estão apresentadas para as RAS com maiores discrepâncias de renda (Tabela 5 e Tabela 6). As taxas de conexão em algumas das localidades de baixa renda se mostraram aquém dos locais de alta renda, vide razão entre Sol Nascente/Pôr do Sol e Plano Piloto (taxa de conexão= 0,95) e SCIA e Lago Sul (taxa de conexão= 0,80), respectivamente. Porém, relevantes lacunas de conexão ao SAA foram observadas no Lago Norte e no Jardim Botânico. O desempenho do indicador Ω entre a RA Fercal e as regiões de maior renda ocorreu em sua maior parte, em virtude da taxa de conexão ser consideravelmente menor no Fercal. Essa RA apresenta um considerável número de comunidades rurais, portanto o comparativo entre estas RA e as demais é apresentada, mas se reconhece que existem ressalvas e diferenças importantes entre ela e as regiões de maior renda, porque estas últimas são predominantemente urbanas.

A regressividade do indicador Ω ocorreu em virtude da taxa de conexão, como no comparativo com a RA SCIA e devido a quantidade de água consumida subsidiada, pois esta foi superior na RA Plano Piloto. Assim, mesmo que existam mais beneficiários subsidiados e mais descontos tarifários nas localidades de menor renda, o indicador Ω apresentou resultados regressivos ($\Omega < 1$).

Tabela 6 - Determinação dos componentes do indicador de subsídios e razão da segmentação dos componentes do indicador Ω entre RAS do DF.

Grupo de Renda	RA (nº de identificação)	RA	Taxa de Conexão (C)* (%)	Quantidade média de água subsidiada consumida (Q) ** (m³/unit)	Beneficiários dos subsídios (B)	Incidência do benefício (R)
1	25	SCIA	79,30	10,01	0,93	0,36
2	7	Paranoá	92,20	6,41	0,98	0,38
2	9	Ceilândia	99,60	8,47	0,98	0,37
2	12	Samambaia	100,00	8,59	0,97	0,37
2	13	Santa Maria	99,70	9,32	0,96	0,37
2	15	Recanto das Emas	99,80	10,27	0,96	0,36
2	21	Riacho Fundo II	98,90	7,89	0,97	0,38
2	23	Varjão	99,80	8,94	0,96	0,36
2	28	Itapoã	99,40	9,33	0,95	0,36
2	31	Fercal	61,40	10,12	0,89	0,36
2	32	Sol N./Pôr do Sol	95,40	10,26	0,94	0,36
3	2	Gama	97,40	8,28	0,97	0,37
3	4	Brazlândia	97,30	9,15	0,97	0,36
3	6	Planaltina	99,40	9,80	0,95	0,36
3	17	Riacho Fundo	99,80	9,12	0,95	0,36
3	19	Candangolândia	100,00	11,08	0,93	0,35
4	3	Taguatinga	100,00	8,80	0,96	0,37
4	8	Núcleo Bandeirantes	99,60	8,60	0,95	0,36
4	14	São Sebastião	73,00	7,43	0,96	0,37
5	5	Sobradinho	90,80	10,83	0,95	0,36
5	10	Guara	99,70	10,32	0,95	0,36
5	11	Cruzeiro	100,00	7,70	0,97	0,37
5	20	Águas Claras	99,90	7,06	0,95	0,35
5	26	Sobradinho II	93,00	9,12	0,92	0,35
5	29	SIA	100,00	2,16	0,95	0,30
5	30	Vicente Pires	88,30	11,45	0,87	0,34
5	33	Arniqueira	98,00	11,84	0,80	0,34
6	1	Plano Piloto	99,90	10,71	0,93	0,33
6	16	Lago Sul	99,00	13,45	0,47	0,31
6	18	Lago Norte	94,90	10,72	0,75	0,35
6	22	Sudoeste/Octogonal	100,00	10,06	0,83	0,34
6	24	Park Way	98,30	12,13	0,65	0,33
6	27	Jardim Botânico	88,70	12,68	0,74	0,38
DF			97,10	9,75	0,94	0,36

* referente a fevereiro de 2021 para SCIA e Sol Nascente e Pôr do Sol; **Volume tarifado subsidiado médio.

Fonte: Determinado pelos a partir de CAESB (2022); Codeplan (2018) e Codeplan (2021)

Tabela 7 - Proporção da segmentação dos componentes ligação, quantidade de água subsidiada consumida, beneficiários do subsídio e incidência do benefício do indicador Ω entre SA no Distrito Federal

		Proporção de			
	Ômega Ω	Taxa de Conexão (C_{LI}/C_{HI})	Quantidade média de água subsidiada consumida (Q_{LI}/Q_{HI})	Beneficiários dos subsídios (B_{LI}/B_{HI})	Incidência do benefício (R_{LI}/R_{HI})
RA - SCIA					
Razão RA Plano Piloto	0,80	0,79	0,93	1,00	1,07
Razão RA Lago Sul	1,35	0,80	0,74	2,00	1,13
RA - Paranoá					
Razão RA Plano Piloto	0,66	0,92	0,60	1,05	1,14
Razão RA Lago Sul	1,11	0,93	0,48	2,10	1,20
RA - Ceilândia					
Razão RA Plano Piloto	0,92	1,00	0,79	1,04	1,12
Razão RA Lago Sul	1,56	1,01	0,63	2,09	1,18
RA - Samambaia					
Razão RA Plano Piloto	0,93	1,00	0,80	1,04	1,11
Razão RA Lago Sul	1,57	1,01	0,64	2,08	1,17
RA - Recanto das Emas					
Razão RA Plano Piloto	1,07	1,00	0,96	1,03	1,09
Razão RA Lago Sul	1,82	1,01	0,76	2,06	1,15
RA - Riacho Fundo II					
Razão RA Plano Piloto	0,87	0,99	0,74	1,04	1,15
Razão RA Lago Sul	1,48	1,00	0,59	2,09	1,21
RA - Varjão					
Razão RA Plano Piloto	0,94	1,00	0,83	1,03	1,10
Razão RA Lago Sul	1,60	1,01	0,66	2,06	1,16
RA - Itapoã					
Razão RA Plano Piloto	0,96	0,99	0,87	1,02	1,09
Razão RA Lago Sul	1,63	1,00	0,69	2,04	1,15
RA - Fercal					
Razão RA Plano Piloto	0,60	0,61	0,94	0,95	1,08
Razão RA Lago Sul	1,01	0,62	0,75	1,91	1,13
RA -Sol Nascente/Pôr do Sol					
Razão RA Plano Piloto	0,99	0,95	0,96	1,01	1,07
Razão RA Lago Sul	1,68	0,96	0,76	2,02	1,13

Unidades do Lago Sul, Lago Norte, Jardim Botânico e Park Way receberam 3% dos subsídios concedidos até 20 m³ e geraram 45% daqueles referentes a usos superiores a 30m³, mas este grupo consumidor representou apenas 5% das unidades atendidas pela CAESB em 2019. Entre 2020 e 2021, estas mesmas RAS receberam 2,8% dos subsídios concedidos até 20m³ e produziram 29% deles dado consumo superior a 30 m³. Apesar de receber menor parcela de subsídios, estes usuários usufruem de uma maior quantidade de água com descontos no preço do que moradores das demais regiões.

Quanto à acessibilidade econômica, a alteração da estrutura tarifária ocorrida em 2020/2021 foi, minimamente, eficaz para reduzir o comprometimento da renda média para o acesso da sociedade à água. Para a renda de 2019 e preço do volume mínimo deste ano, o comprometimento foi de 0,45% e para preço e renda média de 2020 foi de 0,41%. Apesar de aplicada redução de preços para o volume mínimo, há necessidade de se observar os efeitos tarifários por meio da análise dos microdados de renda dos grupos sociais atendidos, pois valores médios de renda familiar não são capazes de expressar a incidência de problemas de pobreza hídrica, dessa forma, foi calculado o comprometimento da renda para consumo de 7 m³, 10 m³; 20 m³ e 30 m³ mensais (Tabela 7).

No primeiro grupo de rendimentos (até 2SM), quase um quarto das famílias mostraram-se suscetíveis à pobreza hídrica mesmo para a linha de vida. A vulnerabilidade econômica da população fica ainda mais evidente para o consumo dos volumes 10 m³ e 20 m³. Apesar de ultrapassarem o volume mínimo estabelecido, pode se considerar que esta situação pode ocorrer em virtude de famílias mais numerosas ou ainda decorrentes de outras interferências de consumo de água, como instalações hidráulicas, idade e tipologia de eletrodomésticos utilizados, de modo que estender observação de pobreza hídrica para além do volume mínimo ilustra uma realidade mais fidedigna em relação à fragilidade da acessibilidade econômica à água.

Evidenciam-se as condições de disparidade e de comprometimento da renda por localidades observadas. Considerando um consumo mensal de 10m³ de água, cerca de 30% das residências em Ceilândia teriam comprometimento de renda acima de 3%, enquanto para o Plano Piloto essa situação atingiria 4,5% das residências. As discrepâncias se agravam com o aumento do consumo médio mesmo para patamares de conforto hídrico (20m³.mês⁻¹), sem atingir uma escala de alto consumo (a partir de 30m³).

Tabela 8 - Grupos de renda do Distrito Federal e comprometimento da renda familiar para consumo de água da Tarifa Normal praticada pela CAESB.

Grupos	Regiões Administrativas	Total de unidades faturadas	Unidades com Tarifa Social (%)	Percentual de residências com comprometimento da renda superior a 3% para consumo de			
				7 m ³	10 m ³	20 m ³	30 m ³
1	SCIA	8.060	10,7	24,8	40,0	86,1	98,9
2	Varjão, Recanto das Emas, Riacho Fundo II, Paranoá, Samambaia, Fercal, Itapoã, Santa Maria, Ceilândia	393.556	3,4	14,8	30,1	72,6	92,7
3	Brazlândia, Riacho Fundo, Planaltina, Candangolândia, Gama	149.491	2,9	11,2	24,4	63,5	86,6
4	São Sebastião, Taguatinga, Núcleo Bandeirante, Sobradinho	162.497	1,7	5,5	13,8	46,0	71,6
5	Sobradinho II, Águas Claras, Vicente Pires, SIA, Cruzeiro, Guará	238.621	0,5	5,0	9,8	31,5	55,6
6	Jardim Botânico, Lago Norte, Sudoeste/Octogonal, Plano Piloto, Park Way, Lago Sul	189.759	0,1	2,8	4,5	12,7	25,3

Fonte: Autores (2023).

As variáveis analisadas para verificação da ocorrência (ou ausência) de problemas de acessibilidade econômica quanto ao SAA são apresentadas na Tabela 8. Algumas características da pessoa de referência do domicílio e da família foram significativas preditoras da ocorrência de problemas de pobreza hídrica. Os resultados obtidos corroboram a literatura, evidenciando que a educação está positivamente correlacionada com a renda, logo para aqueles que possuem mais anos de estudo, menor é a chance de problemas de acessibilidade econômica. Estudo conduzido por Boing *et al.* (2022) utilizando dados do censo de 2010 promovido pelo IBGE verificou que famílias brasileiras cuja pessoa de referência era preta, indígena ou parda tinham menor renda e nível educacional em relação a pessoas brancas.

As demais variáveis relacionadas a pessoa de referência associadas a pobreza hídrica foram raça/cor parda ou indígena e gênero feminino. Famílias chefiadas por mulheres tiveram 2,8 mais chances de ter problemas de acessibilidade econômica do que aquelas em que a pessoa de referência era do sexo masculino. Quanto ao estado civil, pessoas solteiras estão mais suscetíveis a pobreza hídrica em relação àquelas que convivem com cônjuge.

Quanto a família, ao aumentar em uma pessoa entre aquelas que vivem em um mesmo domicílio, a chance de pobreza hídrica diminui em 32% e ter pelo menos um idoso na família reduz a chance de ter problemas de acessibilidade econômica em 30%. A OR

para a variável idoso pode ser explicada pelo possível acesso a rendimentos de aposentadoria ou pensões.

A presença de crianças foi fator importante quanto a acessibilidade econômica. Os lares que possuem ao menos mais de uma criança tiveram um aumento de 49% na chance de ter problemas de acessibilidade econômica. No caso de famílias numerosas, porém com poucas ou nenhuma criança, é crível o maior consumo de água, mas há oportunidade para estas pessoas sejam economicamente ativas e contribuam para a renda familiar.

Tabela 9 - Resultados de regressão logística binária para proporção de renda gasta com volume mínimo de água quando esta foi superior a 3% da renda mensal familiar.

Variáveis	Odds ratio (OR)	CI 95%	p-value
<i>Características da pessoa de referência do domicílio</i>			
<i>Gênero - Referência: Masculino</i>			
Feminino	2,78	2,52 -3,07	<0,001
<i>Raça/cor - Referência: Branca</i>			
Parda	2,84	1,45-5,42	0,002
Indígena	1,14	1,02-1,26	0,017
Preta	1,10	0,94-1,27	0,2
Amarela	1,14	0,8-1,60	0,5
<i>Estado Civil - Referência: Com cônjuge</i>			
Solteiro	1,27	1,14-1,41	<0,001
Separado	0,97	0,83-1,13	0,7
Viúvo	0,81	0,68-0,97	0,026
<i>Escolaridade - Referência: Ensino Superior</i>			
Alfabetizado	6,88	4,96-9,48	<0,001
Ensino Fundamental	5,83	5,09-6,70	<0,001
Ensino Médio	3,12	2,73-3,57	<0,001
<i>Características da família</i>			
Número de pessoas no domicílio	0,68	0,65-0,71	<0,001
Idosos	0,70	0,64-0,77	<0,001
Crianças	1,49	1,38-1,60	<0,001

Nagelkerke R² = 0.190

Neste trabalho foram abordadas duas frentes relacionadas à tarifa de água de serviço público. Na primeiras delas, sobre distribuição de subsídios, as verificações obtidas nesta pesquisa sugerem que os mecanismos presentes em uma estrutura tarifária de volume mínimo associada a blocos crescentes de consumo, mesmo que aplicados a uma população amplamente provida de acesso físico a SAA, estão suscetíveis aos efeitos do preço e volume, com possíveis efeitos indesejados quanto à regressividade na distribuição indireta dos subsídios entre os usuários, não recuperação de custos em uma mesma categoria de uso e ausência de incentivo à racionalização do uso. Metodologias tarifárias que empregam volume mínimo ou taxa de ligação são capazes de gerar alguma previsibilidade de recursos, mas para a situação verificada no DF, há indícios de que os preços praticados

pela companhia e reguladora tanto em 2019 quanto em 2020/2021 falhava em objetivo estratégico das tarifas, no que se refere à acessibilidade econômica das populações atendidas. Uma dependência desta tipologia tarifária é a hidrometração individualizada. Como esta não ocorre em toda a área analisada nesta pesquisa, existe a possibilidade de que alguns usuários incorram em consumo e subsídios muito maiores do que os previstos neste trabalho.

De modo geral, a eficiência econômica da companhia não pertenceu ao escopo deste trabalho, mas os dados mostram os preços praticados nos blocos volumétricos da estrutura tarifária residencial causam uma distribuição regressiva e generalizada de subsídios, pois o preço pago pelos usuários está aquém do CM até o limite volumétrico de 28 m³ mensais. Dessa forma, a tarifa praticada na categoria residencial não permite a recuperação de custos dentro desta mesma categoria pela concessionária e, possivelmente, os recursos necessários para manter os subsídios da categoria residencial provêm das demais categorias atendidas pela prestadora.

Estudo realizado pelo Ministério das Cidades (2017)² sobre os subsídios presentes nos serviços de água e esgotamento sanitário indica que a estrutura tarifária da CAESB não proporciona incentivos para o uso racional da água, pois o consumo subsidiado para os consumidores residenciais da categoria normal poderia chegar a 25 m³ mensais e alcançar 90% das famílias atendidas, sendo os principais financiadores dos subsídios os consumidores do setor comercial e as entidades públicas.

Caso o modelo tarifário e preços não estejam suficientemente estruturados à realidade socioeconômica local, a parcela da população de menor renda não receberá o apoio necessário para garantia de um consumo mínimo, enquanto a população de maior renda não terá incentivos para racionalização de uso em prol de uma sustentabilidade tanto financeira como técnica do SAA. Por outro lado, o maior consumo de água na tipologia tarifária analisada não é um problema quando os preços estão suficientemente ajustados para manutenção da continuidade da prestação do serviço, não há situações de escassez e o número de grandes usuários é suficiente para gerar subsídios.

A definição da estrutura tarifária da água e dos preços cobrados é um exercício de equilíbrio de múltiplos objetivos (Pinto e Marques, 2016; Vanhille *et al.*, 2018), pois se por um lado a tarifa deve buscar eficiência econômica, sustentabilidade financeira e geração de receitas para que a expansão e universalização do atendimento sejam possíveis, deve por

² O Ministério das Cidades foi fundido com o Ministério da Integração Nacional e transformado em Ministério do Desenvolvimento Regional em 2019.

outro ser economicamente acessível aos seus usuários. Porém, na condução desta pesquisa, foi verificado que esses objetivos se apresentam excepcionalmente desafiadores em sociedades marcadas por indicadores socioeconômicos tão díspares.

Quando a tarifa exige que os possíveis conflitos de interesses sejam equilibrados para o alcance da multiplicidade de objetivos de um sistema de abastecimento público, as reguladoras têm papel primordial no exercício avaliativo do escopo da tarifa para a companhia regulada. A exemplo, este escopo pode estar direcionado para a eficiência econômica ou enfatizar aspectos de acessibilidade econômica. Quando a ênfase da tarifa remete à eficiência econômica é estabelecida e a subsídio cruzada não consegue restringir-se a um grupo prioritário, em geral o de menor renda, faz-se necessário explorar mecanismos focalizados de entrega de subsídios. A tarifa por si só não é, necessariamente, um instrumento múltiplo, mas sim dinâmico, que deve ser revisado e reestruturado permanentemente com vistas ao alcance do(s) objetivo(s) a que se propõe.

A segunda frente analisada neste trabalho, a acessibilidade econômica, não é um exercício simplório. Primeiro porque definir o que é acessível para uma comunidade não pode ser baseado em dados médios. O pagamento das tarifas de SAA representa grande esforço para a população de menor renda, mesmo em volumes considerados de linha de vida e, à medida que a população não pode arcar com o preço dos serviços, a própria prestadora sofrerá os efeitos econômicos da inadimplência. Logo, a prestação deste serviço poderia prever o fornecimento de volume minimamente suficiente, mas não igualitário para todas as famílias, para a manutenção das condições de higiene pessoal e do lar. A garantia do acesso a água é legítima dada sua relação com diversos indicadores de saúde e de direitos humanos.

Como visto neste trabalho, a composição familiar e a renda entre grupos são diversas e os problemas locais não são, necessariamente, relativos à prestação do serviço, mas de ter problemas de renda. Alguns exercícios para identificação dos grupos sociais sujeitos a problemas de acessibilidade econômica podem ser executados com mais facilidade pelas prestadoras e entidades regulatórias, como a exemplo da verificação das localidades com recorrência de inadimplência e dos níveis de acessibilidade aceitáveis para a localidade. Também são possíveis análises considerando as despesas familiares, mas estas dependem da condução de pesquisas específicas, cuja realização é pouco comum. Estas pesquisas podem permitir a análise de despesas de SAA juntamente com outros direitos humanos a saúde e moradia, por exemplo. Por ora, foi corroborada a inabilidade de informações médias de renda para caracterização da pobreza hídrica.

Uma dificuldade a ser superada é a omissão frente às questões relativas à acessibilidade econômica e quanto às garantias dos SAA como direitos humanos no MLSB brasileiro. Neste instrumento, usuários estão passíveis de suspensão de fornecimento em caso de não pagamento de tarifas, sujeita a notificação precedente pelo menos 30 dias antes da data da suspensão. O instrumento afirma, entretanto, que a interrupção dos serviços deve preservar condições mínimas de manutenção de saúde, sem especificar quais seriam estas e responsabiliza autoridades regulatórias ou órgãos ambientais pela sua particularização.

A explicitação e análise do alcance de objetivos tarifários devem ser um exercício constante na agenda dos prestadores e reguladoras dos serviços de SAA, e demais partes interessadas do Estado para que ocorra o amadurecimento das questões relacionadas às políticas tarifárias e consideração dos critérios de acessibilidade econômica viáveis para o território brasileiro.

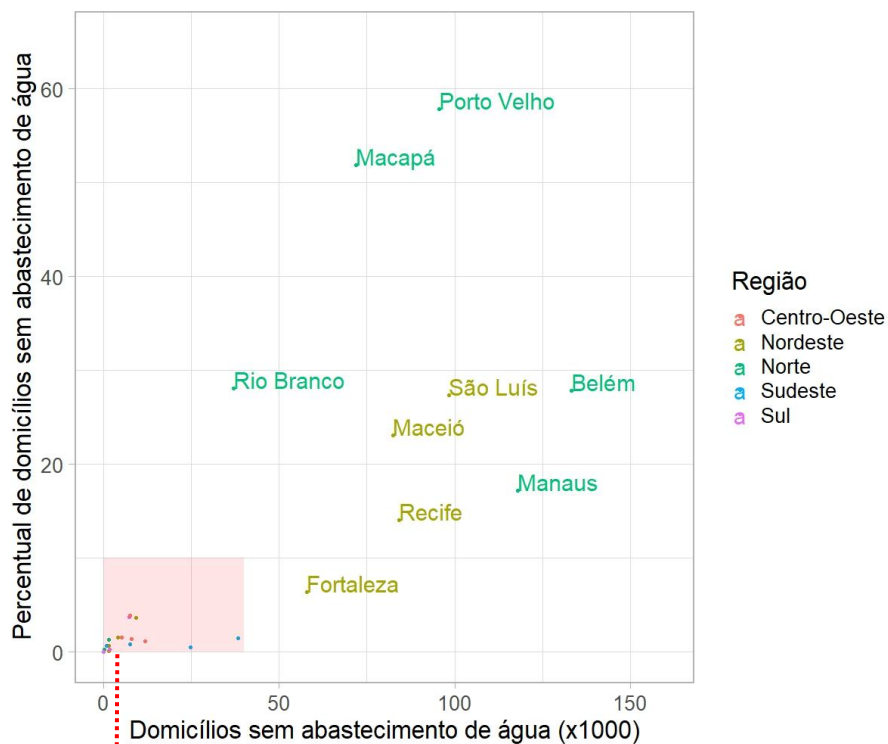
5.2 - DISPONIBILIDADE FÍSICA E ACESSIBILIDADE ECONÔMICA EM CAPITAIS BRASILEIRAS

Conforme os dados da PNAD Contínua, no ano de 2022, a população brasileira estimada foi de 214.153.641 pessoas, ocupantes de 74.144.650 de domicílio, dos quais 85% com acesso a água de abastecimento público. A população é predominantemente urbana, pois apenas 13% dos domicílios estão localizados em áreas rurais (28.560.580 pessoas). A falta de abastecimento público atinge 7% e 68% dos domicílios urbanos e rurais, respectivamente. Nas áreas urbanas das capitais brasileiras, onde estão alocados 25% do total de domicílios (50.859.167 pessoas), as lacunas são reduzidas em relação aos SAA, pois 95% dos domicílios estão conectados à rede geral de abastecimento público.

Mesmo que a percepção quanto ao atendimento por rede geral nas capitais brasileiras seja razoável, existem disparidades com proeminência das capitais da Região Norte e Nordeste quanto às lacunas percentuais de atendimento e de domicílios fora da rede de abastecimento (Figura 14 a). Dentre as capitais com menores lacunas quanto ao abastecimento público por meio de rede geral, estão Porto Alegre, Palmas, São Paulo Aracaju, Vitória e Belo Horizonte, em que a rede de distribuição está disponível para 99% dos domicílios e Brasília, Boa Vista, Goiânia, Rio de Janeiro, João Pessoa e Campo Grande com 98% dos domicílios usuários dos SAA (Figura 14 b). Destacam-se Curitiba e Natal com 100 % dos domicílios conectados. No município do Rio de Janeiro, mesmo com

baixo percentual de domicílios fora da rede de abastecimento, o quantitativo absoluto de domicílios nesta situação se aproxima do verificado em Rio Branco.

a)



b)

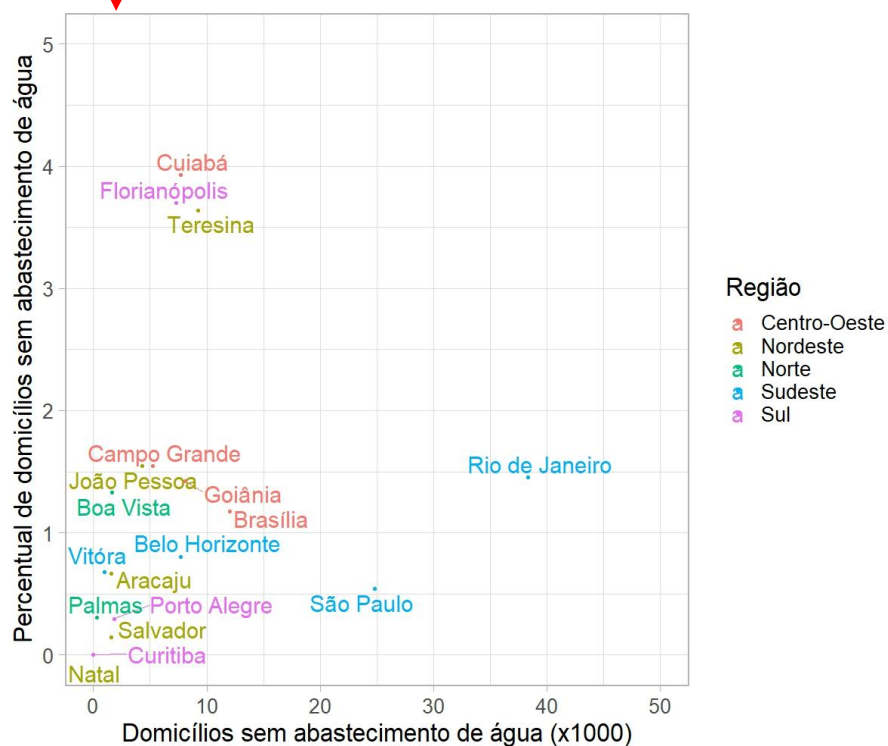


Figura 14 - Números absolutos versus percentuais de domicílios não conectados aos serviços de abastecimento de água em (a) todas as capitais brasileiras e (b) naquelas onde o déficit do serviço é inferior a 4% e 40.000 domicílios.

Uma das possíveis razões para que um domicílio não esteja conectado à rede de abastecimento pública é o déficit de renda familiar. Neste momento, não se discute se a renda familiar é ou não suficiente para o pagamento da tarifa de água, mas no levantamento da renda mediana (menos sujeita que a renda média às interferências de valores mínimos e máximos), foi percebido que a renda dos lares não conectados não é, necessariamente, menor que daqueles que recebem água de abastecimento por meio de rede geral. Na maioria das capitais da Região Norte, apenas em Porto Velho a renda mediana dos não conectados foi inferior à dos que contam com conexão à rede geral de abastecimento (Tabela 9). Em Teresina, Recife, Maceió, Porto Alegre e Brasília a renda mediana dos não conectados foi superior à dos não conectados. Já nas capitais do Sudeste, a renda mediana dos não conectados foi menor que daqueles que recebem água por meio de rede geral.

O comparativo do primeiro quintil de renda dos conectados à rede de abastecimento de água foi próximo do observado no primeiro quintil de renda daqueles que não contam com serviços de SAA, com diferenças mais acentuadas em Manaus, Boa Vista, Palmas, Teresina, Recife, Belo Horizonte, Vitória, São Paulo, Rio de Janeiro, Florianópolis e Cuiabá. Vulnerabilidade acentuada da mediana do primeiro quintil de renda foi observada em Vitória e Belo Horizonte.

O perfil das pessoas responsáveis pelos domicílios nos domicílios da população em geral, daqueles conectados e não conectados estão especificadas por região e para o Brasil na Tabela 10. As diferenças mais proeminentes quanto a cor/raça ocorreram na Região Sudeste, com maiores percentuais de homens e mulheres não brancos fora da rede geral de abastecimento e na Região Centro-Oeste para homens não brancos. No retrato do país como um todo, quase 74% da população fora da rede de abastecimento são homens e mulheres não brancos, apesar de constituírem coletivamente 56,2% da responsabilidade pelos lares brasileiros.

Em relação à participação em programas de transferência de renda, fica evidenciado que ocorre erro de exclusão daqueles que detêm menores rendas quanto aos serviços de abastecimento de água. Na Região Norte, 21% da população beneficiária de programas sociais está fora da rede de abastecimento. A falha de exclusão persiste em todas as regiões, com exceção da Sul. Isso significa que parte da população não recebe subsídios inerentes à prestação destes serviços, que em teoria existem e devem ser direcionados à população mais vulnerável. Para que o desempenho da segmentação dos subsídios possa ser progressivo, ou seja, possuir maior alcance na população vulnerável em relação a

população geral, é preciso que as famílias tenham acesso e consumam o bem subsidiado (Angel-Urdiola, Wodon, 2007)

Tabela 10 - Descrição do total absoluto de domicílio por capital brasileira, área urbana, percentual de domicílios conectados à rede de abastecimento pública, renda mediana familiar, primeiro quintil de renda familiar dos lares conectados e não conectados à rede de abastecimento

Município	Total de domicílios	% de domicílios conectados	Renda do primeiro quintil dos conectados	Renda mediana conectados	Renda do primeiro quintil dos não conectados	Renda mediana dos não conectados
Porto Velho (RO)	165.201	42,17	1.500,00	3.475,00	1.212,00	2.642,00
Rio Branco (AC)	132.280	71,92	1.212,00	2.450,00	1.212,00	2.800,00
Manaus (AM)	685.144	82,78	1.500,00	3.000,00	2.170,00	4.828,00
Boa Vista (RR)	121.237	98,67	1.212,00	2.712,00	2.800,00	3.212,00
Belém (PA)	479.205	72,19	1.600,00	3.400,00	1.688,00	4.024,00
Macapá (AP)	138.738	48,11	1.215,00	2.800,00	1.512,00	3.612,00
Palmas (TO)	105.326	99,70	2.212,00	4.200,00	9.600,00	9.600,00
São Luís (MA)	359.869	72,66	1.600,00	3.100,00	1.400,00	2.424,00
Teresina (PI)	254.329	96,36	1.900,00	4.000,00	4.050,00	5.270,00
Fortaleza (CE)	903.971	93,58	1.400,00	3.000,00	1.200,00	2.312,00
Natal (RN)	328.357	100,00	1.242,00	3.224,00	-	-
João Pessoa (PB)	277.513	98,45	1.612,00	3.636,00	1.200,00	1.900,00
Recife (PE)	599.047	85,96	1.212,00	2.750,00	2.200,00	5.250,00
Maceió (AL)	357.493	76,93	1.212,00	2.424,00	1.300,00	2.612,00
Aracaju (SE)	237.260	99,34	1.400,00	3.212,00	1.212,00	1.840,00
Salvador (BA)	1.098.535	99,85	1.212,00	2.712,00	1.212,00	1.572,00
Belo Horizonte (MG)	952.592	99,19	2.424,00	5.424,00	800,00	1.300,00
Vitória (ES)	146.531	99,32	2.412,00	5.266,00	200,00	600,00
Rio de Janeiro (RJ)	2.640.190	98,55	2.100,00	5.000,00	1.400,00	2.800,00
São Paulo (SP)	4.600.321	99,46	2.300,00	5.440,00	1.212,00	2.162,00
Curitiba (PR)	730.234	100,00	2.700,00	5.443,00	-	-
Florianópolis (SC)	197.750	96,30	3.500,00	6.600,00	2.180,00	3.012,00
Porto Alegre (RS)	619.027	99,70	2.424,00	5.000,00	2.500,00	10.950,00
Campo Grande (MS)	338.183	98,45	2.000,00	4.112,00	1.718,00	3.600,00
Cuiabá (MT)	195.698	96,07	2.000,00	4.032,00	1.362,00	3.000,00
Goiânia (GO)	569.029	98,58	2.200,00	4.680,00	2.500,00	4.040,00
Brasília (DF)	1.024.054	98,83	2.302,00	5.720,00	2.220,00	6.036,00

Tabela 11 - Características da pessoa de referência e do domicílio quanto à conexão aos serviços de abastecimento de água

Região	Perfil da pessoa responsável pelo domicílio	Domicílios na população geral (%)	Situação do domicílio quanto a rede de abastecimento público	
			Conectados	Não conectados
Norte	Homem branco	9,3	9,1	10,0
	Homem não branco	35,0	34,9	35,2
	Mulher branca	12,1	12,2	11,9
	Mulher não branca	43,6	43,8	42,9
	Beneficiária de políticas sociais	14,9	79,0	21,0
Nordeste	Homem branco	12,7	12,7	12,6
	Homem não branco	31,8	31,8	30,7
	Mulher branca	14,0	13,9	15,0
	Mulher não branca	41,6	41,6	41,7
	Beneficiária de políticas sociais	14,6	90,4	9,6
Sudeste	Homem branco	35,4	26,4	19,5
	Homem não branco	12,3	21,8	33,1
	Mulher branca	41,0	26,9	18,8
	Mulher não branca	11,4	24,9	28,6
	Beneficiária de políticas sociais	7,0	97,0	3,0
Sul	Homem branco	35,4	35,4	37,3
	Homem não branco	12,3	12,2	13,4
	Mulher branca	41,0	41,0	34,1
	Mulher não branca	11,4	11,4	15,2
	Beneficiária de políticas sociais	4,7	100,0	0,0
Centro-Oeste	Homem branco	18,9	18,9	18,7
	Homem não branco	29,0	28,8	38,3
	Mulher branca	19,2	19,3	14,2
	Mulher não branca	33,0	33,1	28,8
	Beneficiária de políticas sociais	8,3	97,9	2,1
Brasil	Homem branco	21,2	21,7	12,3
	Homem não branco	25,6	25,2	33,3
	Mulher branca	22,6	23,0	13,9
	Mulher não branca	30,6	30,1	40,5
	Beneficiária de políticas sociais	9,6	92,0	8,0

A verificação da razão entre a tarifa local para consumo de 10m³ mensais e o primeiro quintil de renda e a renda mediana familiar está apresentada na Tabela 11 para cada capital. A razão média do comprometimento da renda do primeiro quintil de renda variou de 1,94 a 8,41%, com comprometimento superior a 3% da renda em 78% das capitais. Para a renda mediana, esse mesmo comprometimento variou de 1,45 a 5,32%, sendo maior que o limiar adotado nesta pesquisa em 26% das capitais analisadas.

Na Região Norte, a maior tarifa de água para o volume de 10m³ foi observada em Palmas, porém essa localidade possui a maior renda mediana dentre as capitais de seu grupo, logo a despesa da renda mediana e do primeiro quintil de renda com a água não se sobressaiu como verificado em Manaus e Belém, em que a renda mediana é menor. Em Rio Branco e Boa Vista o comprometimento da renda esteve abaixo de 3% mesmo para a acessibilidade do primeiro quintil conectado em decorrência das menores tarifas locais. Na Região Nordeste, os elevados percentuais de comprometimento de renda em Maceió foram decorrentes do preço da tarifa mais elevado. Essa capital é a que apresenta o maior quantitativo de famílias com problemas de acessibilidade econômica dentre todas as capitais brasileiras (Tabela 11). Nessa capital, a CASAL é responsável pela captação e tratamento da água de abastecimento, enquanto a BRK, empresa privada, atua na distribuição.

No Sudeste, os problemas de acessibilidade econômica se sobressaíram no Rio de Janeiro. Relembra-se que o preço do volume de 10 m³ é o mesmo para consumo de 15m³, volume mínimo adotado pela prestadora local considerada, a Águas do Rio, atuante em 124 bairros do município. Na Região Centro-Oeste, em Campo Grande e Goiânia foram verificados os maiores desafios quanto ao pagamento da tarifa de água pela população (as mais altas do grupo), mesmo que a renda mediana seja superior à de outras localidades. Em Campo Grande, a tarifa de água praticada pela Águas Guariroba, empresa privada, foi a mais alta dentre todas as capitais para consumo de 10m³ mensais.

Das famílias apresentadas na Figura 15, em média, 16% extrapolam o limiar de comprometimento da renda de 3% com tarifa de abastecimento de água. Nas Regiões Nordeste e Sul estão o maior e menor número de famílias que têm problemas de acessibilidade econômica, 25 e 10 %, respectivamente, em relação ao número de lares em cada região. Dos responsáveis pelos lares pobres economicamente em água, 63% são mulheres e 69% são pessoas não brancas. Mesmo inscritas em programas sociais de transferência de renda como Bolsa família, BPC ou outros programas, 23% dos lares participantes têm gastos superiores ao limite verificado com tarifa de água. Em

aproximadamente 18% dos lares em pobreza hídrica, a renda per capita é inferior R\$ 665 mensais, linha de pobreza estabelecido pelo Banco Mundial em 2022.

Tabela 12- Percentual médio do comprometimento de renda familiar mediana e do primeiro quintil de renda familiar com tarifa de abastecimento de água em capitais brasileiras.

Município	Comprometimento da renda do primeiro quintil de renda conectado (%)	S.E.	CI 95%	Comprometimento da renda mediana dos domicílios conectados	S.E.	CI 95%
Porto Velho (RO)	2,67	0,28	2,13-3,23	1,92	0,12	1,69-2,15
Rio Branco (AC)	1,94	0,15	1,63-2,23	1,45	0,07	1,32- 1,58
Manaus (AM)	4,37	0,16	4,07- 4,68	2,96	0,08	2,79-3,12
Boa Vista (RR)	2,37	0,16	2,06- 2,69	1,69	0,08	1,54-1,83
Belém (PA)	4,89	0,42	4,07- 5,71	2,98	0,19	2,61- 3,35
Macapá (AP)	3,77	0,44	2,90-4,64	2,48	0,23	2,04-2,93
Palmas (TO)	4,41	0,29	3,85-4,97	2,77	0,14	2,49-3,039
São Luís (MA)	2,68	0,22	2,24- 3,11	1,79	0,11	1,58- 2,00
Teresina (PI)	3,61	0,24	3,14-4,09	2,26	0,12	2,03- 2,49
Fortaleza (CE)	6,36	0,39	5,59-7,13	3,95	0,19	3,58- 4,33
Natal (RN)	6,85	0,38	6,11-7,58	4,24	0,24	3,76- 4,72
João Pessoa (PB)	4,70	0,28	4,16-5,24	2,95	0,15	2,65-3,25
Recife (PE)	7,50	0,41	6,70- 8,30	5,12	0,23	4,65-5,58
Maceió (AL)	6,79	0,31	6,17-7,40	4,79	0,16	4,48-5,09
Aracaju (SE)	6,65	0,72	5,23- 8,06	3,89	0,34	3,23- 4,55
Salvador (BA)	4,45	0,39	3,68- 5,22	3,14	0,19	2,75- 3,52
Belo Horizonte (MG)	3,57	0,19	3,19- 3,95,	2,20	0,11	2,00-2,41
Vitória (ES)	3,67	0,50	2,69-4,65	2,16	0,21	1,75-2,57
Rio de Janeiro (RJ)	6,94	0,28	6,39-7,49	4,27	0,13	4,02-4,53
São Paulo (SP)	2,97	0,17	2,62-3,31	1,75	0,08	1,60-1,90
Curitiba (PR)	3,29	0,14	3,01- 3,57	2,13	0,08	1,98-2,28
Florianópolis (SC)	2,94	0,15	2,64- 3,23	1,91	0,08	1,75-2,07
Porto Alegre (RS)	4,17	0,63	2,93- 5,41	2,50	0,28	1,96-3,05
Campo Grande (MS)	8,41	0,93	6,58- 10,24	5,32	0,42	4,50-6,13
Cuiabá (MT)	3,07	0,26	2,56 -3,57	2,07	0,14	1,79-2,34
Goiânia (GO)	4,22	0,24	3,75-4,691	2,90	0,10	2,70-3,09
Brasília (DF)	3,63	0,15	3,33- 3,93	2,11	0,08	1,96-2,25

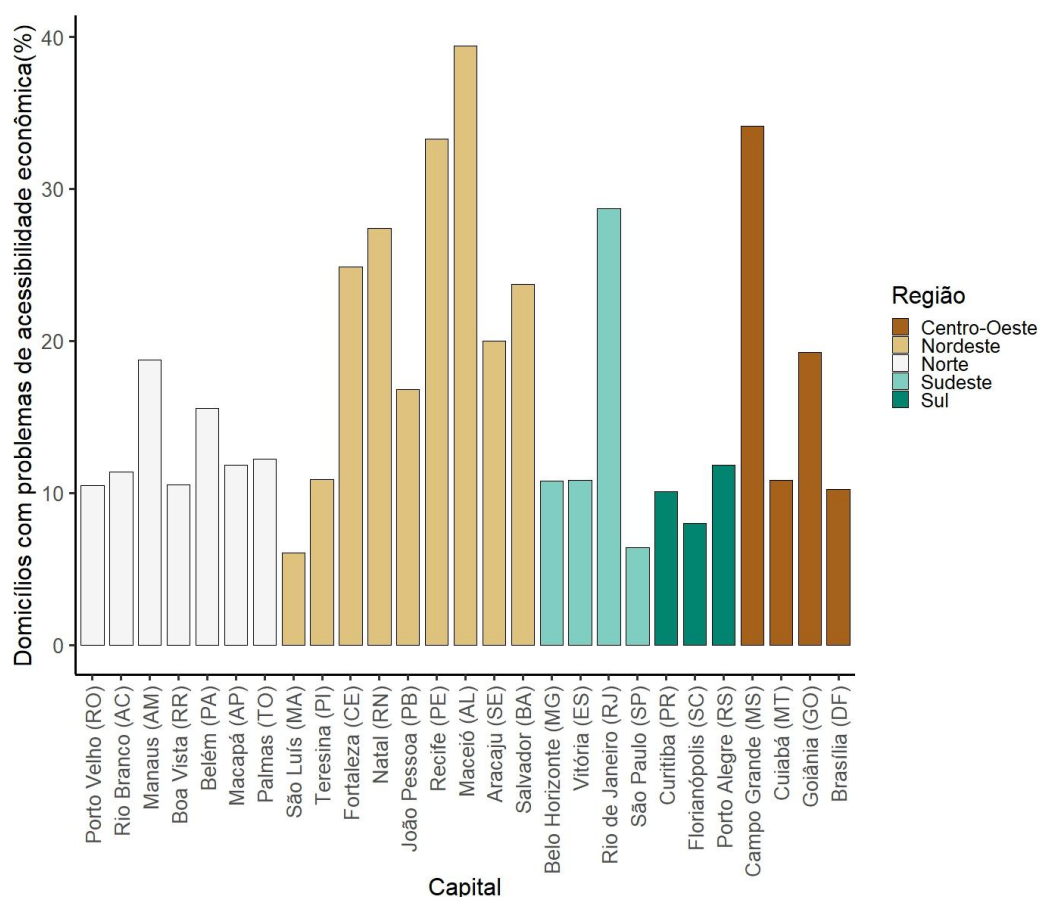


Figura 15 - Percentual de famílias com problemas de acessibilidade econômica em capitais brasileiras em 2022.

Na Tabela 12 estão discriminadas as variáveis utilizadas para caracterizar as pessoas responsáveis pelos domicílios dos agregados familiares residentes em capitais brasileiras que têm problemas de acessibilidade econômica para consumo de 10m³ de água mensalmente. As variáveis apresentadas referem-se à região de moradia, características socioeconômicas do agregado familiar em relação à presença de crianças e idosos, além da relação de posse ou não como o domicílio de residência. De forma geral, as tarifas praticadas na Região Norte foram menores do que as praticadas na maioria das demais regiões e isso contribuiu para que a chance (*odds*) de ter pobreza hídrica fosse maior nas demais localidades, com exceção da Região Sul em que não houve significância estatística. Na Região Norte são praticadas as menores tarifas de abastecimento de água no comparativo com as outras regiões deste estudo, porém ocorrem as maiores lacunas de disponibilidade física.

Famílias cuja pessoa de referência é mulher tiveram chance aumentada em 1,61 vezes de ter problemas de acessibilidade econômica em relação aos lares em que a pessoa de referência é homem. Famílias cuja pessoa de referência é não branca tiveram chance

aumentada em 1,26 vezes de estarem em pobreza hídrica. A escolaridade foi um fator considerável em termos de proteção das famílias. A chance de uma pessoa de referência sem instrução ou 1 ano ou menos de estudo foi, praticamente, 10 vezes maior do que aqueles que alcançaram o ensino universitário.

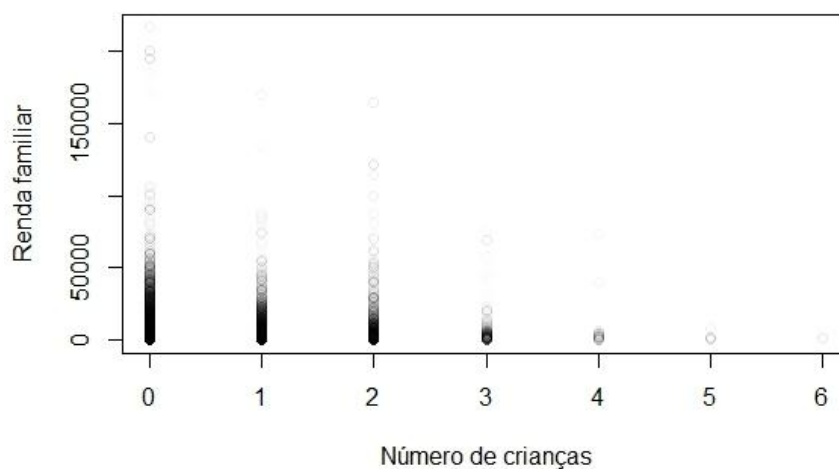
A presença de crianças e idosos foram fatores de proteção neste estudo. O aumento de uma criança reduziu em 16% a chance de pobreza hídrica, enquanto o aumento de um idosos reduziu os problemas de acessibilidade econômica em 34%. Na Figura 16 verifica-se que as áreas mais escurecidas (com maior peso) alcançam maiores rendas quando o número de crianças ou de idosos é até 2. Na análise da base de dados da PNAD Contínua de 2022, a proporção de crianças foi 3,5 vezes maior e a de idosos foi 7,4 vezes maior nos lares sem pobreza hídrica, do que naqueles em que esse problema ocorre.

Dentre as condições em relação à posse do domicílio, apenas nas situações em que a família residia em moradias cedidas por familiares ou empregadores houve significância estatística. Nessa situação, a chance de problemas de acessibilidade econômica foi 1,75 vezes maior em relação às famílias residentes em domicílios próprios, sejam eles quitados ou não.

Tabela 13 - Resultados de regressão logística binária para proporção de renda gasta com consumo de 10m³ água quando esta foi superior a 3% da renda mensal

Variáveis	Odds ratio (OR)	CI 95%	p-value
<i>Localidade</i>			
<i>Região - Referência: Norte</i>			
Nordeste	1,80	1,60 - 2,06	<0,001
Sudeste	1,18	1,02 - 1,37	0,02841
Sul	0,89	0,74 - 1,07	0,228827
Centro-Oeste	1,26	1,09-1,47	0,002317
<i>Características da pessoa de referência do domicílio</i>			
<i>Gênero - Referência: Masculino</i>			
Feminino	1,61	1,47-1,77	<0,001
<i>Raça/cor - Referência: Branca</i>			
Não branca	1,26	1,15-1,40	<0,001
<i>Escolaridade - Referência: Ensino Superior</i>			
Sem instrução ou menos de 1 ano de estudo	9,97	7,74-12,82	<0,001
Ensino Fundamental incompleto	9,69	8,13-11,55	<0,001
Ensino Médio incompleto ou Ensino Fundamental completo	7,74	6,39-9,36	<0,001
Ensino Médio ou Ensino Superior incompleto	4,33	3,68-5,10	<0,001
<i>Características da família</i>			
Idosos	0,66	0,62-0,71	<0,001
Crianças	0,84	0,77-0,90	<0,001
<i>Domicílio - Referência: Próprio</i>			
<i>Referência: Próprio (pago ou ainda pagando)</i>			
Alugado	1,09	0,96-1,22	0,163647
Cedido	1,75	1,51-2,02	<0,001
Outra condição	1,43	0,74-2,76	0,287418

a)



b)

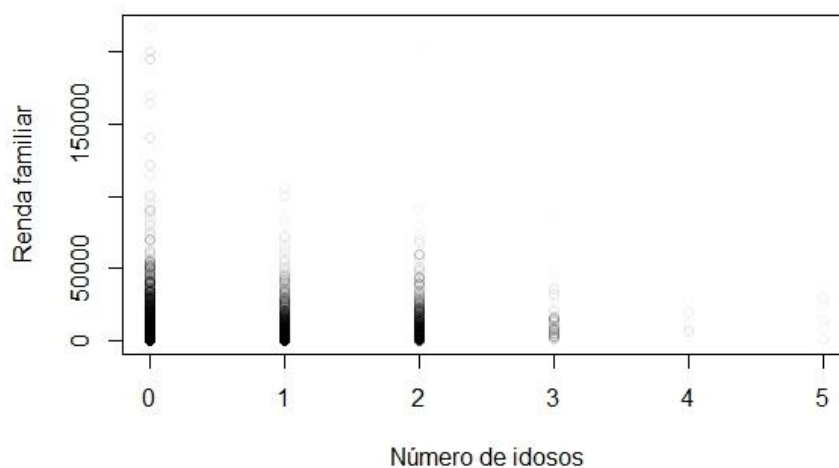


Figura 16 - Gráficos de dispersão considerando (a) o número de crianças e (b) o número de idosos em relação a renda familiar

A disponibilidade física e a acessibilidade econômica são frentes importantes para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 das Nações Unidas referente ao objetivo de água e esgotamento sanitário para todos até 2030. Na abordagem sobre a disponibilidade de atendimento físico, a estimativa é de 10.732.135 domicílios ou 32.800.101 pessoas sem acesso à água por meio de rede geral no Brasil. Esse problema é mais intenso em áreas rurais, nas quais praticamente um terço dos 6.373.853 domicílios (19.438.202 pessoas) não contam com SAA por meio de rede geral. Nas capitais e em área urbana, apesar das melhores condições de infraestrutura, 911.577 domicílios ou 2.772.552 pessoas não utilizam os SAA.

Nos municípios de Porto Velho, Rio Branco, Manaus, Belém, Macapá, São Luís. Fortaleza, Recife e Maceió residem 78% da população das capitais e área urbana sem

acesso aos SAA. Em um primeiro momento, as maiores ausências de conexões em capitais das Regiões Norte e Nordeste podem sugerir que a exclusão dessas localidades possui um componente de natureza sistêmica, como a renda familiar, porém apenas em Porto Velho, Maranhão e Ceará a renda familiar mediana dos não conectados é inferior à daqueles que contam com esses serviços. A motivação renda não pode, certamente, ser descartada, mas deve se considerar que a população procura e obtém fontes de água fora da rede geral, para os quais investe seus recursos. Nos domicílios fora da rede geral, as formas de abastecimento mais utilizadas foram poço profundo ou artesiano (83,2 %) e poço raso, freático ou cacimba (11,5 %). Conectar-se à rede de SAA é, nessas situações, um novo dispêndio para o qual pode não haver motivação.

À medida que as populações procuram fontes alternativas de abastecimento ocorre um impacto agregado para os setores de saneamento e de saúde pública. Para as prestadoras, há perda de usuários e ociosidade da rede. Para a vigilância sanitária, fiscalizar a qualidade da água de fontes alternativas como poços implica em maiores dificuldades e gastos. Para a população, o consumo de água de fontes não potáveis leva ao adoecimento. Em 2022, o valor total gasto devido a internações causadas por cólera, febres tifoide e paratifoide, amebíase, diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível foi de R\$ 34.072.561,50, destes R\$ 18.976.708,82 ou 55% do total dos gastos foram registrados nas Regiões Norte e Nordeste, nas quais ocorreram 50.481 (61%) das 82.477 internações registradas e 49% do total de 958 óbitos em virtude das doenças supracitadas (DATASUS, 2025).

No painel de acompanhamento das metas dos ODS 6 do IBGE, disponível no sítio virtual <https://odsbrasil.gov.br/>, o alcance da meta “até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos” foi de 97,2 %, considerando a base de dados da PNAD Contínua (ODS Brasil, 2025). Esse valor foi alcançado porque águas de rede geral, poços artesianos, poços rasos protegidos, nascentes protegidas ou água de chuva armazenada, desde que localizadas pelo menos no terreno dos domicílios e com possibilidade de acesso diante de necessidade foram acatadas como seguras e acessíveis. Não houve consideração sobre quanto essas fontes custam ou custaram aos seus usuários, nem são comparados os índices de internações em virtude de doenças de veiculação hídrica dentre as localidades em que uma ou outra fonte tem maior proeminência.

O levantamento do perfil sociodemográfico da população fora da rede de abastecimento indicou que grandes grupos populacionais, infelizmente minoritariamente

representados, como mulheres e pessoas não brancas, são aqueles que, tipicamente, estão fora da rede de abastecimento no contexto nacional. Nos Estados Unidos estimou-se 1.100.000 pessoas, sendo 514.000 nas 50 maiores cidades, sem ligação de água canalizada entre 2013 e 2017 (Meehan *et al.*, 2020). Esses autores verificaram que os agregados familiares sem água canalizada têm maior probabilidade de serem chefiados por pessoas de cor e possuem rendimentos medianos próximos a metade daqueles conectados, dentre outras características.

Globalmente, a falta de água é um fardo que recai sobre ombros femininos. Mulheres e meninas são costumeiramente responsabilizadas pela coleta de água para servir às instalações sanitárias e higiene do lar (Heller, 2022). Estima-se que 1,8 bilhões de pessoas busquem água de fontes melhoradas e não melhoradas fora de suas instalações familiares. Para cada 10 agregados desses agregados, em sete são mulheres e meninas as responsáveis pela coleta de água (UNICEF; WHO, 2023). Levar água aos lares em que mulheres são as pessoas responsáveis é escopo do ODS 5, que objetiva alcançar a igualdade de gênero e empoderar mulheres e meninas.

Neste trabalho foi verificada a exclusão de famílias beneficiárias de programas de transferência de renda dos SAA, o que implicou em impedimento de acesso aos subsídios tarifários, que são ferramentas de apoio financeiro para melhoria da acessibilidade dos grupos populacionais menos favorecidos. Famílias em vulnerabilidade econômica foram privadas de alcançar um direito humano e de obter água em menores preços. As alternativas encontradas por essas populações como fontes de abastecimento foram, em sua maior parte, o uso de poços artesianos (76,1 %) e de poço raso, freático ou cacimba (16,3 %). Ou seja, a população de menor renda utilizou recursos já limitados para custear água de outras fontes.

Problemas de renda para o pagamento da tarifa de volume de linha de vida foram persistentes nessa pesquisa, em especial nas capitais da Região Nordeste, tanto para renda mediana, quanto para o do primeiro quintil de renda. Reconhece-se que adotar um limiar de 3%, apesar de amplamente presente na literatura, é uma escolha arbitrária e decidir o que ou não acessível, carece de discussões mais aprofundadas e de pesquisas censitárias que incorporem questões específicas, como o acesso às tarifas de cunho social para os SAA e a presença de medidores individualizados, por exemplo. Adotar outros limiares é uma escolha possível, mas que certamente contará com algum viés. Por ora, adotar um mesmo limiar e volume de consumo oportunizou o comparativo entre localidades e a percepção de onde e em quantos domicílios incide a maior carga econômica.

A pesquisa utilizada para obtenção desses resultados, a Pnad Contínua, ocorre anualmente e algumas de suas informações são divulgadas mensalmente, trimestralmente ou anualmente. Esta é uma vantagem dela diante de outras pesquisas comumente utilizadas em trabalhos sobre saneamento, como o censo, cuja divulgação de informações ocorre a cada 10 anos. Para trabalhos sobre acessibilidade econômica, em que o fator renda conste como métrica de avaliação, a Pnad Contínua oferece muitas informações que podem ser utilizadas por reguladores e empresas de saneamento sobre o público-alvo dos serviços que presta, como os índices de pobreza locais. Monitorar o empobrecimento da população é necessário e requer ação prestadoras porque a inadimplência pode incidir com mais efetividade em momentos de crise econômica, logo lançar medidas de cunho social para estabelecer tarifas possíveis aos vulneráveis e manter o atendimento da população é necessário.

O uso da base de dados da PNAD Contínua é limitado para pesquisas que considerem informações específicas sobre a tarifa de água aplicável ao domicílio. Isso ocorre porque, embora existam informações sociodemográficas, como renda e acesso a serviços públicos, não é possível identificar se há uma conexão privada de água e qual é a tipologia do usuário. A PNAD Contínua não é uma pesquisa voltada para identificar a implementação de políticas públicas em áreas específicas. Além disso, há uma diferença entre as bases de dados do IBGE e das prestadoras de SAA. Apesar da robustez da PNAD Contínua, sua aplicação em pesquisas na área de saneamento será, de certo modo, dependente do reconhecimento dessas limitações.

Não se pode negar que os problemas de acessibilidade observados neste trabalho são decorrentes da (má) distribuição de renda entre populações e a renda é resultado macro fatores. Em um país de dimensões como o Brasil, com múltiplas facetas locais, seria possível definir um limite ou métrica únicos? De qual forma pode ser assegurado o direito aos SAA considerando desiguais custos de vida, disponibilidade de água e de mão de obra, além de diferentes fatores climáticos? Há um fardo único que pode ser cobrado e considerado justo? Como afirmado por Teodoro (2018), definir o que é acessível é buscar uma resposta científica para uma questão filosófica. Não há resposta única ou número que defina o que é, ou o que deixa de ser acessível. As respostas possíveis são particulares em tempo e espaço e devem ser monitoradas e revistas para que as populações não sejam privadas de seus direitos.

Gerir a água como um direito humano é uma necessidade que precisa de implementação. Inexiste limite volumétrico de água único dadas as diferentes localidades,

a complexidade de tipos de famílias e situações possíveis, como a presença de enfermos, idosos e crianças. Neste trabalho, a condução da técnica estatística apontou que a presença de crianças e idosos são fatores de proteção em relação à pobreza em termos de acessibilidade econômica. Porém o panorama da análise é restrito às capitais, área, urbana e certamente dissimula condições locais que precisam ser respeitadas ao se definir uma política de acessibilidade e implementar a água como, de fato, um direito.

Formuladores de políticas e reguladores dos SAA precisam identificar prioridades e alinhar estratégias quanto a acessibilidade econômica para o contexto específico em que atuam, mantendo metas de desempenho em constante monitoramento e revisão. Nesse trabalho ficou demonstrada que a falta de acesso persiste e não é apenas física. Muitas localidades estão em vias de universalização via rede de abastecimento, e em outras ainda é intenso o uso de fontes alternativas. A acessibilidade econômica nesses dois casos deve ser considerada. São contextos diferentes que devem ser tratados por reguladores dos serviços de saneamento e ampliada a percepção.

6 - CONCLUSÕES

Neste trabalho foram analisadas as a distribuição de subsídios e a acessibilidade econômica no DF e, em uma segunda etapa, verificada a disponibilidade física e acessibilidade econômica quanto aos SAA em capitais brasileiras, área urbana.

A estimativa da distribuição de subsídios na estrutura tarifária de SAA vigente no DF abrangeu os períodos de 2019 e 2020/2021. Nessa localidade, é adotada estrutura tarifária típica das outras do país, com o diferencial de que os serviços de SAA encontram-se praticamente consolidados e disponíveis fisicamente a 99% da população urbana. Outra característica importante do DF é sua particular organização em Regiões Administrativas, relativamente homogêneas internamente em termos de renda, padrões de consumo de água e padrões construtivos. Já a comparação entre essas regiões apresenta realidades bastante díspares para os mesmos indicadores.

Devido à metodologia tarifária, caracterizada pelo emprego de preço abaixo do necessário para recuperação de custos, verificou-se que usuários com tarifas mensais de até 28 m³ são subsidiados, ou seja, pagam um preço abaixo do custo médio do serviço. Para o ano de 2019, apenas 2% dos consumidores mantiveram níveis de consumo capazes de subsidiar os demais, evidenciando que o sistema utilizado à época não detinha mecanismos que apoiassem iniciativas sociais (usualmente denominadas “pró-pobres”), comumente são defendidas no uso da estrutura tarifária que estava em vigência.

Assim como outras regiões brasileiras, o DF já vivenciou crises hídricas, especialmente entre 2016 e 2017, portanto políticas de reestruturação de tarifas são indispensáveis tanto para estímulo ao consumo mais racional e que reduzam a necessidade de implantação de novas infraestruturas para atendimento a demandas crescentes frente a eventos de secas, quanto para correção de regressividades na distribuição de subsídios.

Problemas de acessibilidade econômica para a tarifa mínima não foram evidenciados para rendimentos médios populacionais uma vez que o impacto da tarifa mínima na parcela da população com menores rendimentos fica encoberto pelas diferentes distribuições de renda. Mesmo assim, foi possível identificar algumas distorções que fragilizam a promoção da equidade de acesso (quantitativo e econômico) aos SAA. Enquanto o comprometimento foi de 0,2% para a renda média das populações de mais alto nível de ganhos, as famílias com rendimentos mensais de até 3 SM representaram 36% da amostra e tiveram comprometimento médio de 1% em na estrutura tarifária de 2020/2021.

Para ações de reestruturação tarifária não se pode vislumbrar grandes efeitos sobre a acessibilidade renda das populações com maior poder econômico. O foco dos efeitos distributivos deve ser a correção de distorções para as populações vulneráveis. Este alinhamento exigirá maior habilidade da prestadora e entidade regulatória quanto à aplicação de subsídios e identificação de grupos focais.

A adoção das tarifas que associam volume mínimo e blocos crescentes de consumo não se mostrou adequada para fornecer subsídios para famílias de baixa renda, nem acessibilidade econômica dos consumidores do volume de linha de vida. Para a companhia de saneamento do DF, mesmo que alcance certa regularidade de recursos advindos dos pagamentos de taxa de conexão, permanece a dependência de geração de superávit por outras categorias de usuários (comércio, indústria e setor público) para que sejam mantidos os subsídios da categoria residencial. Para os usuários em situações de vulnerabilidade social, há necessidade de outras medidas para que seja assegurado ao menos seu consumo básico e possível regularidade de pagamentos de faturas.

O cenário observado, que pode ser estendido a outras localidades brasileiras que utilizam a mesma metodologia de estrutura tarifária (tarifa de linha de vida associada a blocos crescentes de consumo), sugere necessidade de adequação do modelo tarifário adotado. Como subsídios à oferta dependem de fatores relacionados ao preço, aos custos e aos limites no volume dos blocos, a medida necessária, em caso de continuidade do modelo adotado, é o ajuste dos primeiros blocos volumétrico, para que o subsídio seja limitado à linha de vida adotada e seja possível fazer mais por esses usuários, ao invés de estimular consumos excessivos.

As metas das políticas tarifárias precisam ser claras, pois há necessidade de que haja o cumprimento de seu papel social. Isso significa que a essas políticas estão sujeitas a revisões constantes, que vão além do reajuste tarifário anual, para se implemente a justiça social. Além disso, há necessidade de que a avaliação das políticas tarifárias baseadas em subsídios cruzados incorpore a referência temporal.

O estabelecimento de subsídios à demanda, aplicáveis aos consumidores reconhecidamente vulneráveis, exige a determinação de critérios de acessibilidade de consumo aceitáveis, identificação de fatores de vulnerabilidade e dos padrões de consumo em localidades de baixa renda, para os quais operadoras detêm informações específicas e detalhadas, ainda pouco disponíveis em estudos e pesquisas. Este não é um exercício simplório, mas precisa constar na agenda dos prestadores e reguladoras dos serviços de saneamento.

Em relação aos subsídios, há espaço para analisar a distribuição e segmentação desses, tanto entre as classes residencial e não residencial dos clientes atendidos pelas prestadoras de SAA, quanto entre as diferentes localidades, nas situações em que há atendimento regionalizado, considerando dados específicos de custo por localidade atendida

Quanto a disponibilidade física e acessibilidade econômica referente aos SAA em capitais brasileiras, área urbana verificou-se que a disparidade de acesso persiste no Norte e Nordeste do país. Ao considerar os índices de conexão nessas localidades, percebe-se que minorias (em termos de representatividade) são deixadas de lado quanto ao acesso à água canalizada. Mulheres e pessoas não brancas constituem, praticamente, três quartos das pessoas responsáveis pelos domicílios dos marginalizados, mesmo que sejam responsáveis por pouco mais da metade deles. Parcela de participantes de programas de transferência de renda também estão fora dos SAA, em especial na Região Norte. Dado que a base de dados é referente às capitais e área urbana, sem possibilidade de identificação exata dos municípios do interior, não houve possibilidade de caracterizar, de fato, o cenário nacional.

Há considerável quantia da população que a tipologia da pesquisa utilizada como base de dados não consegue captar, como pessoas desabrigadas. Mesmo com estimativas bastante conservadoras, os resultados foram relevantes e apresentam persistentes desigualdades entre regiões e entre grupos sociais. Políticas de priorização de grupos quanto aos SAA são necessárias e devem considerar a redução dos custos da conexão e a oferta de água para os que não podem pagar por ela.

A verificação da acessibilidade econômica demonstrou que tanto para o primeiro quintil de renda quanto para a mediana renda incorrem em significativos esforços orçamentários para manutenção dos SAA. Tarifas para sociais não foram consideradas porque a base de dados utilizada não permite a identificação de quem se beneficia com essa política. Acrescenta-se que as famílias precisam se cadastrar junto as prestadoras para que sejam contempladas, logo os canais de informação e comunicação com a comunidade necessitam de efetividade. Em todo caso, os microdados mostram que o preço das tarifas é relevante diante da limitação de renda familiar.

Dentre as questões a serem aperfeiçoadas em trabalhos futuros, há um amplo espaço para discutir a acessibilidade econômica. Nesta pesquisa, considerou-se o limiar ainda não pacificado de 3% de comprometimento da renda. Além disso, há a necessidade de avaliar os efeitos socioeconômicos da implementação da Tarifa Social de Água e Esgoto, instituída pela Lei nº 14.898. Possivelmente, medidas que incorporem algum preço

não serão suficientes para a população vulnerável. Nessa população, há diferença de renda, e, certamente, aqueles que não têm quaisquer recursos para o pagamento dos SAA. A acessibilidade quanto à conexão e aos critérios estabelecidos pelas prestadoras é outro campo de estudos. A análise da acessibilidade pode avançar para além da perspectiva da renda, e considerar a despesa familiar.

Nas duas frentes de pesquisa conduzidas, lares chefiados por mulheres apresentam maior chance de ter problemas de acessibilidade econômica. Essa constatação, alinhada a marginalização de famílias chefiadas por não brancos e por beneficiários de políticas públicas é campo para estudos futuros com intuito de debater e investigar políticas públicas para realização dos direitos humanos quanto a água e ao esgotamento sanitário.

Considerando a base de dados utilizada, apesar das limitações já citadas, há espaço para reguladores e formuladores de políticas utilizem pesquisas de relevância nacional com intuito de monitorar tanto a conexão, quanto estender a análise para a renda da população em sua área de atuação. Para as prestadoras, essa oportunidade de coleta de dados pode auxiliar a acompanhar o alcance de metas universalização e de realização do direito humano à água. Com o desenvolvimento de canais de comunicação efetivos, há espaço para que pesquisas sejam melhoradas e incluam questionamentos/respostas para atender a uma multiplicidade de objetivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Agências Reguladoras (2018). Tarifa social nas companhias estaduais de saneamento básico e o papel da regulação, ABAR, Brasília.
- Abbott, M., Cohen, B. (2009). “Productivity and efficiency in the water industry”. In: *Utilities Policy*, 17, 233–244.
- Agência Reguladora de Águas e Saneamento do Distrito Federal - ADASA. (2016). 2ª revisão periódica das tarifas dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário do Distrito Federal. ADASA. Disponível em: <http://https://www.adasa.df.gov.br/>. Acesso em: 20 out 2021.
- _____. (2022). Boletim de consumo de água. ADASA. Disponível em: <http://https://www.adasa.df.gov.br/>. Acesso em: 8 ago. 2022.
- Agthe, D.E., Billings, R.B. (1987). “Equity, price elasticity, and household income under increasing block rates for water”. In: *American Journal of Economics and Sociology*, 46 (3), 273–286.
- Águas Cuiabá. Histórico das tarifas. Disponível em: <https://igua.com.br/cuiaba>. Acesso em: 02 out. 2024.
- Águas do Rio. Estrutura tarifária. Disponível em: <https://aguasdoriorio.com.br/legislacao-e-tarifas/>. Acesso em: 02 out. 2024.
- Águas Guariroba. Legislação e tarifas. Disponível em: <https://www.aguasguariroba.com.br/>. Acesso em: 02 out. 2024.
- Águas de Manaus. Legislação e tarifas. Disponível em: <https://www.aguasdemanaus.com.br/>. Acesso em: 02 out. 2024.
- Águas Teresina. Legislação e tarifas. Disponível em: <https://www.aguasdeteresina.com.br/>. Acesso em: 02 out. 2024.
- American Water Works Association. (2000). M1 Manual of water supply practices: Principles of water rates, fees, and charges, AWWA, Denver.
- Angel-Urdinola, D., Wodon, Q. (2007). “Do Utility Subsidies Reach the Poor? Framework and Evidence for Cape Verde, Sao Tome, and Rwanda”. In: *Economics Bulletin*, 9, 1-7.
- Araújo, F.C., Bertussi, G.L. (2018). “Saneamento básico no Brasil: estrutura tarifária e regulação”. In: *Planejamento e políticas públicas*, 51, 166-200.
- Adams, J. S. (1965). “Inequity in social exchange”. In: L. Berkowitz (org.) *Advances in experimental social psychology*, Nova Yorque: Academic Press.

- Ataíde, G.V.T.L., Borja, P.C. (2017). “Justiça social e ambiental em saneamento básico: um olhar sobre experiências de planejamento municipais”. In: *Ambiente & Sociedade*, 20, 3, 61-80.
- Araújo, P.F. Acessibilidade econômica ao serviço de abastecimento de água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: quem são os excluídos. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 228p.
- Aubert, C., Reynaud, A. (2005). "The Impact of Regulation on Cost Efficiency: An Empirical Analysis of Wisconsin Water Utilities". In: *Journal of Productivity Analysis*, 23(3), 383-409.
- Banerjee, S., Foster, V., Ying, Y., Skilling, H., Wodon, Q. (2010). “Cost Recovery, Equity, and Efficiency in Water Tariffs Evidence from African Utilities” In: *Policy Research Working Paper 5384*, World Bank, Washington DC.
- Barberán, R., Arbués, F. (2009). “Equity in domestic water rates design”. In: *Water Resources Manage*, 23, 2101-2118.
- Barde, J.A., Lehmann, P. (2014). “Distributional effects of water tariff reforms –An empirical study for Lima, Peru”. In: *Water Resources and Economics*, 6, 30–57.
- Barbosa, A., Brusca, I. (2015). “Governance structures and their impact on tariff levels of Brazilian water and sanitation corporations”. In: *Utilities Policy*, 34, 94-105.
- Bartoszczuk, P., Nakamori, Y. (2013). “Modeling Sustainable Water Prices”. In: *Handbook of sustainable Development Planning*, Edward Elgar Publishing, 215-242.
- Bass, R. (1998). “Evaluating environmental justice under the national environmental policy act”. In: *Environmental Impact Assessment Review*, 18, 1, 83-92.
- Berthe, A. “Mesurer les Inégalités D’accès à L’eau et à L’assainissement dans le Nord et le Nordeste du Brésil: Quels Enseignements en Matière de Justice Sociale”. In: *Cahiers du GREThA*, n°2016-07, Université de Bordeaux.
- Bewick, V., Cheek, L., Ball, J. (2005). “Statistics review 14: Logistic regression”. In: *Critical Care*, 9, 112-118
- Boelens, R., Vos, J., Perreault, T. (2018). “Introduction: The Multiple Challenges and Layers of Water Justice Struggles”. In: Boelens, R., Perreault, T., Vos, J. (eds) *Water justice*, Cambridge University Press, 1-32.
- Boland, B.B., Whittington, D. (1997). “The Political Economy of Water Tariff Design in Developing Countries: Increasing Block Tariffs versus Uniform Price with Rebate”.

- In: Dinar, A. (ed) *The Political Economy of Water Pricing Reforms*, World Bank, Oxford University Press.
- Bos, R., Alves, D., Latorre, C., Macleod, N., Payen, G., Roaf, V., Michael, R. (2017). *Manual Sobre os Direitos Humanos à Água Potável e Saneamento para Profissionais*, vol. 16, IWA Publishing, Londres.
- Botasso, A., Conti, M. (2003). "Cost inefficiency in the English and Welsh water industry: an heteroskedastic stochastic cost frontier approach". In: *Economics Discussion Papers*, 573, University of Essex, Department of Economics.
- Boland, B.B., Whittington, D. (1997). "The Political Economy of Water Tariff Design in Developing Countries: Increasing Block Tariffs versus Uniform Price with Rebate". In: Dinar, A. (ed) *The Political Economy of Water Pricing Reforms*, World Bank, Oxford University Press.
- Boing, A. C., Andrade, F. B. D., Bertoldi, A. D., Peres, K. G. D. A., Massuda, A., & Boing, A. F. (2022). "Prevalências e desigualdades no acesso aos medicamentos por usuários do Sistema Único de Saúde no Brasil em 2013 e 2019". In: *Cadernos de Saúde Pública*, 38(6).
- Bradshaw, J. (2013). "Water poverty in England and Wales". In: *Journal of Poverty and Social Justice*, 21 (2), 137–148
- BRASIL (2007). Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. *Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico*. Brasília, 2007.
- _____. (2024). Lei nº 14.898, de 13 de junho de 2004. *Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico*. Brasília, 2007. Institui diretrizes para a Tarifa Social de Água e Esgoto em âmbito nacional. Brasília, 2024.
- Brocas, I., Chan, K., Perrigne, I. (2006). "Regulation under Asymmetric Information in Water Utilities." In: *American Economic Review*, 96 (2), 62–66.
- CAEMA. Estrutura tarifária. Disponível em: <http://gsan.caema.ma.gov.br>. Acesso em: 02 out. 2024.
- CAERD. Estrutura tarifária. Disponível em: <http://www.caerd-ro.com.br>. Acesso em: 02 out. 2024.
- CAERN. Reajuste tarifário. Disponível em: <http://caern.rn.gov.br>. Acesso em: 02 out. 2024.
- CAESA. Tarifas de Água e esgoto. Disponível em: <http://www.caesa.ap.gov.br>. Acesso em: 02 out. 2024.

CAESB. Tarifas e preços. Disponível em: <https://www.caesb.df.gov.br>. Acesso em: 02 out. 2024.

_____. Escola Corporativa. Disponível em: [http:// https://www.caesb.df.gov.br](http://https://www.caesb.df.gov.br). Acesso em: 10 jan. 2022.

CAGECE. Estrutura tarifária. Disponível em: <https://www.cagece.com.br>. Acesso em: 02 out. 2024.

CAGEPA. Estrutura tarifária. Disponível em: <http://www.cagepa.pb.gov.br>. Acesso em: 02 out. 2024.

Carvalho, A.E.C., Sampaio, L.M.B. (2015). “Paths to universalize water and sewage services in Brazil: The role of regulatory authorities in promoting efficient service”. In: *Utilities Policy*, 34, 1–10.

Carvalho, P., Simões, P., Marques, R.C. (2010). “Acessibilidade e capacidade para pagar pelos serviços de água”. In: *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 15 (4), 325-336.

CASAL. Estrutura tarifária. Disponível em: <https://www.casal.al.gov.br>. Acesso em: 02 out. 2024.

CASAN. Tarifas. Disponível em: <https://www.casan.com.br>. Acesso em: 02 out. 2024.

CASTRO, K.B. (2017). *Segurança hídrica urbana: morfologia urbana e indicadores de serviços ecossistêmicos, estudo de caso do Distrito Federal, Brasil*, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, 204p.

CESAN. Tarifas e preços. Disponível em: <https://www.cesan.com.br>. Acesso em: 02 out. 2024.

Chenoweth, J. (2008). “Minimum water requirement for social and economic development”. In: *Desalination*, 229 (1–3), 245-256.

Chile Atiende (2018). Disponível em: <https://www.chileatiende.gob.cl/>. Acesso em: 26 set. 2018.

Companhia de Planejamento do Distrito Federal - Codeplan. (2018). Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios. Disponível em: [http:// https://www.codeplan.df.gov.br/](http://https://www.codeplan.df.gov.br/). Acesso em: 10 jan. 2022.

_____. (2021). Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios. Disponível em: [http:// https://www.codeplan.df.gov.br/](http://https://www.codeplan.df.gov.br/). Acesso em: 10 jan. 2022.

COMPESA. Estrutura tarifária. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/>. Acesso em: 02 out. 2024.

COPASA. Tarifas em vigor. Disponível em: <http://www.copasa.com.br>. Acesso em: 02 out. 2024.

- COSANPA. Tarifas-2018. Disponível em: <http://www.cosanpa.pa.gov.br> . Acesso em: 02 out. 2024.
- Cruz, K.A., Ramos, F.S. (2016). “Evidências de subsídio cruzado no setor de saneamento básico nacional e suas consequências”. In: *Nova Economia*, Belo Horizonte, 26, (2), 623-651.
- Cruz, F.P., da Motta, R.S, Marinho, A. (2019). “Análise da eficiência técnica e da produtividade dos serviços de água e esgotos no Brasil de 2006 A 2013”. In: *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Brasília, 49(3).
- Cullis, J., van Koppen, B. (2007). Applying the Gini Coefficient to measure inequality of water use in the Olifants River water management area, South Africa. Colombo, Sri Lanka, IWMI Research Report 113.
- Dalhuisen, J., Nijkamp, P. (2002). “Critical factors for achieving multiple goals with water tariff systems: combining limited data sources and expert testimony”. In: *Water Resources Research*. 38, 1-11.
- Damkjaer, D. (2020). “Drivers of change in urban water and wastewater tariffs”. In: *H2Open Journal*, 3 (1), 355-372.
- Danesi, L., Passarelli, M., Peruzzi P. “Water services reform in Italy: its impacts on regulation, investment and affordability”. In: *Water Policy*, 9 (1), 33, 2007.
- DATASUS (2025). Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 02 out. 2024.
- De Witte, K., Marques, R.C. (2010). “ Influential observations in frontier models, a robust non-oriented approach to the water sector”. In: *Ann Oper Res*, 181, 377–392.
- DESO. Quadro Tarifário. Disponível em:<https://www.deso-se.com.br> . Acesso em: 02 out. 2024.
- EMBASA. Tarifas. Disponível em: <http://old.embasa.ba.gov.br>. Acesso em: 02 out. 2024.
- Ehrhardt, D., Groom, E., Halpern, J. e O’Connor, S. (2007). Economic regulation of urban water and sanitation services: some practical lessons, World Bank, Washington, DC.
- Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos de Portugal - ERSAR. (2010). *Acessibilidade Económica Aos Serviços Públicos de Abastecimento de Água Para Consumo Humano e de Saneamento de Águas Residuais Urbanas em Portugal*, Ersar, Lisboa.
- Fankhauser, S., Tepic, S. (2007). “Can poor consumers pay for energy and water? An affordability analysis for transition countries”. In: *Energy Policy*, 35(2), 1038–1049.

- Faria, R.C., Nogueira, J.M., Mueller, B. (2005). “Políticas de precificação do setor de saneamento urbano no Brasil: as evidências do equilíbrio de baixo nível”. In: *Estudos Econômicos*, 35 (3), 481-518.
- Farina, E.M.M.Q., Azevedo, P. F., Picchetti, P.(1997). A reestruturação dos setores de infra-estrutura e a definição dos marcos regulatórios: princípios gerais, características e problemas. In: *IPEA. Infra-estrutura: perspectivas de reorganização, regulação*. IPEA, Brasília.
- Fávero, L.P., Belfiore, P., Silva, F.L., Chan, B.L. *Análise de dados: modelagem multivariada para a tomada de decisões*. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Favre, M., Montginoul, M. (2018). “Water pricing in Tunisia: Can an original rate structure achieve multiple objectives?”. In: *Utilities Policy*, 55, 209–223.
- Field, A. (2011). *Descobrendo a estatística usando o SPSS*. ARTMED, Porto Alegre.
- Finewood, M.H., Holifield, R. (2015). “Critical approaches to urban water governance: from critique to justice, democracy, and transdisciplinary collaboration”. In: *WIREs Water*, 2, 85-96.
- Fitch, M., Price, H. (2002). Water poverty in England and Wales, Centre for Utility Law and Chartered Institute of Environmental Health, Londres.
- Fuente, D., Gatua, J.G., Ikiara, M., Kabubo-Mariara, J., Mwaura, M., Whittington, D. (2016). “Water and sanitation service delivery, pricing, and the poor: An empirical estimate of subsidy incidence in Nairobi, Kenya”. In: *Water Resources Research*, 52, 4845–4862.
- Galvão Junior, A.C., Paganini, W.S. (2009). “Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil”. In: *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 14 (1), 79-88.
- García-Rubio, M.A, Ruiz-Villaverde, A., González-Gómez, F. (2015) “Urban Water Tariffs in Spain: What Needs to Be Done?”. In: *Water*, 7, 1456-1479.
- García-Valiñas, M. A., Martínez-Espiñeira, R., González-Gómez, F. (2010). “Affordability of residential water tariffs: Alternative measurement and explanatory factors in southern Spain”. In: *Journal of Environmental Management*, 91(12), 2696–2706.
- Gleick, P.H. (1996). “Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs”. In: *Water International*, 21 (2), 83-92.
- Global Water Partnership. (2016). Beyond increasing block tariffs – Decoupling water charges from the provision of financial assistance to poor households. Disponível em www.gwptoolbox.org. Acesso em 16 mai. 2018.

- Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2023.
- Gómez-Lobo, A., Contreras, D. (2003). “Water subsidy policies: A comparison of the Chilean and Colombian Schemes”. In: *The World Bank Economic Review*, 17(3), 391-407.
- Grimble, R.J. (1999). “Economic instruments for improving water use efficiency: theory and practice”. In: *Agricultural water management*, 40(1), 77-82.
- Groom, B., Liu, X., Swanson, T., Zhang, S. (2008). Resource pricing and poverty alleviation: the case of block tariffs for water in Beijing. Koundouri, P. (Ed.), *Coping with Water Deficiency, from Research to Policy making with Examples from Southern Europe, the Mediterranean and Developing Countries*, Springer, Dordrecht, 213-238.
- Hanemann, W.M. (2006). “The Economic Conception of Water”. In: Rogers, P.P., Llamas, M.R. & Martinez-Cortina, L., (eds.) *Water Crisis: Myth or Reality?* Taylor & Francis, New York, 61-91.
- Heller, L. (2022). *Os direitos humanos à água e ao saneamento*, Editora Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Hoffman, J.J, du Plessis, J.A. (2002). “A model to assess water tariffs as part of water demand management. Water Institute of Southern Africa (WISA) Biennial Conference”. In: *Cape Town*, 6–10.
- Hoque, S.F., Wichelns, D. (2013). “State-of-the-art review: Designing urban water tariffs to recover costs and promote wise use”. In: *International Journal of Water Resources Development*, 29(3), 472–491.
- Howard, G., Bartram, J., Williams, A., Overbo, A., Fuente, Geere, J.(2020). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. 2 ed. WHO, Geneva.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024). Censo demográfico 2022. Características dos domicílios. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=39224&t=resultados>>. Acesso em 10 dez. 2024.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (2022). Microdados. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html>>. Acesso em 23 fev. 2022.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do censo demográfico: 2010/IBGE. [Documento online], Rio de Janeiro, 265p., 2011. Recuperado de

<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=249230>.

- IBNet Tariffs DB. Rede Internacional de Benchmarking para serviços de água e saneamento. Disponível em: <<https://tariffs.ib-net.org/>>. Acesso em 30 jul. 2021.
- Ingram, H., Whiteley, J. M., Perry, R. (2008). “The Importance of Equity and the Limits of Efficiency in Water Resources”. In: Ingram, H., Whiteley, J. M., Perry, R. (eds.) *Water, place, and equity*, Massachusetts Institute of Technology, 1-33.
- Ioris, A.A.R. (2016). “Water scarcity and the exclusionary city: The struggle for water justice in Lima, Peru”. In: *Water International*, 41 (1), 125–139.
- Jouralev, A. (2001 a). Regulación de la industria de agua potable. Volumen I: Necesidades de información y regulación estructural. División de Recursos Naturales e Infraestructura, Chile.
- Jouralev, A. (2001 b). Regulación de la industria de agua potable. Volumen II: Regulación de las conductas. División de Recursos Naturales e Infraestructura, Chile.
- Klassert, C., Sigel, K., Klauer, B., Gawel, E. (2018). “Increasing Block Tariffs in an Arid Developing Country: A Discrete/Continuous Choice Model of Residential Water Demand in Jordan”. In: *Water*, 10 (3), 248.
- Komives, K., Vivien, F., Halpern, J., Wodon, Q. (2005). *Water, Electricity and the Poor: Who Benefits from Utility Subsidies?*, The World Bank, Washington, DC.
- Leventhal G.S. (1976). *What should be done with equity theory? New approaches to the study of fairness in social relationships*, National Science Foundation, Washington, DC.
- Liu, J., Savenije, H.H., Xu, J. (2003). “Water as an economic good and water tariff design”. In: *Physics and Chemistry of The Earth*, 28, 209-217.
- Madhoo, Y.N. (2011). “Redistributive impact of increasing block residential water rates: some empirical evidence from Mauritius”. In: *Water Policy*, 13, 471–489.
- Mack, E.A., Wrase, S. (2017). A. “Burgeoning Crisis? A Nationwide Assessment of the Geography of Water Affordability in the United States”. In: *Plos One* 12(4): e0176645.
- Marques, R.C. *A regulação dos serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais: Uma perspectiva internacional*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Ersar, Lisboa.

- Martins, R., Quintal, C., Cruz, L., Barata, E. (2016). “Water affordability issues in developed countries—The relevance of micro approaches”. In: *Utilities Policy*, 43, 117-123.
- Massarutto, A. (2020). “Servant of too many masters: Residential water pricing and the challenge of Sustainability”. In: *Utilities Policy*, 63, 1-14.
- Meehan, K., Jurjevich, J.R., Chun, N. M., Sherrill, J. (2020). “Geographies of insecure water access and the housing–water nexus in US cities”. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(46), 28700-28707.
- Meléndez, M., Gómez-Lobo, A. (2007). Social policies and private sector participation in water supply – the case of Colombia, Working Papers wp252, Department of Economics, Chile.
- Melo, B.A.C., Turolla, F.A. (2013). “Modelos de regulação tarifária e a Lei n. 11.445/2007: as alternativas possíveis”. In: Galvão Jr, A.C., Melo, A.J.M., Monteiro, M.A.P., (org.) *Regulação do saneamento básico*, Manole, Barueri.
- Mesquita, A.M., Campos, F.M. (2013). “Produtividade, eficiência econômica e regulação por incentivos nos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário”. In: Galvão Jr, A.C., Melo, A.J.M., Monteiro, M.A.P., (org.) *Regulação do saneamento básico*, Manole, Barueri.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. (2017). Projeto REGULASAN. Estudo sobre modelo de subsídio às famílias de baixa renda aplicável aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Experiências nacionais e internacionais de subsídios praticados no setor de saneamento básico. Brasília, 246 p.
- _____. (2023). Plano Nacional de Saneamento Básico – Relatório de Avaliação Anual 2021, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 147 p.
- Mitchell, F.M. (2019). “Water (in)security and American Indian health: social and environmental justice implications for policy, practice, and research”. In: *Public health*, 1, 98 -105.
- Molinos-Senante, M., Donoso, G. (2016). “Water rate to manage residential water demand with seasonality: peak-load pricing and increasing block rates approach”. In: *Utilities Policy*, 43, 107-116.
- Narzetti, D.A., MARQUES, R.C. (2020). “Models of Subsidies for Water and Sanitation Services for Vulnerable People in South American Countries: Lessons for Brazil”. In: *Water*, 12, 1976.

- Nauges, C., Whittington, D. (2017). “Evaluating the performance of alternative municipal water tariff designs: quantifying the tradeoffs between equity, economic efficiency, and cost recovery”. In: *World Development*, 91, 125–143.
- Nicholson, N., Snyder, C. (2008). *Microeconomic theory, basic principles and extensions*. 10 ed. Thomson South-Western, Estados Unidos da América.
- ODS Brasil. (2025) Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo6/indicador611>. Acesso em: 10 jan. 2025.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2003). *Social issues in the provision and pricing of water services*. OECD Publishing, Paris.
- _____. (2010). *Pricing Water Resources and Water and Sanitation Services*. OECD Publishing, Paris.
- Perry, C.J., Seckler, D., Rock, M.T., & Seckler, D. W. (1997). *Water as an economic good: A solution, or a problem?* International Irrigation Management Institute Research Report 14.
- Pindyck, R., Rubinfeld, D. (2013). *Microeconomia*. 8 ed. Pearson, São Paulo.
- Pinto, F.S., Marques, R.C. (2015). “Tariff recommendations: a Panacea for the Portuguese water sector?”. In: *Utilities Policy*, 34, 36 -44.
- _____. (2016). “Tariff suitability framework for water supply services: establishing a regulatory tool linking multiple stakeholders' objectives”. In: *Water Resources Management*, 30, 2037-2053.
- PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico. (2013). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Plano Nacional de Saneamento Básico. Versão para apreciação do CNS, CONAMA, CNRH e CONCIDADES.
- PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2006). *A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água*, PNUD, Nova York.
- Raucher, R., Rothstein, E., Mastracchio, J. (2019). *Developing a new framework for household affordability and financial capability assessment in the water sector*. Report prepared for the American Water Works Association, National Association of Clean Water Agencies, and the Water Environment Federation.
- Rawls, J. (2003). *Justiça como equidade: uma reformulação*. Tradução de Claudia Berliner. Martins Fontes, São Paulo.
- Reynaud, A. (2010). “Private sector participation, regulation and social policies in water supply in France”. In: *Oxford Development Studies*, 38(2), 219–239.

- Rogers, P., Silva, R., Bhatia, R. (2002). “Water is an economic good: how to use prices to promote equity, efficiency and sustainability”. In: *Water Policy*, 4 (1), 1–17.
- Saal, D.S., Parker, D. (2004). “The comparative impact of privatization and regulation on productivity growth in the English and Welsh water and sewerage industry, 1985-99”. In: *International Journal of Regulation and Governance*, 4(2): 139-170.
- SABESP. Nossas tarifas. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br>. Acesso em: 02 out. 2024.
- SAERB. Decreto nº 1.103 de 14 de julho de 2022 - Rio Branco. Disponível em: <http://portalcgm.riobranco.ac.gov.br>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- SANEAGO. Estrutura Tarifária. Disponível em: <https://www.saneago.com.br>. Acesso em: 02 out. 2024.
- SANEATINS/BRK. Tabelas de tarifas. Disponível em: <https://www.brkambiental.com.br/>. Acesso em: 02 out. 2024.
- SANEPAR. Tabela de Tarifas de Saneamento Básico. Disponível: <http://site.sanepar.com.br/>. Acesso em: 02 out. 2024.
- Savenije, H.H. (2002). “Why water is not an ordinary economic good, or why the girl is special”. In: *Physics and Chemistry of the Earth*, 27(11-22), 741-744.
- Savenije, H.H., & Van Der Zaag, P. (2002). “Water as an economic good and demand management paradigms with pitfalls”. In: *Water international*, 27(1), 98-104.
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2023). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto Visão Geral. Planilhas AE 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos-snis>. Acesso em: 02 out. 2024.
- _____. (2019). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto Visão Geral. Planilhas AE 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos-snis>. Acesso em: 16 ago. 2022.
- Smets, H. (2009). “Access to Drinking Water at an Affordable Price in Developing Countries. In *Technological Perspectives for Rational Use of Water Resources in the Mediterranean Region*”. Bari: CIHEAM Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, n. 88.

- Soares, R., Altafin, I, Duclos, M.T., Dias, S.A.(2017). Privatização de Companhia Estadual de Saneamento: a experiência única do Tocantins – lições para novos arranjos com a iniciativa privada, FGV, Rio de Janeiro.
- Teodoro, M.P. (2018). “Measuring Household Affordability for Water and Sewer Utilities”. In: *American Water Works Association*, 110, 13-24.
- The Lancet Gastroenterology & Hepatology. (2022). Water and sanitation for all, 7.
- Turolla, F.A. (2002). Política de Saneamento Básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. Texto para discussão nº922, IPEA, Brasília.
- UN - United Nations (2002). The Right to Water. General Comment nº. 15.
- _____. (2010). Human Right to Water and Sanitation. Genebra: UN Document A/RES/64/292.
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (2024). Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2024 Água para a prosperidade e a paz. Programa Mundial da UNESCO para Avaliação dos Recursos Hídricos Escritório do Programa de Avaliação Global da Água.
- UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância – & WHO – World Health Organization. (2021). – The measurement and monitoring of water supply, sanitation and hygiene (WASH) affordability: a missing element of monitoring of Sustainable Development Goal (SDG) Targets 6.1 and 6.2. New York: United Nations Children’s Fund (UNICEF) and the World Health Organization, 2021.
- _____. (2023). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2022: Special focus on gender. World Health Organization.
- Van Abs, D.J., Evans, T., Irby, K. (2022). “Assessing statewide water utility affordability at the census tract scale”. In: *AWWA Water Science*, e1287.
- Vanhille, J., Goedemé, T., Penne, T., Van Thielen, L., Storms, B. (2018). “Measuring water affordability in developed economies. The added value of a needs-based approach”. In: *Journal of Environmental Management*, 217, 611–620.
- Varian, H.R. (2012). Microeconomia: uma abordagem moderna. 8 ed. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Zhang, B., Fang, K.H., Baerenklau, K. A. (2017). “Have Chinese water pricing reforms reduced urban residential water demand?”. In: *Water Resources Research.*, 53, 5057–5069.

- Zeitoun, M., Warner, J.F., Mirumachi, N., Matthews, N., McLaughlin, K. (2014). "Transboundary water justice: a combined reading of literature on critical transboundary water interaction and 'justice', for analysis and diplomacy". In: *Water Policy*, 16(S2), 174-193.
- Zetland, D., Gasson, C. (2012). "A global survey of urban water tariffs: are they sustainable, eficiente and fair?". In: *International Journal of Water Resources Development*, 1-16.
- Wichelns, D. (2013). "Enhancing the performance of water prices and tariff structures in achieving socially desirable outcomes" In: *International Journal of Water Resources Development*, 29:3, 310-326.
- Whittington, D. (1992). "Possible adverse effects of increasing block water tariffs in developing countries". In: *Economic Development and Cultural Change*, 41(1), 75–87.
- Whittington, D., Nauges, C., Fuente, D., Wu, X. (2015). "A diagnostic tool for estimating the incidence of subsidies delivered by water utilities in low- and medium-income countries, with illustrative simulations". In: *Utilities Policy*, 34, 70–81.
- Wolf, J., Johnston, R.B., Ambelu, A., Arnold, A.A.B. F., Bain, R., Brauer, M., Caruso, J.B.B.A., Clasen, T., Colford Jr, J.M., Mills, J.E., Evans, B., Freeman, M.C., Gordon, B., Kang, G., Lanta, C.F., Medlicott, K.O., Prüss-Ustün, A., Troeger, C., Boisson, S., Cumming, O. (2023). "Burden of disease attributable to unsafe drinking water, sanitation, and hygiene in domestic settings: a global analysis for selected adverse health outcomes". In: *The Lancet*, 401(10393), 2060-2071.
- World Bank. (2002). Poverty: Measurement and Analysis. In: Klugman, J., (ed), *Sourcebook for poverty reduction strategies, core techniques and cross-cutting issues*, Volume 1, p. 27-74, The World Bank, Washington, DC.
- _____. (2016). Public and Private Paths to Sustainable Water Supply and Sanitation in Colombia (1999 -2011). Report n°. 111404, World Bank Group, Colômbia.

APÊNDICES

APÊNDICE A - REGRESSÃO LOGÍSTICA

A regressão logística é uma técnica de classificação estatística para a qual a variável resposta é categórica. A técnica estima a probabilidade de ocorrência de determinado evento em face de um conjunto de variáveis preditoras categóricas ou contínuas. Na regressão logística faz-se uso de uma transformação logarítmica, ou seja, uma expressão não linear é representada de forma linear em termos logarítmicos, também chamado de logit. O resultado do modelo é uma probabilidade de que a variável resposta assuma o valor 1 a partir de variáveis previsoras log transformadas (Field, 2009).

O uso do modelo de regressão dado por:

$$y_i = \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

Em que α representa a constante, β_j ($j = 1, \dots, k$) refere-se os parâmetros a serem estimados pelo modelo de cada variável explicativa, X_i ($1, \dots, ik$) são as variáveis explicativas e ε_i o erro padrão, não é viável para variáveis categóricas porque estas não são linearmente separáveis. Como solução para as situações em que a variável dependente é categórica, utiliza-se a função logística ou função sigmóide (Figura 17) que retorna valores entre 0 e 1 para qualquer valor entre ∞ e $-\infty$, prevendo a probabilidades de ocorrência de um evento (Fávero *et al.*, 2009).

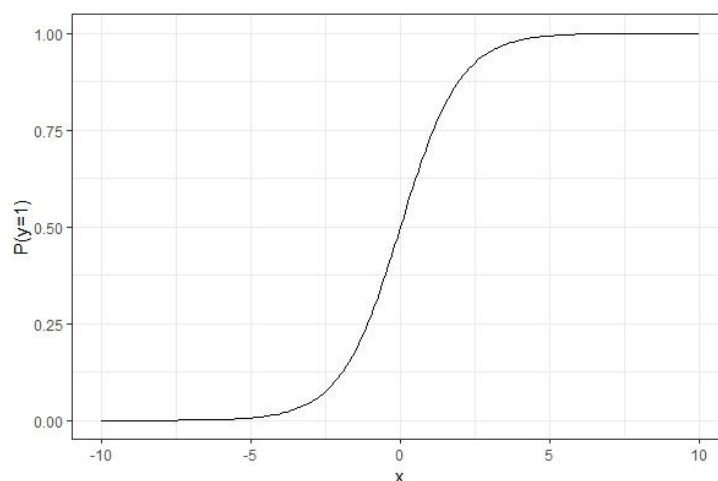


Figura 17 - Função logística.

Um modelo logístico assume que a variável resposta possui distribuição de Bernoulli, com função de probabilidade dada por:

$$P \quad \left| \quad 1 \quad 0 \right.$$

$$\frac{E(y_i)}{1 - p}$$

Em que p indica a probabilidade de ocorrência do evento de interesse.

O valor médio da variável resposta será dado pela distribuição de Bernoulli, pois o valor médio do erro é zero, $E(\epsilon_i) = 0$. Desse modo, o retorno da função resposta é a probabilidade de que a variável resposta assuma o valor 1. Logo:

$$\begin{aligned} E(y_i) &= 1(p) + 0(1 - p) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \\ E(y_i) &= p = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \end{aligned}$$

A linearização da função logística por meio função logit permite que a variável dependente apresente resposta linear diante das variáveis preditoras. A função logit consiste na linearização da razão de probabilidade, ou seja, da chance de ocorrência de um evento (*odds*). Assim:

$$chance(odds)_{y_i=1} = \frac{p}{1 - p}$$

$$logit(chance_{y_i=1}) = \ln\left(\frac{p}{1 - p}\right)$$

Logo,

$$\ln\left(\frac{p}{1 - p}\right) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{p}{1 - p}\right) &= e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)} \\ p &= e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)} - p * e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)} \\ p + p e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)} &= e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)} \\ p(1 + e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}) &= e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)} \\ p &= \frac{e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}}{1 + e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}} \end{aligned}$$

O modelo logístico é escrito como:

$$E(y_i) = p = \frac{e^{\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}$$

Simplificando a expressão final de probabilidade:

$$E(y_i) = p = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}}$$

E a chance de ocorrência do evento de interesse pode ser obtida por meio de:

$$chance(odds)_{y_i=1} = e^{(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}$$

$$chance(odds)_{y_i=1} = e^Y$$

Logo, a regressão logística tem como resultado a estimativa de probabilidade de ocorrência de um evento, em função das variáveis explicativas (Fávero *et al.*, 2009). Dada a natureza binária da variável resposta, se $y_i = 1$ o erro padrão ε_i será dado por $\varepsilon_i = 1 - \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki}$ e se $y_i = 0$, têm-se $\varepsilon_i = -\alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki}$. Dessa forma a variância dos erros não será constante e poderá ser obtida por:

$$\sigma_{y_i}^2 = E(y_i)[1 - E(y_i)]$$

Para estimação dos parâmetros α e β_j ($j = 1, \dots, k$), utiliza-se a função de máxima verossimilhança. Dado que a variável resposta segue a distribuição de Bernoulli, a probabilidade de ocorrência do evento y_i será dada por:

$$f(y_i) = p_i^{y_i} (1 - p_i)^{1-y_i}$$

Assumindo independência das observações, a função de máxima verossimilhança será:

$$L = \prod_{i=1}^n f(y_i) = \prod_{i=1}^n p_i^{y_i} (1 - p_i)^{1-y_i}$$

O logaritmo da função verossimilhança é a expressão mais comumente utilizada em modelos de regressão logística e os parâmetros α e β_j ($j = 1, \dots, k$) podem ser obtidos por meio de função objetivo capaz de maximizar o logaritmo LL da função de verossimilhança (Fávero *et al.*, 2009). Assim:

$$LL = \sum_{i=1}^n \{[(y_i) \cdot \ln(p_i)] + [(1 - y_i) \cdot \ln(1 - p_i)]\} = \text{máxima}$$

O ajuste do modelo gerado pode ser analisado por meio do teste da razão de verossimilhança, em que se avalia a relação entre todas as variáveis independentes conjuntamente e a variável dependente como nos métodos de pseudo R^2 de McFadden; Cox e Snell R^2 e Nagelkerke R^2 . Para Field (2009) estas estatísticas R referem-se à correlação parcial entre a variável de saída e cada uma das variáveis previsoras, contudo estas medidas de ajustamento devem ser tratadas com precaução, pois este valor de R depende da estatística de Wald, cuja precisão pode ser discutível em algumas situações e não é

válida sua interpretação como conduzido na regressão linear. Para Fávero e Belfiore (2011), apesar de não haver sentido tratar a variação percentual de uma variável qualitativa em função das variáveis preditoras, o uso das medidas de R^2 de McFadden na regressão logística pode ocorrer como um dos critérios de seleção de um modelo em relação a outros.

O pseudo R^2 de McFadden é determinado por:

$$pseudo R^2 = \frac{-2LL_0 - (-2LL_{m\acute{a}x})}{-2LL_0}$$

Em que LL_0 é o valor da somatória do logaritmo de máxima verossimilhança quando os parâmetros β_j são iguais a zero e $LL_{m\acute{a}x}$ é obtido quando os parâmetros do logito tornam o valor de LL o máximo possível.

A avaliação de significância do modelo de regressão logística também pode ser realizada por meio do Teste Qui-quadrado. Neste caso, considera-se o desvio entre os valores observados e os valores esperados. A hipótese nula deste teste propõe que se os parâmetros β_j são iguais a zero, a modificação das variáveis X não exercerá influência quanto a probabilidade de ocorrência do evento analisado, como hipótese alternativa, se a significância do modelo é inferior a 0,05, pelo menos um dos parâmetros β_j é diferente de zero (Fávero e Belfiore, 2011). O teste Qui-quadrado é calculado como:

$$\chi^2 = -2(LL_0 - LL_{m\acute{a}x})$$

Avaliado o modelo geral, as significâncias das variáveis independentes deverão ser testadas. A estatística de Wald pode ser usada para estimar a contribuição de parâmetros individuais ou a significância dos coeficientes individuais em um determinado modelo (Bewick *et al.*, 2005). A hipótese nula (H_0) é de que o parâmetro estimado é igual a zero ($\alpha=0$ ou $\beta_j=0$) e a hipótese alternativa (H_1), os parâmetros diferem de zero ($\alpha \neq 0$ ou $\beta_j \neq 0$). A estatística z de Wald é dada pela razão entre o coeficiente do parâmetro verificado e seu próprio erro padrão (SE), logo:

$$Wald_{\beta_j} = \frac{\beta_j}{SE(\beta_j)}$$

E

$$Wald_{\alpha} = \frac{\alpha}{SE(\alpha)}$$

Cada estatística z de Wald é comparada com um Qui-quadrado com um grau de liberdade. Nos softwares estatísticos, rejeita-se H_0 quando os níveis de significância são superiores a 5% ($P\text{-valor} > 0,05$).