

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

**ANÁLISE DO IMPACTO DE POLÍTICAS DE INCENTIVO À
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUAS DE CHUVA (SAAC) NA PERSPECTIVA DE COMPANHIAS
DE SANEAMENTO**

LIANE DE MOURA FERNANDES COSTA

**ORIENTADORA: CONCEIÇÃO DE MARIA ALBUQUERQUE
ALVES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E
RECURSOS HÍDRICOS**

**PUBLICAÇÃO: PPGTARH. DM – 257/2023
BRASÍLIA/DF: SETEMBRO - 2023**

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

**ANÁLISE DO IMPACTO DE POLÍTICAS DE INCENTIVO À
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUAS DE CHUVA (SAAC) NA PERSPECTIVA DE COMPANHIAS
DE SANEAMENTO**

LIANE DE MOURA FERNANDES COSTA

DISSERTAÇÃO 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 MESTRE EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS.

APROVADA POR:

Profa. Conceição de Maria Albuquerque Alves, Dra. (ENC-UnB)
(Orientador)

Prof. Ricardo Tezini Minoti, Dr. (ENC-UnB)
(Examinador Interno)

Prof. Marcus André Siqueira Campos, Dr. (EECA-UFG)
(Examinador Externo)

BRASÍLIA – DF, 05 DE SETEMBRO DE 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

COSTA, LIANE DE MOURA FERNANDES

Análise do impacto de políticas de incentivo à implantação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva (SAAC) na perspectiva de companhias de saneamento. [Distrito Federal] 2023.

dc838a, 100p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Aproveitamento de água de chuva.

2. Avaliação econômica.

3. Acesso a água.

I. Albuquerque Alves, Conceição de Maria, orient.

II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, L. M. F. (2023). *Análise do impacto de políticas de incentivo à implantação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva (SAAC) na perspectiva de companhias de saneamento*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARA.DM – 257/2023, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 100 p.

CESSÃO DE DIREITO

AUTOR: Liane de Moura Fernandes Costa.

TÍTULO: Análise do impacto de políticas de incentivo à implantação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva (SAAC) na perspectiva de companhias de saneamento.

GRAU: Mestre

ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Liane de Moura Fernandes Costa

QE 38, Conjunto N, Casa 33, Guará II

CEP: 71.070-140, Brasília – DF, Brasil

AGRADECIMENTOS

À meu esposo João Geovane pelo incentivo, as discussões a respeito dos resultados da pesquisa e pelos cuidados com nosso filho quando precisei dedicar a este trabalho.

À minha família por todo incentivo e força, em especial meus pais Stela e Simeão, e minha irmã Aline.

À professora Conceição por toda a atenção e paciência. Onde aproveito para agradecer a todos os professores do PTARH/UnB.

À doutoranda do PTARH/UnB Gabriela Pacheco pelo apoio e companheirismo. Onde aproveito para agradecer a todos os discentes do PTARH/UnB.

A CAESB pelo fornecimento dos dados tão importantes para o bom andamento deste trabalho acadêmico.

Ao Sandro Filippo por todos os anos de amizade, por acreditar em mim e ficar feliz com minhas conquistas, me incentivando a sempre prosseguir.

Ao Sérgio Marrafão pelas conversas diárias, incentivo e compreensão da minha necessidade de me afastar de determinados projetos para que este trabalho fosse finalizado.

Ao Leandro Nogueira pela parceria na formulação de estudos, nos cursos na área de aproveitamento de água da chuva e das trocas de experiências praticamente diárias ao longo desse tempo de pesquisa.

Ao graduando de Engenharia Ambiental Luiz Hipólito pelo apoio e atenção.

A todos os meus amigos, em especial à Marcia Monteiro por sempre perguntar sobre o andamento da pesquisa e por se dispor a ajudar no que fosse necessário.

Agradeço ainda a todos aqueles não mencionados, mas que contribuíram para a concretização desta pesquisa, bem como me dando atenção.

RESUMO

ANÁLISE DO IMPACTO DE POLÍTICAS DE INCENTIVO À IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DE CHUVA (SAAC) NA PERSPECTIVA DE COMPANHIAS DE SANEAMENTO

Sistemas de aproveitamento de água de chuva (SAAC) foram incluídos no Novo Marco Legal do Saneamento aprovado em Julho de 2020 como alternativa estratégica para o alcance do acesso universal a água. Apesar da vasta literatura em avaliação de viabilidade de SAAC para residências e estabelecimentos, pouco tem sido analisado sobre os impactos da ampla disseminação desses sistemas para as companhias de saneamento. O presente trabalho propôs e aplicou metodologia para avaliar o impacto da disseminação de SAAC na perspectiva da companhia de saneamento na região do Distrito Federal do Brasil. A metodologia consistiu em calcular o potencial de aproveitamento de água de chuva por meio de simulação de balanço hídrico para atender a demanda não potável de água em cenários diferentes de residências; seleção e avaliação de indicadores operacionais e econômicos de desempenho da companhia de saneamento e consideração de diferentes cenários de adesão ao SAAC. Resultados demonstraram que em muitos cenários a disseminação de SAAC não é favorável às companhias de saneamento em termos financeiros, principalmente em função da perda de receita resultante da redução do volume de água consumido. Mas foi possível demonstrar a melhoria da análise custo benefício para a companhia considerando a venda do volume economizado para usuários de outras categorias, tais como comercial, industrial e público que possuem tarifas mais altas. Sugere-se que fatores ambientais também sejam incluídos na análise econômica para melhor representar os benefícios da implantação de SAAC em larga escala.

Palavras-chave: Aproveitamento de água de chuva, universalização de acesso a água, avaliação econômica.

ABSTRACT

ANALYSIS THE IMPACT OF URBAN RAINWATER HARVESTING SYSTEMS IN THE PERSPECTIVE OF WATER UTILITIES

The Rainwater Harvesting Systems (RWHS) has been included in the New Legal Sanitation Framework approved in July 2020 as a strategic alternative to reach universal water access. Despite the vast literature on assessing the feasibility of SAAC for households and establishments, there is a lack of understanding of the impacts of this public initiative to water utilities. This study proposes and applies a methodology to evaluate the impact of RWHS dissemination on the performance of water utilities in the Federal District of Brazil. The methodology consisted of computing the potential the water saving based on water balance of the RWHS for non-potable water demand, selecting and evaluating operational and economic indicators of the water utility performance and computing the economic evaluation of different scenarios of RWHS dissemination. The results demonstrated that in most scenarios, the RWHS is not favorable to the water utility in terms of financial balance, mostly due to the loss of revenue given the reduction in water volume consumption. However, the financial balance has been improved by selling the saved water volume to other categories of consumers, such as commercial, industrial, or public users. Additional consideration of environmental benefits of RWHS could also benefit the overall economic analysis of RWHS.

Keyword: rainwater harvesting system, universal access to water, economic assessment.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	12
2 - OBJETIVOS	16
2.1 - GERAL.....	16
2.2 - ESPECÍFICOS.....	16
3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 - CONSUMO DE ÁGUA E O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA	17
3.2 - MOTIVAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DOS SAAC.....	24
3.3 - DESAFIOS E INCENTIVOS DA IMPLEMENTAÇÃO DOS SAAC	30
3.4 - ASPECTOS NORMATIVOS E LEGISLATIVOS DOS SAAC.....	32
3.5 – GESTÃO ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA – SERVIÇO ÁGUA E ESGOTO.....	42
4 – METODOLOGIA	45
4.1 – CARACTERIZAÇÃO DE ÁREA DE ESTUDO	45
4.1.1 – Sistemas de Abastecimento de Brazlândia/DF.....	46
4.1.2 – Características Populacionais e Demandas de Brazlândia/DF.....	47
4.1.3 – Características das Edificações e dos Setores Urbanos de Brazlândia/DF	49
4.1.4 – Dados sobre a Renda dos Setores de Brazlândia/DF	50
4.1.5 – Dados sobre a Quantidade de Ligações Ativas por Categoria de Brazlândia/DF	51
4.2 – POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA	52
4.3 – DETERMINAÇÃO DOS CENÁRIOS	54
4.4 – ANÁLISE DOS ASPECTOS ECONÔMICO-FINANCEIROS DA COMPANHIA DE SANEAMENTO	55
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
5.1 – POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA COM A IMPLEMENTAÇÃO DE SAAC EM BRAZLÂNDIA/DF.....	64
5.2 – INDICADORES E ASPECTOS ECONÔMICO-FINANCEIROS.....	70
6 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	78
REFERÊNCIAS.....	82
APÊNDICE A	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Usos de água potável e não potável em diferentes tipos de edificações no Brasil. Teston <i>et al.</i> (2018).....	20
Figura 3.2 - Padrão médio de consumo final de água nas residências do Distrito Federal. Fonte: Sant’Ana (2011).....	22
Figura 3.3 - Usos finais de consumo interno de água em residências no Distrito Federal. Sant’Ana (2011).....	23
Figura 3.4 - Quantidade de normas municipais relacionadas a sistemas de aproveitamento de águas de chuva no Brasil. Fonte: Costa <i>et al.</i> (2021).....	37
Figura 3.5 - Estados brasileiros com política ou programa de sistemas de aproveitamento de águas de chuva. Fonte: Costa <i>et al.</i> (2021).....	37
Figura 4.1 – Percurso metodológico da pesquisa.	45
Figura 4.2 – Localização dos Setores Residenciais de Brazlândia.	46
Figura 4.3 – Percentual de domicílios com aproveitamento de água de chuva no Distrito Federal. Fonte: CODEPLAN (2018).	48
Figura 4.4 – Precipitação média mensal em Brazlândia.	49
Figura 4.5 – Consumo de água medido em Brazlândia para os anos de 2018 a 2021. Fonte: CAESB (2022).....	52
Figura 4.6 – Média de consumo de água por ligação residencial por setor de Brazlândia em 2019. Fonte: CAESB (2022).	52
Figura 5.1 - Potencial de aproveitamento de água de chuva por capacidade de reservatório nos setores residenciais de Brazlândia para as demandas Ext. e Ext. & Bs.	64
Figura 5.2 - Potencial de Aproveitamento de Água de Chuva por Ligação Ativa de Água em Brazlândia.	65
Figura 5.3 - Percentual da Demanda de Água não Potável Potencialmente Utilizada com a implementação de SAAC nos setores residenciais de Brazlândia.	66
Figura 5.4 - Potencial de aproveitamento de água da chuva anual em Brazlândia para as demandas Ext e Ext & Bs.....	66
Figura 5.5 - Potencial de aproveitamento mensal de água da chuva nos setores residenciais de Brazlândia para a demandas Ext.	67
Figura 5.6 - Potencial de aproveitamento mensal de água da chuva nos setores residenciais de Brazlândia para a demandas Ext & Bs.	68
Figura 5.7 - Potencial de Aproveitamento de Água de Chuva por setor de Brazlândia.	69

Figura 5.8 - Indicador de tarifa média de água (IN005a) a partir dos Cenários aplicados ao Estudo de Caso.	71
Figura 5.9 - Potencial de perdas de receita operacional para os setores de Brazlândia nos cenários avaliados.	71
Figura 5.10 - Indicador de coleta de esgoto (IN015a) a partir dos Cenários aplicados ao Estudo de Caso.	73
Figura 5.11 - Balanço econômico da comercialização de toda a água economizada na demanda Ext com a implementação de SAAC para as áreas residenciais.	76
Figura 5.12 - Balanço econômico da comercialização de toda a água economizada na demanda Ext & Bs com a implementação de SAAC para as áreas residenciais.	76
Figura 5.13 - Balanço econômico prevendo a comercialização de toda a água economizada na demanda Ext com a implementação de SAAC para áreas não residenciais com tarifa comercial, industrial e pública.	77
Figura 5.14 - Balanço econômico prevendo a comercialização de toda a água economizada na demanda Ext & Bs com a implementação de SAAC para áreas não residenciais com tarifa comercial, industrial e pública.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - consequências técnicas da utilização em larga escala de SAAC. Fonte: Dolabella e Lima (2021).....	28
Tabela 3.2 - Políticas, programas ou disposições estaduais sobre Aproveitamento de Águas de Chuva. Fonte: Costa <i>et al.</i> (2021)	35
Tabela 3.3 – Legislação em âmbito municipal e distrital relacionada a sistemas de aproveitamento de água de chuva. Fonte: Costa <i>et al.</i> (2021).....	37
Tabela 4.1 – Comparativo de demandas, outorgas, disponibilidade hídrica e capacidade de produção para os anos de 2017 e 2037 para os Sistemas Brazlândia e Descoberto. Fonte: PDSB (2017).	49
Tabela 4.2 – Quantidades de edificações identificadas, a média das áreas dos terrenos residenciais de Brazlândia e a média das áreas de cobertura ou telhados. Fonte: GeoPortal/DF (2021).....	50
Tabela 4.3 – Consumo médio, quantidade de ligações e área de cobertura por setor de Brazlândia por faixa de consumo. Fonte: Elaborado pelos Autores com fonte de dados de CAESB (2022); GeoPortal (2021).	53
Tabela 4.4 - Seleção de indicadores do SNIS impactados pela implementação de SAAC. Fonte: Nomenclatura do SNIS (2018).....	56
Tabela 4.5 - Volumes de água medidos para o cenário base.....	57
Tabela 4.6 - Dados da tarifa média por faixa de consumo. Fonte: CAESB (2023).....	59
Tabela 4.7 - Dados da tarifa média por faixa de consumo. Fonte: Elaborado pelos Autores com fonte de dados de CAESB (2023).	63
Tabela 5.1 - Características dos cenários avaliados e potenciais de aproveitamento de água de chuva.....	68
Tabela 5.2 - Receitas perdidas nos setores residenciais de Brazlândia para os cenários avaliados (Expresso em milhares de reais por ano).	72
Tabela 5.3 - Análise custo benefício para a companhia com implementação de SAAC nos setores de Brazlândia no cenário RG – Demanda Ext & Bs (Expresso em milhares de reais por ano).	74
Tabela 5.4 - Análise custo benefício para a companhia com implementação de SAAC nos setores de Brazlândia no cenário RP – Demanda Ext (Expresso em milhares de reais por ano).	74

LISTA DE SIGLAS

ABNT.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADASA.	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal
ANA.....	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CAESB.....	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CODEPLAN.....	Companhia do Desenvolvimento do Planalto Central
CRL	Concentração de cloro residual livre
DEX.....	Despesas de Exploração
DF.....	Distrito Federal
DTS	Despesas Totais com os Serviços
ETA	Estação de Tratamento de Água
GDF.....	Governo do Distrito Federal
IBGE.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPTU.....	Imposto Predial e Territorial Urbano
NBR.....	Norma Técnica Brasileira
NMLSB.....	Novo Marco Legal do Saneamento Básico
ODS.....	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU.....	Organização das Nações Unidas
PDSB.....	Plano Distrital de Saneamento Básico
PNRH.....	Política Nacional de Recursos Hídricos
PTARH.....	Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos
SAAC.....	Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva
SNIS.....	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SISAGUA	Sis. de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
UnB.....	Universidade de Brasília

1 - INTRODUÇÃO

O consumo de água doce aumentou seis vezes no último século e continua a avançar a uma taxa de 1% ao ano, fruto do crescimento populacional, do desenvolvimento econômico e das alterações nos padrões de consumo (DOLABELLA E LIMA, 2021).

Para Romano *et al.* (2016), a busca por alternativas para suprir o consumo de água, empregando água potável em fins mais nobres, pode ser influenciada por fatores como políticas de serviços públicos (tais como, tarifas e estrutura de propriedade), questões demográficas e populacionais (tais como, população atendida, renda per capita, características do agregado familiar) e condições meteorológicas.

Sendo assim, principalmente no atual cenário mundial, os Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC) se configuram como iniciativas de infraestrutura verde que estão ganhando importância para enfrentar os problemas globais de acesso a água (MAQSOOM *et al.*, 2021; UN WATER, 2011). Para Sant’Ana (2017b), se realizado em larga escala, o aproveitamento de águas de chuva ou o reúso de águas cinzas em edificações podem ser capazes de promover reduções significativas na demanda urbana de água produzida pelas Companhias de Saneamento e, conseqüentemente, nas despesas de exploração dos serviços de saneamento (TOOSI *et al.*, 2020). Por outro lado, as economias geradas pelas reduções na demanda de água podem contribuir para o desenvolvimento de políticas tarifárias compensatórias e voltadas à conservação de água.

Quanto aos benefícios dos SAAC para a sociedade e para o meio ambiente, é possível elencar a redução do estresse hídrico e da poluição da água de mananciais superficiais por meio da redução do escoamento e dos volumes de pico de águas pluviais, bem como redução dos riscos de inundação, especialmente em áreas urbanas altamente impermeabilizadas. Para as Companhias de Saneamento os principais benefícios dos SAAC são: o adiamento da necessidade de atualização/ampliação de infraestrutura centralizada de distribuição de água, a contribuição para melhoria da imagem das Companhias de Saneamento por adotarem estratégias sustentáveis, a redução dos custos com transporte de água para consumo humano, a redução do consumo de produtos químicos no tratamento de água, a redução do consumo de energia elétrica, além de maior

disponibilidade hídrica com relação a densidade populacional (TAKAGI *et al.*, 2018; STEWART *et al.*, 2019; DIJK *et al.*, 2020; PRENNER *et al.*, 2021; BERTUZZI E GHISI, 2021; NC COOPERATIVE EXTENSION, 2022). Já para os consumidores, os benefícios dos SAAC podem ser: a flexibilidade da instalação desses sistemas em novas edificações ou em edificações já existentes, o reduzido custo e a relativa gratuidade da captação de água da chuva e no seu uso para fins não potáveis, além da produção próxima a captação (ZHE LI *et al.*, 2010; VIALLE *et al.*, 2015; STEWART *et al.*, 2019).

Em um estudo de Vialle *et al.* (2015) consideraram a substituição de água potável por água de chuva a partir de um ponto de vista ambiental. O que está alinhado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que tem prazo até o ano de 2030 para ser concluído e o aproveitamento de águas pluviais se enquadra nos objetivos 6, 11 e 13 – Água Potável, Cidades e Comunidades Sustentáveis, e Ação Contra a Mudança Global do Clima, respectivamente (DOLABELLA E LIMA, 2021).

No Brasil, o mercado de SAAC tem sido impulsionado por sua forte influência social e apelo ambiental em áreas rurais e urbanas, principalmente onde os fornecimentos principais de água são inexistentes, não confiáveis ou intermitentes. Destaca-se que já existem em muitas cidades iniciativas em vigor para a criação de legislação para SAAC (CAMPISANO E LUPIA, 2017; WARD *et al.*, 2019).

Existem diferentes tipos de legislação para SAAC, alguns impõem a obrigação de incluir SAAC em todos os novos projetos de construção, outros apenas impõem tal exigência em projetos de construção que devem considerar áreas de telhado acima de um valor específico. Muitas vezes, essa legislação é desenvolvida em conjunto com instrumentos para o consumo racional da água, como medição, eficiência hídrica e redução da perda de água por vazamento e desperdícios (WARD *et al.*, 2019).

Em âmbito estadual no Brasil, dezessete Estados e mais o Distrito Federal possuem normativos legais quanto à criação de políticas ou programas de incentivo ou que trazem disposições sobre o aproveitamento de água de chuva ou a conservação e uso racional da água (COSTA *et al.*, 2021).

No Distrito Federal, a Lei nº 4.341, de 22 de junho de 2009, regulamentada pelo Decreto nº 30.681, de 12 de agosto de 2009, configura-se como incentivo indireto de implementação de SAAC, pois prevê um bônus-desconto de 20% (vinte por cento) sobre a economia realizada para todos os titulares de unidades consumidoras de água, seja residencial, comercial ou industrial, que reduzirem o consumo de água. Por esse dispositivo legal, a economia será calculada tomando por base o consumo de água registrado no mesmo mês do ano anterior.

O primeiro ato normativo expedido pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA) sobre aproveitamento de água da chuva e reúso de água cinza foi a Resolução ADASA nº 3, de 19 de março de 2019, que abordou apenas a dimensão residencial (ADASA, 2021). Como aperfeiçoamento normativo, a ADASA estabeleceu as diretrizes para o aproveitamento ou reúso de água não potável em edificações no Distrito Federal por meio da Resolução ADASA nº 5, de 9 de maio de 2022. Segundo a Resolução ADASA nº 5/2022, o aproveitamento de água não potável consiste no aproveitamento da água da chuva ou da água clara mediante o tratamento adequado desta água disponível e ainda não utilizada anteriormente. Com isso, a implantação e a gestão do aproveitamento de água da chuva ou clara e do reúso de água cinza ou residuária nas edificações do Distrito Federal incorre em demandas para Concessionária, que é a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

O presente trabalho apresenta uma proposta para analisar o impacto de políticas de incentivo à implantação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva em companhias de saneamento no contexto do Novo Marco Legal do Saneamento. O texto está estruturado em seis capítulos, sendo o capítulo um a presente introdução.

O capítulo dois apresenta os objetivos da serem alcançados com a pesquisa. Sendo que a revisão bibliográfica sobre o consumo de água, sistemas de aproveitamento de água de chuva, seus aspectos normativos e legislativos e as características das companhias de saneamento encontra-se no capítulo três.

O capítulo quatro contempla a metodologia, a qual apresenta o processo para avaliação dos impactos da implantação de SAAC na perspectiva das companhias de saneamento com a mensuração do potencial de aproveitamento de água de chuva na localidade de estudo,

seguida da seleção e computo da alteração de indicadores de desempenho econômico-financeiro e operacional da companhia de saneamento.

O capítulo cinco apresenta os resultados e discussões, avaliando o potencial de economia de água com a implementação de SAAC e os indicadores e aspectos econômico-financeiros.

Por fim, o capítulo seis apresenta as conclusões e recomendações.

2 - OBJETIVOS

2.1 - GERAL

Este trabalho tem por objetivo geral analisar o impacto de políticas de incentivo à implantação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva em companhias de saneamento no contexto do Novo Marco Legal do Saneamento.

2.2 - ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- Estruturar e aplicar procedimento para análise do potencial de aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas do Distrito Federal;
- Definir cenários de implementação de SAAC em uma Unidade Piloto no Distrito Federal (Região Administrativa de Brasília); e
- Desenvolver e aplicar análise custo benefício da adoção de SAAC na perspectiva da Companhia de Saneamento.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta revisão bibliográfica serão abordados os principais aspectos sobre o consumo de água e o aproveitamento de água de chuva, cobrança, incentivos, benefícios, pontos negativos, desafios e incentivos da implementação dos SAAC.

Além disso, serão abordados os aspectos normativos e legislativos dos SAAC.

3.1 - CONSUMO DE ÁGUA E O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Estudos indicam que o consumo de água doce aumentou seis vezes no último século e continua a avançar a uma taxa de 1% ao ano, fruto do crescimento populacional, do desenvolvimento econômico e das alterações nos padrões de consumo (DOLABELLA E LIMA, 2021). A qualidade da água diminuiu exponencialmente e o estresse hídrico, mensurado essencialmente pela disponibilidade em função do suprimento, já afeta mais de 2 bilhões de pessoas. Como agravante, a capacidade per capita do armazenamento de água em reservatórios construídos está diminuindo, uma vez que a expansão dos reservatórios não tem sido capaz de acompanhar o crescimento da população e também porque a capacidade de armazenamento de água dos atuais reservatórios está reduzindo, principalmente devido ao assoreamento (ONU, 2021).

A demanda por uso de água no Brasil é crescente, com aumento estimado de aproximadamente 80 % no total retirado de água nas últimas duas décadas. A previsão é de que, até 2030, a retirada aumente 23%. Sendo que, historicamente, esta previsão se configura a partir da evolução do desenvolvimento econômico e do processo de urbanização do país (ANA, 2020).

Neste contexto, a conservação da água, além de possibilitar menor consumo e poluição dos recursos hídricos, se destaca como uma importante ação capaz de proporcionar a disponibilidade de um mesmo volume de água tratada a uma maior população (SCALIZE *et al.*, 2020). Sendo possível elencar os seguintes benefícios da conservação de água:

- Redução dos gastos e uso de elementos químicos com o tratamento de água e de esgoto;
- Redução da quantidade de esgoto a ser tratado e de volumes lançados nos rios;
- Redução dos impactos ao meio ambiente e preservação dos recursos hídricos;
- Melhoria da qualidade das águas de rios, lagos e mananciais subterrâneos;
- Maior disponibilidade hídrica com relação a densidade populacional;
- Maior sustentabilidade das edificações, consciência ecológica e cidadania;
- Menor custo referente ao consumo de água potável; e
- Economia de energia elétrica gasta com instalações elevatórias.

A busca por alternativas para suprir o consumo de água devem considerar também os fatores que o influenciam. Neste contexto, o consumo de água pode ser potencialmente afetado por fatores, incluindo políticas de serviços públicos, por exemplo, tarifas e estrutura de propriedade, questões demográficas, por exemplo, população atendida, renda per capita, características do agregado familiar, condições meteorológicas e características da população (ROMANO *et al.*, 2016).

Romano *et al.* (2016) investigaram o consumo de água residencial nas principais cidades das províncias italianas, pelo menos 103 cidades, no período de 2007 e 2011 e confirmaram que o aumento das tarifas provocou uma redução significativa no consumo de água residencial. Nas características climáticas e geográficas, os dados demonstraram que apenas a altitude exerceu um efeito negativo significativo no consumo de água nas principais cidades italianas. Além disso, a população atendida tem um efeito positivo no consumo, ou seja, maiores cidades tinham uma maior demanda residencial por água. Neste estudo, a renda per capita, precipitação e temperatura não tiveram impacto na água consumida.

Os Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva (SAAC) se configuram como iniciativas de infraestrutura verde que estão ganhando importância em lidar com os problemas globais por água (MAQSOOM *et al.*, 2021; UN Water, 2011) e ajudaria a mitigar os efeitos das mudanças climáticas (KAHINDA *et al.*, 2010) em países desenvolvidos e em desenvolvimento (MORALES-PINZON *et al.*, 2015).

Vialle *et al.* (2015) consideram a substituição de água potável por água de chuva a partir de um ponto de vista ambiental. Nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) com prazo até o ano de 2030, o aproveitamento de águas pluviais se enquadra nos objetivos 6, 11 e 13 – Água Potável, Cidades e Comunidades Sustentáveis, e Ação Contra a Mudança Global do Clima, respectivamente. (DOLABELLA E LIMA, 2021).

A captação de águas pluviais e águas cinzas ajuda a aumentar a autossuficiência de cidades em termos de demanda de água (DIXON *et al.*, 1999; MORALES-PINZON *et al.*, 2015). Comparando os SAAC com o reúso de águas cinzas e a reciclagem de águas residuais, quanto ao custo e o risco de segurança, a captação de água da chuva foi considerada mais sustentável no contexto de Bangladesh (BASHAR *et al.*, 2018).

Stewart *et al.* (2019) alertam que, na Austrália, os SAAC são implementados em sistemas descentralizados como uma solução alternativa no preencher das lacunas entre oferta e demanda, no entanto, quase universalmente, esses sistemas têm sido recomendados e implementados sem uma compreensão adequada de sua viabilidade e do emprego adequado do uso das águas de chuva.

Para captação de água da chuva, a área de escoamento e suas propriedades são importantes para influenciar o tamanho e o material do tanque. Dependendo dos poluentes acumulados, o tratamento pode ser necessário, sendo fundamental para a saúde humana adequada e bem-estar (PRENNER *et al.*, 2021; MANGA *et al.*, 2021). Para prevenir contaminação com o uso de água da chuva e obter benefícios para a saúde, o fornecimento de a água para uso doméstico precisa ser sustentado (MAQSOOM *et al.*, 2021).

Após passar por um tratamento simplificado água da chuva pode ser utilizada em diversas aplicações que não necessitam de água potável. A norma brasileira NBR 15.527/2019 apresenta algumas possibilidades de aproveitamento da água da chuva, como descargas de bacias sanitárias, espelhos de água, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem carros, limpeza de calçadas, ruas e pátios e para alguns processos industriais.

Quanto à coleta de água da chuva para fins não potáveis, alguns autores como Ghisi (2006), Ghisi *et al.* (2012), Kammers (2007), Senger (2007), Coelho (2008) e Barreto (2008) realizaram estudos relacionados ao potencial de economia de água potável. Sendo

que o potencial de economia de água potável está intimamente relacionado aos usos finais da água. Assim, alguns pesquisadores têm desenvolvido pesquisas sobre os usos finais da água em edifícios residenciais (RIBEIRO, 2015; GHISI e FERERIRA, 2007; GHISI *et al.*, 2012; KAMMERS, 2007; COELHO, 2008; BARRETO, 2008; MARINOSKI, 2014; MEINCHEIN, 2015 e DALSENTER, 2016, escolas (MARINOSKI e GHISI, 2008; FASOLA *et al.*, 2011), hotéis (NASCIMENTO e SANT'ANA, 2014), edifícios de escritórios (PROENÇA e GHISI, 2010) e edifícios administrativos públicos (KAMMERS e GHISI, 2006). Os usos não potáveis médios, mínimos e máximos são mostrados na Figura 3.1.

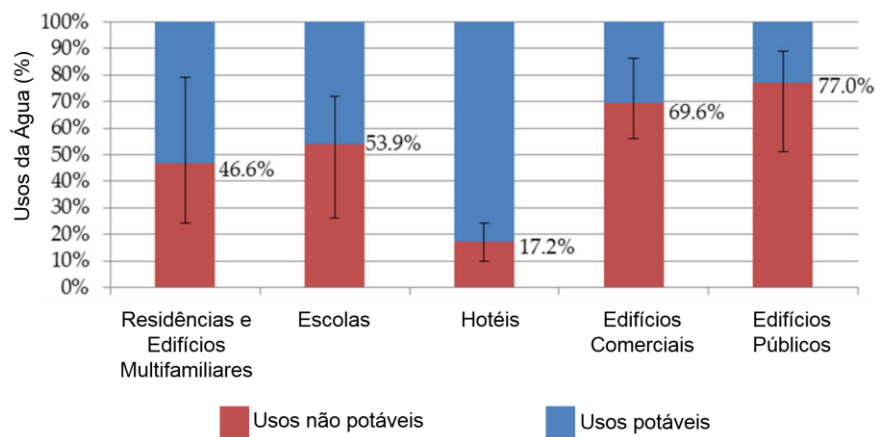


Figura 3.1 - Usos de água potável e não potável em diferentes tipos de edificações no Brasil. Teston *et al.* (2018).

Em edifícios, os esforços para a redução do consumo de água estão relacionados principalmente à funcionamento do edifício e o consumo de água para a construção de edifícios geralmente não é levado em consideração (BERTUZZI e GHISI, 2021).

O uso da água da chuva também pode ser aplicado em situações que demandam baixos volumes de água. Neste contexto, Fernandes *et al.* (2015) que projetou um sistema de captação de águas pluviais em uma estação de tratamento de resíduos instalação perto da cidade de Mirandela em Portugal. A água da chuva seria usada para lavar carros e outros equipamentos, limpar pisos de concreto e asfalto ao ar livre e irrigar áreas. Da mesma forma, Lima *et al.* (2011) mostraram que para instalações que demandam pequena quantidade de água, os sistemas de captação de água seriam eficientes mesmo que a capacidade do tanque não supra 100% da demanda, sendo que no caso estudados, a capacidade do tanque supriu 90% da demanda de água.

Conforme Lima *et al.* (2011), estudos realizados nas residências em países como Austrália, Alemanha, Estados Unidos e Japão indicam que a economia de água é usualmente superior a 30%, dependendo de diversos fatores como demanda, área de telhado e precipitação.

Mehrabadi *et al.* (2013) demonstraram que pelo menos 75% da demanda de água não potável pode ser satisfeita em edifícios típicos por quase 70% do tempo armazenando a água da chuva. Tais resultados se referem ao quantitativo de consumo de água não potável, que é apenas uma parcela do consumo total das unidades avaliadas. Percebe-se que esses valores seriam mais modestos caso o sistema estivesse sendo avaliado.

Bashar *et al.* (2018) estudaram a confiabilidades e benefícios econômicos dos sistemas RWH para seis grandes cidades (Dhaka, Chittagong, Rajshahi, Khulna, Sylhet e Barishal) de Bangladesh usando um modelo de balanço hídrico diário. Os parâmetros de confiabilidade foram calculados com base em um cenário de edifício residencial de seis andares com 50 habitantes e área de cobertura de 200 m². Os resultados indicam que as regiões de Sylhet e Chittagong têm alto potencial de captação de água da chuva, onde um máximo confiabilidade de 30-40% pode ser alcançada. Os resultados também revelam que aproximadamente 500–800 m³ de água podem ser economizados a cada ano se um sistema de captação de água da chuva for usado em combinação com o abastecimento de água da cidade. Este estudo também comprova que os atuais tamanhos de tanques subterrâneos nessas cidades são suficientes para aliviar significativamente as inundações urbanas/alagamentos. A análise do período de retorno indica que os custos associados à instalação e manutenção dos SAAC podem ser equacionados dentro de 2 a 6 anos, dependendo das condições topográficas e climáticas.

Vários trabalhos mostram a diversidade de desempenho dos sistemas de captação de águas de chuva para diferentes características climáticas e de demanda desses sistemas. O potencial de aproveitamento varia bastante. Petit-Boix *et al.* (2018) indicam que cidades com alta densidade podem se beneficiar mais com a coleta de água de chuva do que cidades extensas. Ghisi *et al.* (2007, 2009) investigaram a água potencial de economia dos sistemas de captação de água da chuva no Brasil e descobriu que o potencial médio para a economia de água potável pode ser de 12 a 79% ao ano para as cidades analisadas. Muthukumarán *et al.* (2011) descobriram que o uso de água da chuva dentro de uma casa na região de Victoria, na Austrália, pode economizar até 40% do uso de água potável.

Por outro lado, se a superfície de captação for menor do que o necessário, a estrutura do SAAC não produzirá resultados desejáveis devido aos requisitos para tamanhos de tanques maiores (MAQSOOM *et al.*, 2021).

Para avaliação da viabilidade de SAAC, é fundamental conhecer para qual patamar de demanda o sistema será projetado e operado. Em geral, os SAAC são pensados para atender demandas não potáveis dada a maior facilidade de tratamento simplificado. E como o desempenho dos SAAC depende bastante da demanda direcionada a esse sistema, alguns estudos investigaram o padrão de consumo de água em seus diversos usos dentro da categoria de uso doméstico. Sant’Ana (2011) mensurou o padrão médio de consumo final de água doméstica para o Distrito Federal em sua forma mais simples, incluindo água potável, máquina de lavar, descarga de bacias sanitárias e uso externo, conforme demonstrado na Figura 3.2.

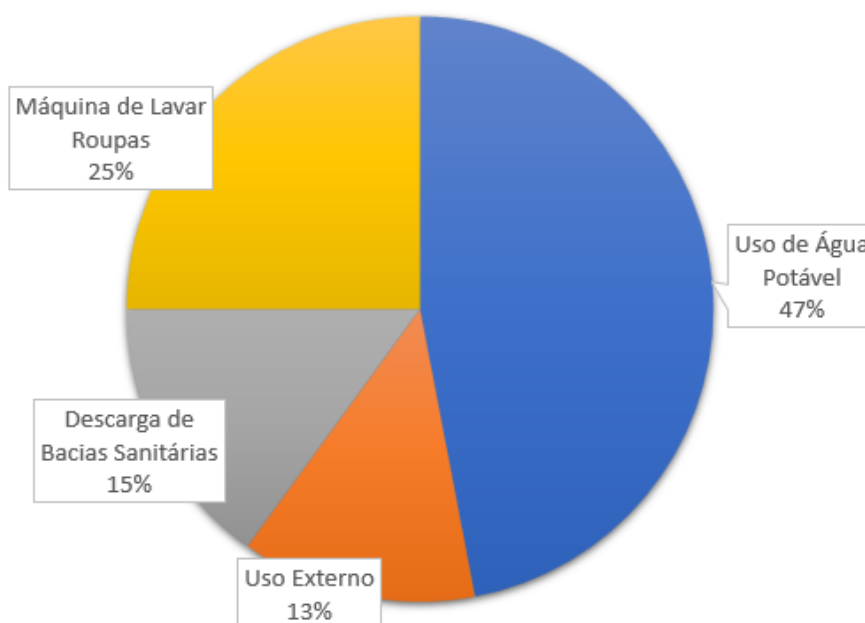


Figura 3.2 - Padrão médio de consumo final de água nas residências do Distrito Federal.
Fonte: Sant’Ana (2011)

Sant’Ana (2017b) avaliaram os usos finais de consumo interno residenciais no Distrito Federal e chegaram a valores de consumo médio total de 182 l/p/d, em geral, os usos de água em chuveiros (20,6%), máquinas de lavar roupas (17,2%), descargas sanitárias (16,8%) e torneiras de cozinha (16,6%) apresentaram as maiores taxas de consumo per

capita, enquanto que filtros de água (1,4%), duchas higiênicas/bidês (1,4%) e máquinas de lavar louças (1,5%) tiveram as menores taxas de consumo diário por pessoa (Figura 3.3).

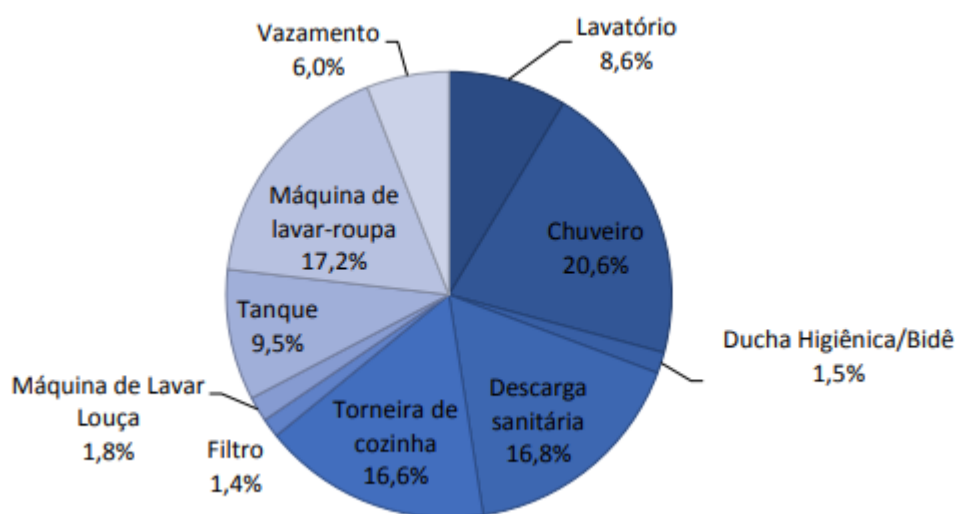


Figura 3.3 - Usos finais de consumo interno de água em residências no Distrito Federal. Sant'Ana (2011).

Os SAAC também estão dentro das comunidades rurais onde a disponibilidade de água de superficial é baixa durante certas estações ou a distribuição centralizada de água não é viável (STEWART *et al.*, 2019). Em tais locais, os tanques de armazenamento água de chuva tendem a ser construídos com placas de cimento e com capacidade de 16 m³, suficiente para abastecer uma família por seis a oito meses. Geralmente, a construção é feita por um proprietário com seus vizinhos, o que pode gerar uma interação colaborativa para o crescimento social e econômico da comunidade (WARD *et al.*, 2019). No caso do Brasil, os incentivos para SAAC citados anteriormente para as regiões rurais foram aplicados na região semiárida, intitulado como “Programa Um milhão de Cisternas do Governo Federal” (ASA, 2022).

Para Sant'Ana (2017a), se realizado em larga escala, o aproveitamento de águas pluviais ou o reúso de águas cinzas em edificações podem ser capazes de promover reduções significativas na demanda urbana de água e, conseqüentemente, nas despesas de exploração de recursos hídricos. Em outras palavras, as economias geradas pelas reduções na demanda de água podem servir de subsídio para políticas tarifárias voltadas à conservação de água.

3.2 - MOTIVAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DOS SAAC

Os Franceses despertaram interesse no uso da água da chuva captada em telhados tendo como principal objetivo evitar o uso de água potável (VIALLE *et al.*, 2015).

Em 2006, a Associação do Reino Unido de Coleta de Água de Chuva afirma que 4000 SAAC eram instalados por ano no Reino Unido, o qual tinham 100.000 SAAC já existentes para descarga sanitária, irrigação de jardim (UK RAINWATER ASSOCIATION, 2006).

Ward *et al.* (2019) indicam a adesão a fontes alternativas de água para complementação de sistemas centralizados de abastecimento de água e drenagem são consequência das pressões populacionais, dos impactos das mudanças climáticas e da crescente urbanização.

Karim *et al.* (2015) realizaram estudos para a cidade de Dhaka e indicaram que os SAAC se tornam economicamente benéficos se a vida útil exceder 15 anos em condições climáticas úmidas e médias. Estudos semelhantes de Coombes *et al.* (2003) indicaram que para um edifício individual em Sydney com uma área de telhado de 150 m² e um tamanho de tanque de 1–5 m³ pode facilitar em 10–58% de economia de água, que depende do número de habitantes do edifício.

Conforme levantamento realizado por Preeti e Rahman (2021), vários estudos foram realizados para avaliar os benefícios e a resposta da implementação de SAAC à crescente demanda de água em todo o mundo, tais como Bashar *et al.* (2018), Hafizi *et al.* (2018), Jing *et al.* (2017), Shokati *et al.* (2020), Ali *et al.* (2020), Dallman *et al.* (2021).

Com relação aos benefícios dos SAAC os principais são:

- podem ser instalados de forma flexível em novas edificações ou já existentes (Zhe Li *et al.*, 2010);
- a água da chuva captada é uma fonte de água gratuita no uso de água não potável, sendo produzida próxima a captação (VIALLE *et al.*, 2015; STEWART *et al.*, 2019), reduzindo a possibilidade de contaminação no consumo e nos custos de funcionamento do abastecimento público (Zhe Li *et al.*, 2010);

- reduz o estresse hídrico e a poluição da água de mananciais superficiais por meio da redução do escoamento de águas pluviais. (NC COOPERATIVE EXTENSION, 2022; STEWART *et al.*, 2019; PRENNER *et al.*, 2021);
- o custo de operação e manutenção é geralmente baixo, uma vez que o tratamento simples de água de baixo custo é suficiente, pois as propriedades físicas, químicas e biológicas são bastante aceitáveis, se a água coletada for para fins não potáveis (Zhe Li *et al.*, 2010);
- reduzir os volumes de pico de águas pluviais (STEWART *et al.*, 2019) e os riscos de inundação (TAKAGI *et al.*, 2018; DIJK *et al.*, 2020);
- tem o potencial de reduzir as contas de água (FARRENEY *et al.*, 2011; NC COOPERATIVE EXTENSION, 2022; STEWART *et al.*, 2019);
- ajuda na conservação da água, prevenir inundações causadas pela permeabilidade do solo, aumenta os níveis de água subterrâneas, reforçando a segurança hídrica (NC COOPERATIVE EXTENSION, 2022; STEWART *et al.*, 2019; MAQSOOM *et al.*, 2021);
- é vista como uma estratégia adaptativa para lidar com a redução da disponibilidade de água devido às mudanças climáticas (VIALLE *et al.*, 2015);
- pode adiar a necessidade de atualização de infraestrutura centralizada de distribuição de água (STEWART *et al.*, 2019);
- redução dos impactos ambientais e dos efeitos na saúde (PRENNER *et al.*, 2021);
- promove o uso sustentável da água;
- pode contribuir para melhorar a imagem das Companhias de Saneamento por adotarem estratégias sustentáveis, demonstrando preocupação com a redução do impacto no meio ambiente (BERTUZZI E GHISI, 2021).

Entretanto, os SAAC podem não ser uma alternativa de menor custo e devem ser dimensionados e instalados cuidadosamente para garantir eficiência, quando comparados a alternativas com custo unitário semelhante e citaram como exemplo a dessalinização, que geralmente tem gerenciamento centralizado (STEWART *et al.*, 2019)

Para viabilizar o uso de água de chuva nas edificações, Ward *et al.* (2019) indicam que os novos sistemas estão sendo desenvolvidos, entretanto a inovação exige primeiramente

incentivos financeiros para implantação dos SAAC, bem como modelos de negócios desenvolvidos nas Companhias de Saneamento.

Um contra-argumento sobre a cobrança é que, embora as companhias de saneamento possam tratar a mesma quantidade de efluentes com uma receita menor, elas podem receber outros benefícios financeiros que podem gerar novas oportunidades de negócio para a companhia como a expansão de área atendida, a venda do volume economizado para consumo em faixa de tarifa mais elevada e postergar novos investimentos para expansão de rede. Além disso, menos água bruta pode precisar ser captada, tratada e distribuída, o que poderia resultar em reduções de custos operacionais e de despesas de capital da companhia de saneamento, embora o nível exato de tais ganhos varie dependendo da área de atuação da companhia, devido a variações de tarifas e custos operacionais relativos à topografia, pois pode haver influência nos custos de energia de bombeamento e outros parâmetros (PREETI E RAHMAN, 2021).

O benefício econômico da instalação do SAAC ainda é motivo de preocupação entre os especialistas, sendo que a viabilidade econômica varia significativamente para cada região, sendo altamente dependente da tarifa de água cobrada pela companhia de saneamento local, a pluviosidade e o dimensionamento adequado dos tanques de águas de chuva (BERTUZZI E GHISI, 2021).

Neste contexto, como exemplo, sabendo que os SAAC podem ajudar a diminuir a carga sobre os sistemas de abastecimento de água e que as projeções demográficas indicam que a população do Texas pode dobrar em menos de 50 anos e prolongados períodos de secas podem acentuar a lacuna entre oferta e demanda, o estado do Texas está investindo em iniciativas de conservação de recursos hídricos, sendo que os SAAC são uma das estratégias que vem sendo adotada pelos consumidores e promovido pelas concessionárias de água, gerando um mercado substancial para esses tipos de sistema (TWDB, 2012).

Para Bangladesh, Bashar *et al.* (2018) estudaram seis cidades e concluíram que, embora a eficiência encontrada não seja muito maior em comparação com a demanda de água, as companhias de saneamento de Bangladesh devem considerar os potenciais de captação de água da chuva para compensar parcialmente a demanda de água nessas cidades. Sendo que

o poder público deve adotar iniciativas para conscientizar a população sobre os benefícios da conservação da água com a implementação dos SAAC.

Bashar *et al.* (2018) adotaram uma técnica de análise de decisão multicritério baseada no Processo Analítico Hierárquico (AHP), que revelou que se os SAAC fornecem até 20 litros/pessoa/dia durante todo o ano. Esse potencial economia de água foi convertida em economia monetária multiplicando o preço unitário da água com a unidade de volume de água economizada. O preço da água foi considerado como Bangladesh Taka (BDT) 12,0 por m³, de acordo com o preço da água DWASA de 2015.

Campisano e Lupia (2017) destacaram a importância e a influência das políticas e regulamentações governamentais, indicando a necessidade de mais pesquisa sobre como o apoio institucional e sociopolítico podendo ser direcionado para melhorar a eficácia dos SAAC e a aceitação da população. Afirmaram também que, em geral, a viabilidade financeira de um SAAC depende do custo de capital, demanda de água da chuva e o preço da água distribuída.

Para Prenner *et al.* (2021), a mudança de infraestrutura cinza para verde usando soluções baseadas na natureza (NbS) para enfrentar os desafios urbanos do século XXI está em curso. Sendo que os SAAC se configuram como iniciativas de infraestrutura verde que estão ganhando importância em lidar com os problemas globais da água, incluindo a redução dos impactos ambientais e dos efeitos na saúde, menor escoamento de água da chuva e viabilidade econômica (ROSTAD *et al.*, 2016).

Maqsoom *et al.* (2021) estudaram os relatórios de gestão de empreendimentos sustentáveis que os SAAC se configuram como estruturas de controle do escoamento da água da chuva. Neste caso, os projetistas avaliam os meses com demanda máxima de água e baixa oferta.

Um estudo realizado por Ghisi e Schondermark (2013) sobre SAAC em residências no estado de Santa Catarina mostrou que os benefícios econômicos desses sistemas dependem da demanda de água, ou seja, embora houvesse benefícios ambientais devido à instalação de SAAC em todas as casas, só haveria viabilidade econômica naquelas com maior demanda hídrica ou maior número de ocupantes.

Como ponto negativo dos SAAC, pesquisas já destacaram um aumento do consumo de energia devido à necessidade de bombas. Além disso, pode haver problemas de higiene com a água da chuva coletada (VIALLE *et al.*, 2015).

A Tabela 3.1 resume as consequências técnicas da utilização em larga escala de SAAC (DOLABELLA E LIMA, 2021).

Tabela 3.1 - consequências técnicas da utilização em larga escala de SAAC. Fonte: Dolabella e Lima (2021).

Vertente	Eventos	Possíveis Consequências
Financeira	Custos do serviço	<ul style="list-style-type: none"> • Não contabilização na cobrança dos serviços de águas residuais; • Redução dos custos com material em função da diminuição do diâmetro das tubulações; • Redução dos custos de captação de água para produção de água para consumo humano; • Redução do volume de água tratada para consumo humano em ETA, correspondente a uma redução de custos; • Redução dos custos com transporte de água para consumo humano;
Ambiental	Ciclo da água	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da recarga dos aquíferos; • Menores consequências em razão de chuvas intensas, especialmente em áreas urbanas altamente impermeabilizadas;
	Alteração de pressão nos nós e nas tubulações	<ul style="list-style-type: none"> • Descumprimento dos valores regulamentares de pressão na rede; • Rompimento de tubulações; • Danos nos aparelhos hidráulicos (válvulas, hidrômetros, etc.);
Técnica	Alterações na velocidade da água na rede	<ul style="list-style-type: none"> • Descumprimento dos valores regulamentares de velocidade na rede; • Aumento do tempo de vida da água na rede; • Alterações da qualidade da água – diminuição do CRL; • Sedimentação de partículas e formação de biofilmes no interior das tubulações;
	Alteração da concentração de CRL	<ul style="list-style-type: none"> • Incumprimento dos valores regulamentares de CRL na rede; • Alteração das características organoléticas; • Presença de contaminantes na água; • Redução da segurança em relação à qualidade da água;
Concentração de cloro residual livre (CRL)		

Ward *et al.* (2019) citam os principais obstáculos sociais e técnicos a serem superados para maior emprego de SAAC em residências no Reino Unido:

- Pouca disponibilidade de sistemas adequados para residências disponíveis no mercado;
- Falta de incentivo a adoção de inovações em SAAC nas edificações;
- Preocupações com a saúde e segurança da água de chuva coletada e reservada.

Para Bashar *et al.* (2018), a população se demonstra resistente em adotar os SAAC devido à falta de informação de viabilidade econômica.

No Brasil, por exemplo, existem normatizações impondo a obrigação de incluir SAAC em todos os novos projetos de construção e outras que apenas impõem SAAC se a área do telhado exceder um determinado tamanho. Porém, as obrigações de implementação de SAAC sofrem resistência das Companhias de Saneamento devido às perdas de receita (WARD *et al.*, 2014).

Ward *et al.* (2019) indicam que os novos SAAC estão sendo desenvolvidos para viabilizar o uso de água de chuva nas edificações, entretanto a inovação exige primeiramente incentivos nas áreas financeiras e na cobrança de SAAC, bem como modelos de negócios das Companhias de Saneamento.

Abas e Mahlia (2019) indicaram que a transferência de subsídio de água em desconto é uma faca de dois gumes, ou seja, reduzindo o custo de capital do SAAC, tornando o SAAC mais acessível, ao mesmo tempo aumentando o preço da água para tornar o SAAC mais competitivo. Com isso, demonstraram que a duplicação do preço atual da água para \$ 0,88/m³ e proporcionando um desconto de cerca de 45% do custo de capital são capazes de tornar o mercado de SAAC competitivo em Brunei. Portanto, para o caso analisado em Preeti e Rahman (2021) foi verificada a importância do custo da água para a viabilidade dos SAAC.

No que diz respeito à cobrança pela água da chuva captada, a Comissão de Pesquisa da Água, WRC (2012) investigou as implicações para as Companhias de Saneamento na Inglaterra e no País de Gales em relação às perdas de receita, para contabilizar potenciais

aumentos futuros na utilização de água da chuva captada por clientes residenciais. Neste contexto, as opções para conciliar o impacto na cobrança para manter a receita das Companhias de Saneamento incluem (WARD et al., 2019):

- Desenvolvimento de regimes de medição inovadores para facilitar a submedição e a cobrança por serviços de SAAC e outros sistemas alternativos de água, como sistemas de reúso de águas cinzas;
- Desenvolvimento de estruturas inovadoras de cobrança ou tarifa para implementação onde os SAAC são predominantes, ou seja, ajustar a regra de 95% para um percentual/proporção de consumo de água;
- Desenvolvimento de um modelo de cobrança de serviço de manutenção do SAAC que incorpore um elemento de custo fixo para cobrir uma parte da receita perdida. Esse serviço também pode garantir que os sistemas sejam mantidos adequadamente e, portanto, reduzir potencialmente as preocupações com a saúde e a segurança.

Em equilíbrio, Walker (2009) reconhece que cobranças excessivas poderiam potencialmente desencorajar o uso apropriado de SAAC, não sendo atualmente aceitáveis e devendo ser evitada. No entanto, se os SAAC expandem rapidamente, isso provavelmente seria revisto para ajustar as taxas de esgoto para contabilizar déficits de receita da Companhia de Abastecimento e de equilíbrio entre usos de SAAC e a receita manutenção. Entretanto, estima-se que tal revisão seja improvável de ocorrer dentro nos próximos 50 anos, com base na visão do regulador financeiro de água na Inglaterra e País de Gales (WRc, 2012).

Para o Brasil faltam estudos que investiguem os impactos para as Companhias de Saneamento, mas tem normas que estimulam a implementação de SAAC.

3.3 - DESAFIOS E INCENTIVOS DA IMPLEMENTAÇÃO DOS SAAC

Como desafios, a implementação de SAAC no Brasil depende de trabalhar melhor os seguintes aspectos (WARD et al., 2014):

- Melhorar a estimativa de esgoto gerado em propriedades que utilizam SAAC, para reduzir a rejeição de SAAC pelas Companhias de Saneamento;

- Desenvolver a compreensão dos profissionais e projetistas de que os SAAC não pode ser implementado apenas como medida de controle de escoamento superficial de água, mas que com projetos de tanques com um tamanho mais adequado e capazes de atender duplas funcionalidades de abastecimento de água e águas pluviais atenuação;
- Melhorias e mudanças técnicas, regulatórias, financeiras e culturais voltadas para SAAC;
- Conscientização e a educação são vitais, porque ensinam os tomadores de decisão e consumidores a reconhecer que eles têm o poder de tornar os sistemas de abastecimento de água mais sustentáveis a longo prazo e que os SAAC podem ajudar a atingir esse objetivo.

Desde 2008, um novo decreto autoriza a utilização de águas pluviais no interior dos edifícios na França (VIALLE *et al.*, 2015).

No Texas, desde 2007, o Prêmio “Texas Rain Catcher Award Winners” é um programa de competição e reconhecimento projetado para promover os SAAC no Texas. A competição anual premia as instalações do SAAC em três categorias: residencial, comercial/industrial e educacional/governamental. Os projetos são julgados usando os seguintes critérios:

- Demonstração de como o SAAC ajudou a conservar as águas superficiais e/ou subterrâneas e reduzir a dependência de sistemas convencionais de abastecimento de água;
- Benefícios gerais para o meio ambiente, incluindo a redução do escoamento gerações;
- Demonstração de quanto recurso financeiro foi economizado;
- Originalidade e inovação; e
- A singularidade do sistema.

Para lidar com a grave escassez de água nas principais cidades de Bangladesh, o governo tornou obrigatória a instalação de SAAC em todos os novos edifícios previstos para serem construídos em lotes acima de 300 m² devem contemplar SAAC. Esta previsão foi

incorporada em 2014 no Código Nacional de Construção de Bangladesh (BNBC) (BASHAR *et al.*, 2018).

3.4 - ASPECTOS NORMATIVOS E LEGISLATIVOS DOS SAAC

No Reino Unido, os sistemas de aproveitamento de água de chuva têm sido estimulados por meio da adesão voluntária às orientações para edifícios sustentáveis voltadas para novas construções. Os padrões britânicos são dispostos em manuais como BS 8515:2009 para SAAC, BS 8525:2012 para águas cinzas e BS 8595:2013 sobre seleção de sistemas de reuso de água (WARD *et al.*, 2019).

No Brasil, o mercado de SAAC está sendo impulsionado por sua forte influência social e apelo ambiental em áreas rurais e urbanas, principalmente onde os fornecimentos principais de água são inexistentes, não confiáveis ou intermitentes. Sendo que em muitas cidades têm iniciativas em vigor com e para a criação de legislação para SAAC (CAMPISANO E LUPIA, 2017; WARD *et al.*, 2019).

Existem diferentes tipos de legislação para SAAC, alguns impõem a obrigação de incluir SAAC em todos os novos projetos de construção, outros apenas impõem tal exigência em projetos de construção com uma área de telhado acima de um valor específico. Muitas vezes, essa legislação é desenvolvida em conjunto com instrumentos para o consumo racional de água, como medição, eficiência hídrica e redução da perda de água por vazamento (WARD *et al.*, 2019).

A legislação brasileira prevê inicialmente em seu Código de Águas, Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934, que as águas pluviais pertencem ao dono da edificação onde elas caem diretamente, podendo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em sentido contrário. Ainda em seu Artigo 108, apresenta informações relevantes sobre a possibilidade de captar as águas de chuva, mas indica que os reservatórios para o aproveitamento carecem de licença da administração pública.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, entretanto, não havia em seus objetivos ações voltadas ao aproveitamento de águas pluviais. Com a Lei Federal nº 13.501, de 30 de outubro de 2017, houve alteração

do Artigo 2º da PNRH para incluir o incentivo, a promoção da captação, a preservação e aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos.

Existem diversos projetos de lei no Congresso Nacional relacionados ao aproveitamento de água de chuva, sendo importante destacar o Projeto de Lei nº 7.818/2014, que prevê o estabelecimento da Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção.

Como avanço mais recente quanto ao aproveitamento de água de chuva, tem-se o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (NMLSB), Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que apresenta distinção de tratamento normativo em relação às águas pluviais, destinada aos assuntos relacionados a drenagem pluvial, e água de chuva, destinada ao seu aproveitamento.

Com o NMLSB, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que estabeleceu a Política Nacional de Saneamento Básico abraça expressamente como principal fundamental de sustentação dos serviços de saneamento básico, dentre outros, o estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento ao aproveitamento de águas de chuva.

Além disso, o NMLSB prevê que os contratos relativos à prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão conter, expressamente, sob pena de nulidade, as cláusulas essenciais previstas no Artigo 23 da Lei nº 8.987 (regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos), de 13 de fevereiro de 1995, além das seguintes disposições: I - metas de eficiência e de uso racional da água, e do aproveitamento de águas de chuva, em conformidade com os serviços a serem prestados.

O Artigo 45 da Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece que as edificações permanentes urbanas serão conectadas às redes públicas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário disponíveis e sujeitas ao pagamento de taxas, tarifas e outros preços públicos decorrentes da disponibilização e da manutenção da infraestrutura e do uso desses serviços.

Ainda com o Novo Marco do Saneamento, o Parágrafo 5º do referido Artigo 45 não isenta o usuário da obrigação de conectar-se à rede pública de esgotamento sanitário, e o descumprimento dessa obrigação sujeita o usuário ao pagamento de multa e demais

sanções previstas na legislação, ressalvados os casos de reúso e de captação de água de chuva, nos termos do regulamento.

O inciso XII do Artigo 48 da Política Nacional de Saneamento Básico que instituiu as diretrizes nas quais a União definirá sua política de saneamento básico, destaca dentre outros elementos, o estímulo à racionalização do consumo de água pelos usuários e fomento à ao aproveitamento de águas de chuva, em conformidade com as demais normas ambientais e de saúde pública.

As alterações e inclusões presentes da NMLSB apresentam indicativos de ajuste normativo nas outras esferas de governo, bem como na formulação de regulamento específico para reúso e captação de água de chuva, principalmente nos aspectos relacionados ao abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Ainda em âmbito nacional, o Plano Nacional de Recursos Hídricos 2016-2020 é o instrumento que regulamenta e orienta os investimentos e ações relacionados à gestão de recursos hídricos no país. Nesse plano, os programas de gestão de recursos hídricos foram detalhados com metas até 2020, prorrogadas até 31 de dezembro de 2021 em Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 216, de 11 de setembro de 2020.

Em relação às águas pluviais, o Plano Nacional de Recursos Hídricos cita apenas o programa “Um Milhão de Cisternas”, que foi desenvolvido pelo governo federal em 2001 para dar acesso à água às famílias do semiárido, incentivando a construção de cisternas especialmente em áreas rurais.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos também menciona que o uso da água da chuva para redução de demanda de água potável deve ser intensificado, embora não tenham sido citadas quaisquer metas ou programas para promover tais ações.

Espera-se que dentro do contexto do NMLSB e diante das recentes crises hídricas vivenciadas em grandes centros urbanos do Brasil (São Paulo, Distrito Federal, Fortaleza) entre 2014 e 2017, o próximo Plano Nacional de Recursos Hídricos apresentará metas ou programas visando ao incentivo do aproveitamento de águas de chuva, tendo em vista a

segurança hídrica especialmente de grandes centros urbanos no Brasil. que apresentem viabilidade de regime de chuva que favoreça a implementação de SAAC.

Em âmbito estadual, o Brasil apresenta dezessete Estados e o Distrito Federal que estabeleceram Política ou Programa prevendo incentivo ou disposições ao aproveitamento de água de chuva ou conservação e uso racional da água, conforme Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Políticas, programas ou disposições estaduais sobre Aproveitamento de Águas de Chuva. Fonte: Costa *et al.* (2021)

Estado	Legislação
Alagoas	Lei nº 7.590/2014 - Institui o Programa de Conservação e Uso da Água nas Edificações Públicas e Privadas.
Amazonas	Lei nº 4.570/2018 - Dispõe sobre a obrigatoriedade de os imóveis, com 300 m ² ou mais de área construída, instalarem cisterna para captação de água das chuvas no âmbito do Estado do Amazonas.
Bahia	Lei nº 13.581/2016 - Dispõe sobre a instalação de um sistema de reaproveitamento da água da chuva nas unidades habitacionais construídas pelo Governo do Estado da Bahia.
Ceará	Lei nº 16.033/2016 - Dispõe sobre a Política de Reúso de Água Não Potável.
Distrito Federal	Lei nº 6.065/2018 - Institui a Política de Incentivo ao Reaproveitamento da Água da Chuva no Distrito Federal.
Espírito Santo	Lei nº 9.439/2010 - Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-jatos, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras de veículos instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos.
Espírito Santo	Lei nº 10.624/2017 - Obriga a instalação de sistema e de equipamentos para captação, tratamento e armazenamento de água da chuva em postos de serviços e abastecimento de veículos e assemelhados no Estado.
Goiás	Lei nº 20.252/2018 - Altera a Lei nº 16.209, de 17 de março de 2008, que dispõe sobre a captação e a reserva de água pluvial nos prédios construídos pelo Poder Público Estadual.
Maranhão	Lei nº 10.200/2015 - Dispõe sobre a Política Estadual de Gestão e Manejo Integrado de Águas Urbanas.
Maranhão	Lei nº 10.309/2015 - Estabelece Diretrizes para Programa Estadual de Conscientização, Conservação e Uso Racional da Água.
Mato Grosso	Lei nº 10.799/2019 - Dispõe sobre a instalação de sistemas de conservação e uso racional da água nos edifícios públicos do Estado de Mato Grosso.
Mato Grosso do Sul	Lei Complementar nº 353/2019 - Altera, suprime e acrescenta dispositivos da Lei Complementar nº 153, de 20 de janeiro de 2010, que autoriza o poder executivo a criar o programa "Imposto Ecológico".
Paraíba	Lei nº 9.130/2010 - Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba.

Tabela 3.2 - Políticas, programas ou disposições estaduais sobre Aproveitamento de Águas de Chuva. Fonte: Costa *et al.* (2021) (Continuação).

Estado	Legislação
Paraíba	Lei nº 10.565/2015 - Dispõe sobre a instalação de sistema de captação e armazenamento das águas da chuva, com o intuito de serem usadas na finalidade industrial, em todas as indústrias já existentes e nas que virão a ser instaladas no Estado da Paraíba.
Pernambuco	Lei nº 14.572/2011 - Estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco.
Pernambuco	Lei nº 15.630/2015 - Torna obrigatória a instalação de sistema de captação de água de chuva para tratamento e reutilização da água empregada na lavagem de veículos pelos estabelecimentos comerciais que prestem este serviço.
Piauí	Lei nº 6.280/2012 - Cria o Programa de Captação da Água da Chuva.
São Paulo	Lei nº 12.526 - Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais.
Paraná	Lei nº 18.730/2016 - Dispõe sobre a Obrigatoriedade de Instalação de Cisternas em Todos os Estabelecimentos de Lava-rápidos, postos de combustíveis, clubes, comércios, indústrias e empresas de ônibus urbanos intermunicipais e interestaduais a instalarem cisternas para fins de captação e utilização da água da chuva na lavagem de veículos.
Rio de Janeiro	Lei nº 4.393/2004 - Dispõe sobre a Obrigatoriedade das Empresas Projetistas e de Construção Civil a Prover os Imóveis Residenciais e Comerciais de Dispositivo para Captação de Águas da Chuva.
Rio de Janeiro	Lei nº 6.034/2011 - Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lavarápidos, transportadoras e empresas de ônibus urbanos intermunicipais e interestaduais, localizados no Estado do Rio de Janeiro, instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos.
Rio de Janeiro	Lei nº 9.164/2020 - Regulamenta os procedimentos para armazenamento e retardo de água de chuva em perímetros urbanos para aproveitamento e postergação de sua descarga na rede pública, além da acumulação de água cinza clara para seu tratamento e uso em fins cuja água não necessite ter caráter potável consoante as normas técnicas e dá outras providências e revoga a Lei nº 7.463, de 18 de outubro de 2016.
Rio de Janeiro	Decreto nº 47.403/2020 - Dispõe sobre a Política de Reúso de Água para Fins Não Potáveis no Âmbito do Rio de Janeiro.
Tocantins	Lei nº 3.261/2017 - Estabelece a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção.

A Figura 3.4 demonstra a quantidade de municípios por Estado com legislação relacionada a sistema de aproveitamento de águas de chuva e a Figura 3.5 apresenta os estados com política ou programa de SAAC.



Figura 3.4 - Quantidade de normas municipais relacionadas a sistemas de aproveitamento de águas de chuva no Brasil. Fonte: Costa *et al.* (2021)

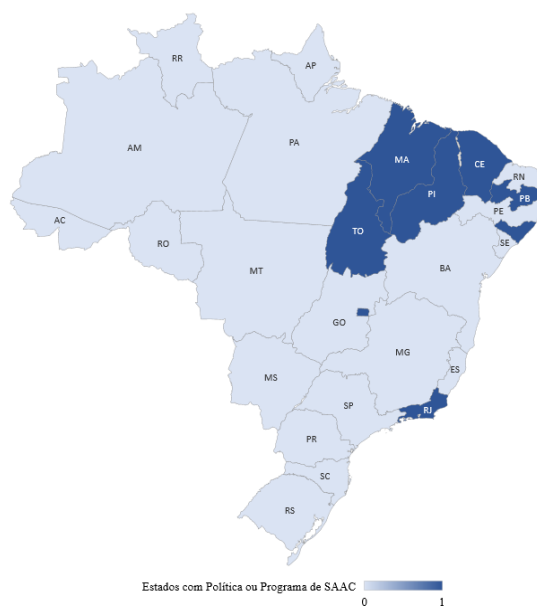


Figura 3.5 - Estados brasileiros com política ou programa de sistemas de aproveitamento de águas de chuva. Fonte: Costa *et al.* (2021)

Em âmbito municipal, setenta e três municípios e no Distrito Federal têm normas com previsão de captação de água de chuva, sendo que algumas dessas legislações apresentam previsão de incentivo, assim como desconto no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e outras inclusive apresentam obrigatoriedade na implementação de sistemas de aproveitamento de águas de chuva, conforme Tabela 3.3. As legislações municipais sobre aproveitamento de águas de chuva existentes abarcam 1,29 % dos municípios brasileiros e devem aumentar devido as mudanças recentes na legislação nacional.

Tabela 3.3 – Legislação em âmbito municipal e distrital relacionada a sistemas de aproveitamento de água de chuva. Fonte: Costa *et al.* (2021)

Município	Legislação	Incentiva SAAC	Incentivo IPTU	Caráter Obrigatório
Manaus/AM	Lei nº 1.192/ 2007	X		X**
Salvador/BA	Lei nº 8.474/ 2013	X	X	
Salvador/BA	Decreto nº 29.100/ 2017		X	
Feira de Santana/BA	Lei nº 3506/2014	X	X	
Distrito Federal	Lei nº 6.065/ 2018	X		
Distrito Federal	Lei nº 5.965/ 2017	X	X	
Vitória/ ES	Lei nº 7.079/ 2007			
Goânia/ GO	Lei nº 9.511/ 2014			
São Luiz/MA	Lei nº 6.317/2017	X		X**
Belo Horizonte/ MG	Lei nº 8.260/ 2001			
Belo Horizonte/ MG	Lei nº 294/ 2010			X**
Belo Horizonte/ MG	Lei nº 11.284/ 2021	X		
Montes Claros/ MG	Lei nº 5.100/ 2018			X***
Betim/MG	Lei nº 4.7069/ 2008	X		

Tabela 3.3 – Legislação em âmbito municipal e distrital relacionada a sistemas de aproveitamento de água de chuva. Fonte: Costa *et al.* (2021) (Continuação).

Município	Legislação	Incentiva SAAC	Incentivo IPTU	Caráter Obrigatório
Nova Lima/MG	Lei nº 2.694/ 2019			X**
Campo Grande/MS	Lei Complementar nº 398/ 2020			X***
João Pessoa/ PB	Lei nº 12.515/ 2013	X		
Recife/ PE	Lei nº 18.112/ 2015			X**
Recife/ PE	Lei nº 17.606/ 2010			X***
Garanhuns/PE	Lei nº 4.719/2020		X	
Teresina/ PI	Lei nº 4.774/ 2015			
Curitiba/ PR	Lei nº 10.785/ 2003			X*
Curitiba/ PR	Decreto nº 293/ 2006	X		X*
Londrina/PR	Lei nº 11.381/ 2013			X***
Francisco Beltrão/ PR	Lei nº 3.185/ 2005			X**
São José dos Pinhais/ PR	Lei nº 554/ 2004	X		
Pato Branco/ PR	Lei nº 2.349/ 2004		X	
Foz do Iguaçu/ PR	Lei nº 2.9896/ 2004		X	
Ponta Grossa/ PR	Lei nº 8.718/ 2006			
Maringá/ PR	Lei nº 6.574/ 2004	X		X***
Niterói/ RJ	Lei nº 2.856/ 2011	X		X****
São Gonçalo/ RJ	Lei nº 348/ 2011	X		X**
Rio das Ostras/ RJ	Lei nº 1.402/ 2009			X**
Rio das Ostras/ RJ	Lei nº 1.727/ 2012			X**
Cabo Frio/RJ	Lei nº 2.443/2012		X	
Seropédica/RJ	Lei nº 526/ 2014		X	
Nova Iguaçu/RJ	Lei nº 4.092/ 2011			X**
Mangaratiba/RJ	Lei nº 853/ 2013			X****
Campos dos Goytacazes/RJ	Decreto nº 63/ 2015	X		
Angra dos Reis/RJ	Lei nº 2.088/ 2009	X		
Natal/ RN	Lei nº 124/ 2011	X	X	
Porto Alegre/ RS	Lei nº 10.506/ 2008	X		
Garibaldi/ RS	Lei nº 4.038/ 2010			X****
Canoas/ RS	Lei nº 5.840/ 2014			
Canoas/ RS	Lei nº 5.980/ 2015			X***
Passo Fundo/ RS	Lei nº 198/ 2008			X*
Canela/ RS	Lei nº 2.256/ 2005			X**
Barão de Cotegipe/ RS	Lei nº 2.669/ 2017			X**
Parobé/RS	Lei nº 3.999/ 2021	X		
Garuva/SC	Lei nº 2.007/ 2017	X		
Itapá/SC	Lei nº 1.054/ 2021	X		
Chapécó/ SC	Decreto nº 34.973/ 2018			X**
Biguaçu/ SC	Lei nº 2.783/ 2009			X**
Biguaçu/ SC	Lei Complementar nº 567/ 2016			X***
Joinville/SC	Lei Complementar nº 220/ 2006			X**
Brusque/ SC	Decreto nº 6.460/ 2011			X**
Jaraguá do Sul/ SC	Lei nº 4.675/ 2007			X**
Camboriú/ SC	Lei nº 2.544/ 2013	X	X	
Palhoça/ SC	Lei nº 4.631/ 2018	X		
Blumenau/ SC	Lei Complementar nº 691/ 2008			X**

Tabela 3.3 – Legislação em âmbito municipal e distrital relacionada a sistemas de aproveitamento de água de chuva. Fonte: Costa *et al.* (2021) (Continuação).

Município	Legislação	Incentiva SAAC	Incentivo IPTU	Caráter Obrigatório
Gaspar/ SC	Lei nº 2.904/ 2007			X*
Içara/SC	Lei nº 4.559/ 2020		X	
Florianópolis/ SC	Decreto nº 12.608/ 2014	X	X	
São Bernardo do Campo/ SP	Lei nº 6.222/ 2012			X**
Piracicaba/ SP	Lei Complementar nº 273/ 2011			X*
Matão/ SP	Lei nº 4.520/ 2012	X		
Estância Balneária de Praia Grande/ SP	Lei nº 1.874/ 2017			X**
Amparo/ SP	Lei nº 3.286/ 2007	X		
Americana/ SP	Lei nº 4.389/ 2006	X		X*
Araçatuba/SP	Lei nº 7.423/ 2011		X	
Boituva/ SP	Lei Complementar nº 2.717/ 2019		X	
Itatiba/ SP	Lei nº 4.896/ 2016	X		
Guarulhos/ SP	Lei nº 6.793/ 2010	X	X	
Diadema/ SP	Lei nº 2.451/ 2005			X*
São Paulo/ SP	Lei nº 14.018/ 2005	X		
São Paulo/ SP	Lei nº 16.174/ 2015	X		X***
São Paulo/ SP	Decreto nº 57.565/ 2016			X**
Embú das Artes/ SP	Lei nº 2.095/ 2004	X		
Guarujá/ SP	Lei nº 3.153/ 2004	X		
Campinas/ SP	Lei nº 12.474/ 2006	X		X****
Santana do Parnaíba/ SP	Lei nº 2.942/ 2009			X****
São Carlos/ SP	Lei nº 13.246/ 2003			X**
Ribeirão Preto/ SP	Lei Complementar nº 2.996/ 2019		X	
Limeira/SP	Lei Complementar nº 544/2010			X****

* Aplicação geral

** Define área de lote ou de cobertura das edificações

*** Estabelece setor específico

**** Novas Edificações

Governos estaduais e prefeituras vêm promovendo os SAAC por meio de campanhas, além de oferecer descontos em dinheiro e subsídios para promover ideias e inovações de economia de água (PREETI E RAHMAN, 2021).

A legislação citada na Tabela 3.3 indica que alguns municípios apresentam incentivo aos SAAC e outras boas práticas prevendo desconto no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

Em 2019, houve uma proposta de Emenda à Constituição nº 13 propondo a alteração do Artigo 156 da Constituição Federal para estabelecer critérios ambientais para a cobrança de

IPTU e desonerar a parcela do imóvel com vegetação nativa. Com isso, há previsão de que o IPTU não incidirá sobre área de vegetação nativa e que a alíquota poderá ser fixada com base no reaproveitamento de águas pluviais, no reúso de água servida, no grau de permeabilização do solo e na utilização de energia renovável.

Normalmente, a legislação relativa aos SAAC não contém informação técnica sobre dimensionamento, tratamento preliminar ou manutenção. No entanto, as informações técnicas são fornecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2019), válida para todo o país e restringe a utilização de SAAC para usos finais não potáveis (WARD *et al.*, 2019).

Quanto às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as principais Normas Técnicas Brasileiras (NBR) relacionadas aos Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva são:

- ABNT NBR 15.527/2019 - Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos;
- ABNT NBR 5626/2020 - Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção;
- ABNT NBR 10.844/1989 - Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento;
- ABNT NBR 16.783/2019 - Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações;
- ABNT NBR 16.782/2019 - Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes.

Em âmbito distrital, a Resolução ADASA nº 3/2019, foi o primeiro ato normativo expedido pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA) sobre aproveitamento de água da chuva e reúso de água cinza, mas abordou apenas a dimensão residencial (ADASA, 2021). Como aperfeiçoamento normativo, a ADASA estabeleceu as diretrizes para o aproveitamento ou reúso de água não potável em edificações no Distrito Federal por meio da Resolução ADASA nº 5/2022.

Segundo a referida Resolução da ADASA, o aproveitamento de água não potável consiste no aproveitamento da água da chuva ou da água clara mediante o tratamento adequado

desta água disponível e ainda não utilizada anteriormente. Com isso, a implantação e a gestão do aproveitamento de água da chuva ou clara e do reúso de água cinza ou residuária nas edificações do Distrito Federal incorre em demandas para Concessionária, que é a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb).

Com a Resolução ADASA nº 5/2022, os principais pontos de melhoria foram: a contemplação de mais fontes alternativas, tais como água clara e água residuária, já que a norma anterior tratou apenas da água de chuva e água cinza. Houve a inclusão de sistemas simplificados com a introdução da definição, características, fontes permitidas, formas de operação e a desobrigação de Anotação de Responsabilidade Técnica. A responsabilidade do fornecimento da água não potável na edificação passou a ser compartilhada entre os profissionais que projetam e executam o sistema, o gestor do sistema predial e o operador privado durante a sua operação. Além disso, no Artigo 39 da Resolução nº 5/2022 ficou definido que as regras referentes à medição de efluentes e ao faturamento de serviços de esgotamento sanitário nos casos de aproveitamento ou de reúso de água não potável serão estabelecidas em resolução específica. Isto recairá em resolução futura e a ADASA tratará especificamente dos procedimentos e da metodologia de cálculo, respeitando o custo fixo do tratamento de esgoto (ADASA 2021).

No estudo de Ward *et al.* (2019) houve indicação de que no Brasil e Reino Unido estão desenvolvendo e considerando a implementação de esquemas de tarifação diferenciada para esgoto gerados a partir de SAAC, a fim de proteger a receita das Companhia de Saneamento.

A partir da análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de água cinzas em edificações do Distrito Federal, realizado por Sant'Ana (2019), foi indicada a criação de uma tarifa diferenciada (Tarifa-Prêmio) aos proprietários que possuem um sistema predial voltado ao aproveitamento de águas pluviais ou reúso de águas cinzas registrado junto à ADASA poderia ser proposto, subtraindo esses valores economizados pelas reduções nas despesas de exploração na conta mensal de água e esgoto.

O grupo de pesquisa coordenado por Sant'Ana (2019) indica que esta Tarifa-Prêmio poderia ser fixa, seguindo correções de acordo com o aumento nos custos de exploração,

ou poderia servir como um mecanismo temporário com o intuito de estimular proprietários a investir nesses sistemas. Outra proposta para uma Tarifa-Prêmio, seria na elevação dos valores das últimas faixas tarifárias permitindo que os grandes consumidores subsidiem aqueles que fazem uso de fontes alternativas de água.

Quanto aos custos com o tratamento de esgoto, as economias nas despesas de tratamento e distribuição de água potável geradas pelo aproveitamento de águas pluviais em usos internos (descarga sanitária e lavagem de roupas) são capazes de subsidiar as despesas relacionadas na coleta e tratamento do esgoto lançado na rede da concessionária (Sant'Ana, 2019).

Neste contexto, para compreender como a implantação de SAAC influencia uma concessionária, faz-se necessário entender os aspectos administrativos e financeiros dos prestadores de serviços de saneamento, mais especificamente de água e esgoto.

3.5 – GESTÃO ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA – SERVIÇO ÁGUA E ESGOTO

Desde 1995, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) coleta dados dos prestadores de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e, anualmente, disponibiliza o Diagnóstico SNIS apresentando um panorama geral para o país (SNIS, 2022).

Com uma série histórica de 26 anos, o Diagnóstico Anual de Água e Esgoto do SNIS (SNIS-AE) coleta informações de prestadores de serviços classificados por abrangência em regionais, microrregionais e locais e apresenta informações acerca de cobertura dos serviços com rede, perdas na distribuição de água potável, tratamento do esgoto sanitário, informações financeiras, entre outras (SNIS, 2022).

Com relação gestão financeira dos serviços de saneamento, especificamente o de abastecimento de água e esgotamento sanitário, as receitas e despesas são compostas pela receita operacional total e as despesas totais com os serviços. Sendo que a receita operacional total é o valor faturado anual decorrente das atividades-fim do prestador de serviços e as despesas totais dos serviços é o valor anual total do conjunto das despesas realizadas para a prestação dos serviços (SNIS, 2022).

Todas as receitas operacionais, diretamente nos caixas do prestador de serviços ou por meio de terceiros autorizados (bancos e outros), compõe a arrecadação total. Dado que, em âmbito municipal, o prestador de serviços consiste em companhia estadual, empresa ou autarquia microrregional, empresa ou autarquia municipal ou empresa privada (SNIS, 2022).

A relação entre receita operacional direta total e o volume de água e/ou esgoto faturado corresponde a tarifa média praticada pelo prestador de serviços de água e esgoto. Para o SNIS, o indicador de tarifa média praticada corresponde a uma proporção entre receita obtida e o volume faturado, o que não equivale a tarifa efetivamente cobrada pelo prestador de serviço. Sendo que, as tarifas cobradas e a política tarifária são de responsabilidade dos prestadores e da definição das entidades reguladoras (SNIS, 2022).

As despesas são subdivididas em duas categorias. A primeira refere-se às despesas de exploração (DEX) e a segunda às despesas totais com os serviços (DTS). As despesas de exploração (DEX) compõe uma parcela das DTS. As despesas de exploração (DEX) correspondem aos valores de custeio, também chamadas despesas correntes, correspondendo as seguintes parcelas:

- Despesas com pessoal próprio;
- Despesas com produtos químicos;
- Despesas com energia elétrica;
- Despesas com serviços de terceiros;
- Despesas com água importada;
- Despesas com esgoto exportado;
- Despesas fiscais ou tributárias computadas na DEX; e
- Outras despesas de exploração.

As DTS correspondem ao custo dos serviços a que a tarifa deve cobrir, sendo formadas pelas seguintes parcelas:

- Despesas de exploração (DEX);

- Despesas com juros, encargos e variações monetárias e cambiais do serviço da dívida;
- Despesas com depreciação, amortização e provisão para devedores duvidosos (DPA);
- Despesas fiscais ou tributárias não incidentes na DEX;
- Outras despesas da DTS.

4 – METODOLOGIA

A avaliação dos impactos da implantação de SAAC na perspectiva das companhias de saneamento foi realizada em etapas metodológicas que se iniciaram com a mensuração do potencial de aproveitamento de água de chuva na localidade de estudo seguida da seleção e computo da alteração de indicadores de desempenho econômico-financeiro e operacional da companhia de saneamento. A área de estudo selecionada foi a Região Administrativa de Brazlândia, no Distrito Federal. A Figura 4.1 apresenta a organização metodológica da pesquisa.



Figura 4.1 – Percurso metodológico da pesquisa.

4.1 – CARACTERIZAÇÃO DE ÁREA DE ESTUDO

A Região Administrativa de Brazlândia no Distrito Federal foi definida para aplicação de estudo de caso por apresentar alguns aspectos técnicos, sociais e econômicos dos Sistemas de Abastecimento do Distrito Federal. Um ponto importante considerado foi a independência do sistema produtor de água Brazlândia em relação ao sistema regional de abastecimento urbano de água do Distrito Federal, com mananciais de abastecimento de água bruta e estação de tratamento de água próprios. Além disso, Brazlândia é composta por setores habitacionais com características socioeconômicas distintas, tendo também uma parcela de população atendida por tarifa social e com padrão de ocupação habitacional horizontal, facilitando a implantação de SAAC. Cabe ressaltar que apesar de ser um sistema independente, os mananciais do sistema produtor de Brazlândia são afluentes do Sistema Descoberto, responsável pelo abastecimento de mais do que 60% da população do Distrito Federal. Dessa forma, possíveis economias de água em Brazlândia podem contribuir para maior disponibilidade para o sistema Descoberto.

Para caracterização da área de estudo, foram levantados dados cadastrais das habitações, renda, indicadores de desenvolvimentos humano, de saneamento, demandas por água, dentre outros, da região do estudo de caso (Região Administrativa de Brazlândia/DF). Estes dados foram levantados por meio da análise de base de dados fornecida pelo Governo do Distrito Federal (GDF), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN), pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA) e Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA).

4.1.1 – Sistemas de Abastecimento de Brazlândia/DF

A Região Administrativa de Brazlândia é dividida em cinco setores urbanos conforme apresentados na Figura 4.2, dos quais são constituídos por setores residências, equipamentos públicos e diversos setores de serviços.

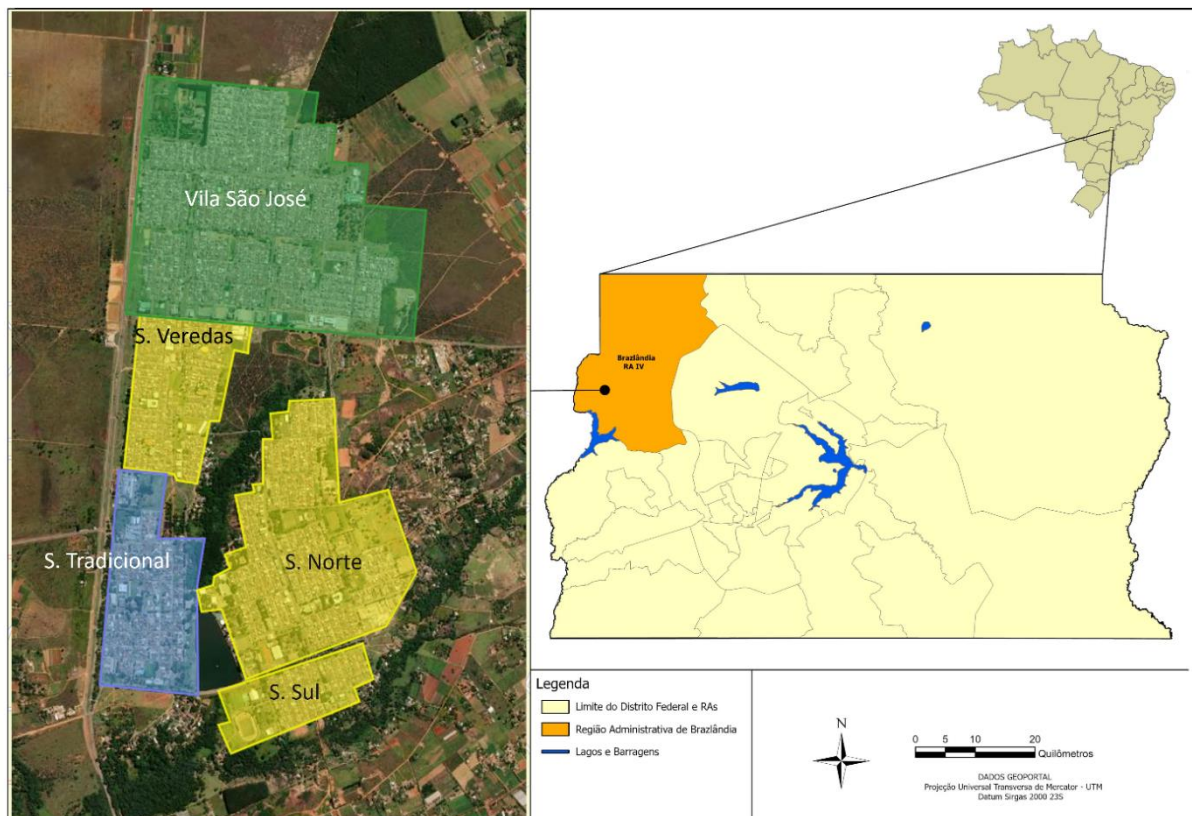


Figura 4.2 – Localização dos Setores Residenciais de Brazlândia.

O Setor “Inkra 8” faz parte do sistema produtor de água de Brazlândia, porém é abastecido por poços e não foi considerado no presente estudo.

- Setor Tradicional (onde se encontra a administração regional);
- Setor Norte (habitacional e comércio);
- Setor Sul (habitacional);
- Setor Veredas (habitacional e comércio); e
- Vila São José (habitacional).

Além do sistema de abastecimento de Brazlândia, o Distrito Federal é composto por mais quatro sistemas produtores: Descoberto, Torto-Santa Maria, Sobradinho-Planaltina e São Sebastião. Recentemente, o Sistema Produtor de Água do Corumbá foi implementado como um reforço, com a finalidade de preservar o volume de água do Reservatório do Descoberto.

4.1.2 – Características Populacionais e Demandas de Brazlândia/DF

A população urbana de Brazlândia em 2021 foi estimada em 55.879 habitantes, sendo 51,6% do sexo feminino. A renda domiciliar real gira em torno de R\$ 3.425,60, com número médio de moderadores por domicílio de 3,63. Em 2017, 4.279 famílias eram beneficiadas pelo Programa Bolsa Família, podendo corresponder a áreas residenciais com tarifa social na conta de água. Dados da pesquisa distrital por amostra de domicílios indicam aumento nos percentuais de domicílios em Brazlândia com menores faixas salariais entre os anos de 2018 e 2021, ou seja, as habitações com renda domiciliar nas faixas até 2 salários mínimos passaram de 43% para 77% do total (CODEPLAN, 2018 e CODEPLAN, 2021). Em termos de postos de trabalho, 53,2% são na própria região, sendo importante nas relações de consumo de água, principalmente em horários comerciais (CODEPLAN, 2021).

Com relação às características das residências, em Brazlândia, 87,2% dos domicílios são com telha, exceto telhas de fibrocimento (CODEPLAN, 2021) e o abastecimento de água nas residências de Brazlândia é promovido pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), a qual tem cobertura de serviços maior que 99%. Entretanto, a pesquisa distrital por amostra de domicílios em 2018 (Figura 4.3) demonstrou que 37,7% dos domicílios apresentam alguma iniciativa, mesmo que preliminar, de captação de água

de chuva em conjunto com o abastecimento de água do sistema tradicional da Caesb (CODEPLAN, 2018). Esta pesquisa não apresentou detalhamento dos sistemas de coleta de água de chuva, admitindo-se que essa captação não represente um sistema tradicional de SAAC com ligações prediais e usos internos nas residências, podendo se configurar em iniciativas de armazenamento de chuva em recipientes ou tambores para uso posterior. Compreende-se, portanto, que essa informação pode representar uma propensão inicial da comunidade em utilizar essa alternativa de uso racional de água e uma sinalização de possíveis intermitências no abastecimento de água da Companhia de Saneamento, ou até mesmo, reflexos do racionamento promovido durante a crise hídrica entre os anos de 2016 e 2018.

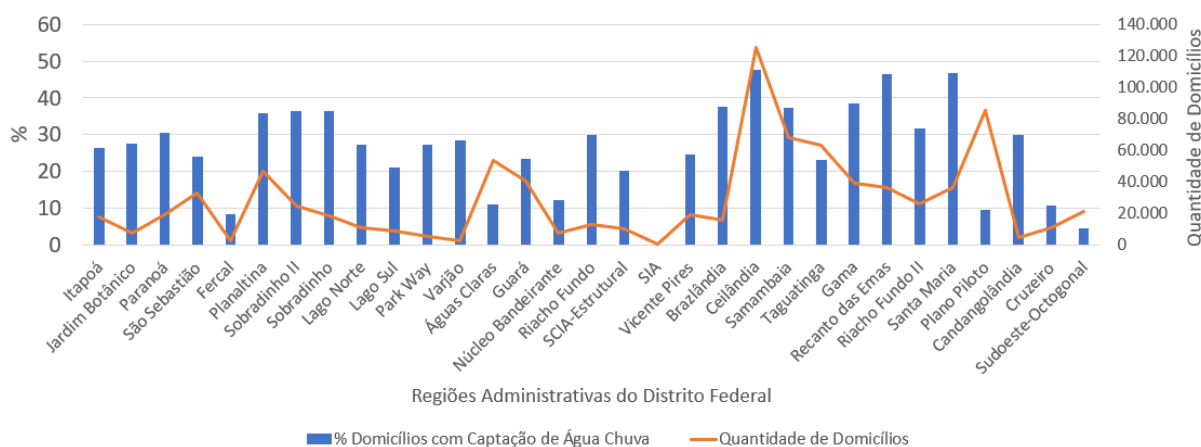


Figura 4.3 – Percentual de domicílios com aproveitamento de água de chuva no Distrito Federal. Fonte: CODEPLAN (2018).

Conforme o Plano Distrital de Saneamento Básico (PDSB), as estimativas para o ano de 2037 indicam que o consumo vai aumentar e os mananciais atuais não serão suficientes para atender a demanda de consumo de água. Os dados das demandas de água para o Sistema Brazlândia e para o Sistema Descoberto são importantes de serem analisados tendo em vista que os mananciais do primeiro contribuem para o segundo sistema. A Tabela 4.1 apresenta, para os Sistemas Brazlândia e Descoberto, o comparativo de demandas, outorgas, disponibilidade hídrica e capacidade de produção para os anos de 2017 e 2037 e reforçam a necessidade de ampliação dos sistemas produtores com novos investimentos preconizados no PDSB.

Tabela 4.1 – Comparativo de demandas, outorgas, disponibilidade hídrica e capacidade de produção para os anos de 2017 e 2037 para os Sistemas Brazlândia e Descoberto. Fonte: PDSB (2017).

Ano	Sistema	Capacidade de Produção x Demanda		Outorga x Demanda		Disponibilidade Hídrica x Demanda	
		Situação	Superávit / Déficit (l/s)	Situação	Superávit / Déficit (l/s)	Situação	Superávit / Déficit (l/s)
2017	Descoberto	Insuficiente	-231	Suficiente	950	Suficiente	458
	Brazlândia	Suficiente	6	Suficiente	4	Suficiente	122
2037	Descoberto	Insuficiente	-1.651	Insuficiente	-470	Insuficiente	-962
	Brazlândia	Insuficiente	-21	Insuficiente	-23	Suficiente	95

A precipitação média para Brazlândia a partir da série histórica da ANA resultou nos valores mensais apresentados na Figura 4.4. Verifica-se que a precipitação é mínima no período de maio a setembro, logo espera-se que ocorra maior consumo de água de chuva nos demais meses.

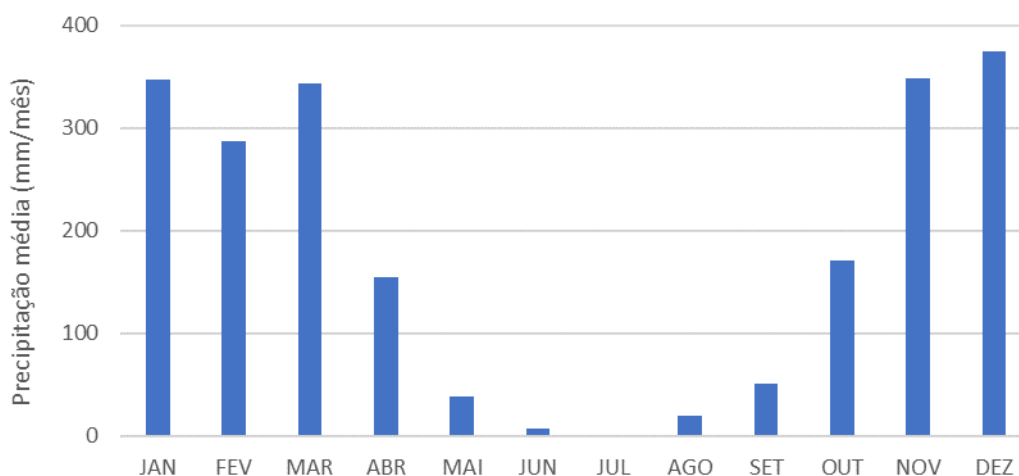


Figura 4.4 – Precipitação média mensal em Brazlândia.

4.1.3 – Características das Edificações e dos Setores Urbanos de Brazlândia/DF

Utilizando o Sistema GeoPortal/DF foi possível identificar a evolução urbana da Área de Estudo e apoiar no levantamento das edificações consolidadas por setor e a área urbana de Brazlândia foi consolidada em sua maioria antes dos anos 2000.

Para a definição do tamanho dos lotes foi utilizada a Camada “Lotes Registrados” no GeoPortal/DF para cada setor de Brazlândia dando destaque para a informação de média de tamanho dos lotes residenciais, aqui apresentados na Tabela 4.2. A partir desses dados, foram determinadas as quantidades de edificações por setor residencial de Brazlândia e comparados aos dados de ligações ativas de água fornecidos pela Caesb para compreender os padrões de ocupação de Brazlândia, bem como para definir os potenciais de aproveitamento de água de chuva na área de estudo.

Tabela 4.2 – Quantidades de edificações identificadas, a média das áreas dos terrenos residenciais de Brazlândia e a média das áreas de cobertura ou telhados. Fonte: GeoPortal/DF (2021).

Setor	Quantidade de Edificações	Média das Áreas dos Lotes Residenciais (m ²)	Média das Áreas Cobertas nos Lotes Residenciais (m ²)
Vila São José	5.663	169,49	108,22
Veredas	1.713	143,62	110,16
Setor Tradicional	837	444,21	153,65
Setor Norte	2.605	184,96	135,51
Setor Sul	675	185,13	136,29

4.1.4 – Dados sobre a Renda dos Setores de Brazlândia/DF

O Quadro 4.1 apresenta as características da ocupação dos setores de Brazlândia.

Quadro 4.1 – Características da ocupação e disposição das residências dos setores habitacionais de Brazlândia e reclassificação das rendas dos setores de Brazlândia. Fonte: Google Earth; Sant’Ana *et al.* (2017b); GeoPortal (2021); CODEPLAN (2018) e CODEPLAN (2021).



Herrera (2018) caracterizou os setores de Brazlândia/DF quanto à renda em baixa, média e alta, sendo a Vila São José configurado como renda baixa, os setores Veredas, Norte e Sul como renda média e o setor Tradicional como renda alta. Em complemento, com as ferramentas “Google Earth” e “Google Street View” foi possível avaliar as características de ocupação e disposição das residências nos setores habitacionais, bem como as áreas comerciais e unidades de serviços diversos. A partir desses dados, dos dados de distribuição de renda para Brazlândia e do levantamento do Sistema “GeoPortal”, os setores de Brazlândia foram reclassificados conforme as tipologias residenciais do Distrito Federal avaliadas por Sant’Ana *et al.* (2017b) e foram adotadas no presente estudo como sendo a Vila São José e o setor Veredas como de renda baixa e os demais setores como de renda média baixa (setores Sul, Norte e Tradicionais), de acordo com o Quadro 4.1.

4.1.5 – Dados sobre a Quantidade de Ligações Ativas por Categoria de Brazlândia/DF

Brazlândia/DF, os percentuais de ligações ativas no sistema de abastecimento de água em Brazlândia para o ano de 2019 são de 94,5% na categoria residencial, 4,77% comercial, 0,66% pública e 0,06% industrial (CODEPLAN, 2020). A Tabela 3 apresenta a distribuição de número de ligações por faixa de consumo de água para os setores residenciais de Brazlândia.

Com relação ao consumo medido para Brazlândia, para o ano de 2019 foi da ordem de 1.605.935 m³ (CAESB, 2022) e o volume faturado foi de 2.475.705 m³, sendo o volume residencial faturado da ordem de 2.206.572 m³ (CODEPLAN, 2020).

A Vila São José apresenta os maiores volumes totais de consumo de água, dado ser o setor mais populoso (Figura 4.5), mesmo se comparado ao setor Tradicional que apresentam as maiores médias mensais de consumo por apresentar áreas não residenciais como o hospital regional e demais órgãos públicos. Porém, ao analisar a média mensal de consumo de água por inscrição por setor de Brazlândia para 2019 apenas das áreas residenciais, presente na Figura 4.6, o setor Norte apresenta os maiores consumos médios, seguido do setor tradicional. Verifica-se que os demais setores apresentam um padrão de consumo mensal médio por inscrição relativamente parecido.

Figura 4.5 – Consumo de água medido em Brazlândia para os anos de 2018 a 2021. Fonte: CAESB (2022).

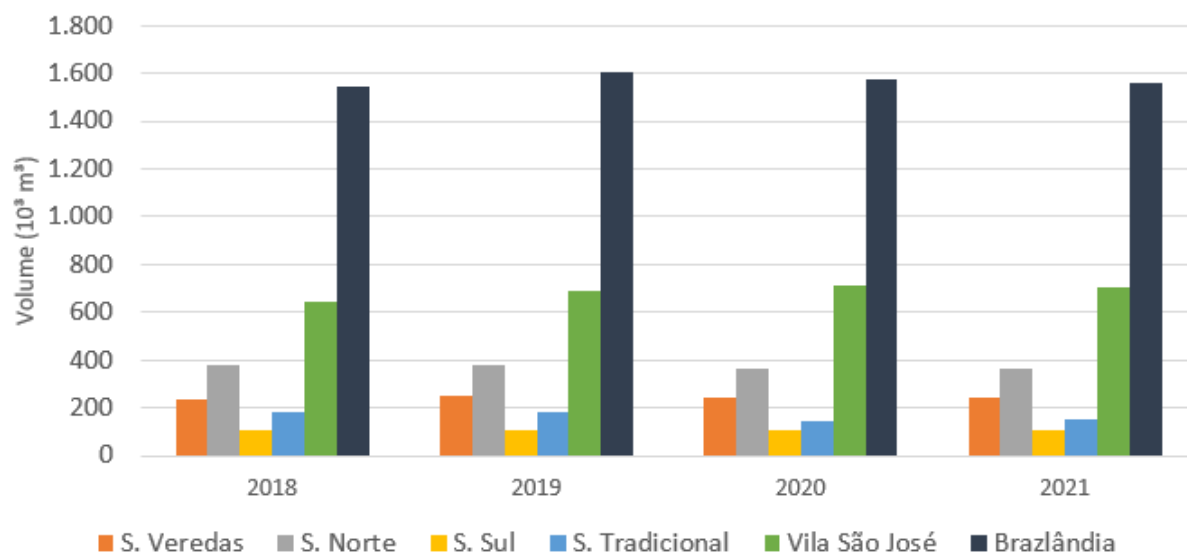
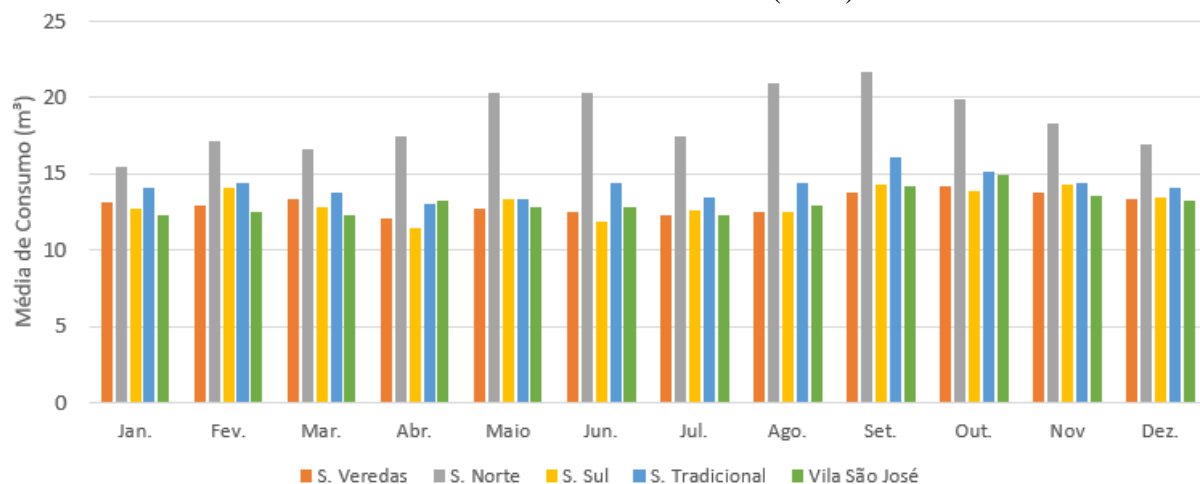


Figura 4.6 – Média de consumo de água por ligação residencial por setor de Brazlândia em 2019. Fonte: CAESB (2022).



4.2 – POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

O potencial de aproveitamento de água de chuva foi avaliado a partir do balanço hídrico para SAAC, conforme mencionado anteriormente, foi realizado tendo como Unidade Piloto uma área urbana do Distrito Federal, a Região Administrativa de Brazlândia, a qual foi dividida em cinco setores urbanos diferenciados para servirem de base para as análises. Determinou-se o consumo total em cada setor com base no consumo médio e na quantidade de ligações existentes em cada faixa de consumo em setembro de 2019 (CAESB, 2022), como apresentado na Tabela 4.3.

A demanda a ser atendida pelos SAAC foi definida a partir de Sant’Ana (2011) conforme abaixo especificado:

- **Demanda Ext:** 13% da demanda total da residência, supondo o uso da água de chuva apenas para usos externos, como lavagem de pisos e irrigação;
- **Demanda Ext & Bs:** 28% da demanda total da residência, considerando os usos externos (lavagem de pisos e irrigação) e as descargas em bacias sanitárias.

Tabela 4.3 – Consumo médio, quantidade de ligações e área de cobertura por setor de Brazlândia por faixa de consumo. Fonte: Elaborado pelos Autores com fonte de dados de CAESB (2022); GeoPortal (2021).

		Faixas de Consumo				
		0 a 7 m ³	8 a 13 m ³	14 a 20 m ³	21 a 30 m ³	31 a 45 m ³
Vila são José	Áreas de cobertura (m ²)	90	90	108	108	108
	Quantidade de ligações	5	2071	1726	167	23
	Consumo médio (m ³ /mês)	4	11	16	23	33
Veredas	Áreas de cobertura (m ²)		90	110		
	Quantidade de ligações		703	626		
	Consumo médio (m ³ /mês)		12	16		
Setor Tradicional	Áreas de cobertura (m ²)	90	90	153	153	
	Quantidade de ligações	1	78	425	31	
	Consumo médio (m ³ /mês)	7	12	17	27	
Setor Norte	Áreas de cobertura (m ²)	90	90	135	135	
	Quantidade de ligações	35	653	1438	23	
	Consumo médio (m ³ /mês)	4	11	16	23	
Setor Sul	Áreas de cobertura (m ²)		90	136		
	Quantidade de ligações		58	512		
	Consumo médio (m ³ /mês)		11	16		

A partir dos valores médios para as áreas de captação de cada setor, constantes na Tabela 4.3, calculou-se o potencial de aproveitamento de água da chuva em volume com base em Pacheco & Alves (2023) e Sant’Ana *et al.* (2017b). Foram utilizados cinco volumes para o reservatório de armazenamento de água de chuva (0,5 m³, 1 m³, 5 m³, 10 m³ e 15 m³) e uma série diária de precipitação do local de estudo referente à estação 01548007 da Agência Nacional de Águas (ANA) de 01/10/1992 a 30/09/2022.

Considerou-se o método do consumo de água após o enchimento do reservatório (Yield After Spillage – YAS: $\Theta = 0$), 0,8 como coeficiente de escoamento superficial e 2 mm de

descarte inicial apenas quando há 3 dias consecutivos sem precipitação. Assim, foram calculados o consumo de água para os diferentes setores e os volumes de armazenamento conforme as Equações 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4.

$$Vd_{(s,t)} = (P - di) \cdot A \cdot C_f / 1000 \quad (4.1)$$

$$Vap_{(s,t)} = \min \left\{ \begin{array}{l} Pdem \cdot V_{(t)} \\ \Theta \cdot Vd_{(t)} + Vr_{(t-1)} \end{array} \right. \quad (4.2)$$

$$Vr_{(s,t)} = \min \left\{ \begin{array}{l} Vd_{(t)} + Vr_{(t-1)} - Vap_{(t)} \\ R - (1 - \Theta) \cdot Vap_{(t)} \end{array} \right. \quad (4.3)$$

$$Cap_{(f,T)} = \sum_{t=1}^{s,T} (Vap_{(f,t)} \cdot L_{(f)}) \quad (4.4)$$

Onde:

Vd = volume de água de chuva disponível no dia (m ³);	R = capacidade do reservatório (m ³) – 0,5 m ³ , 1 m ³ , 5 m ³ , 10 m ³ e 15 m ³ ;
P = precipitação no dia (mm);	Θ = coeficiente do momento de uso da água (0 ≤ Θ ≤ 1) – 0;
di = descarte inicial (mm);	L = quantidade de ligações;
A = área de captação (m ²);	Cap = consumo de água de chuva no setor (m ³);
Cf = coeficiente de escoamento superficial;	f = faixa de consumo;
Vap = consumo de água de chuva no dia (m ³);	s = setor;
V = consumo médio no dia (m ³);	t = dia;
Pdem = percentual do consumo total correspondente ao consumo não potável (%)	T = mês ou ano.
– 13 ou 18%;	
Vr = volume de água de chuva no reservatório no dia (m ³);	

4.3 – DETERMINAÇÃO DOS CENÁRIOS

Tendo em vista o potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de água da chuva nas diferentes demandas por usos não potáveis, os cenários de estudo foram determinados conforme as seguintes características:

- **Cenário Base:** considera-se as características dos setores residenciais da área de estudo sem a implementação de SAAC.
- **Cenário RG (reservatório grande):** consiste no cálculo do maior potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de água da chuva nas residências, considerado as **demandas Ext e Ext & Bs**. Ou seja, nesse cenário, com base nas características da área de estudo, consumo medido e no potencial de economia de água de chuva, considera-se que todas as residências implementam SAAC com reservatórios maiores, com capacidades de 15 m³.
- **Cenário RP (reservatório pequeno):** consiste no cálculo do menor potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de água da chuva nas residências, considerado as **demandas Ext e Ext & Bs**. Ou seja, nesse cenário considera-se que todas as residências implementam SAAC com reservatórios de retenção de água de chuva com capacidade de 1000 litros (1,0 m³).

4.4 – ANÁLISE DOS ASPECTOS ECONÔMICO-FINANCEIROS DA COMPANHIA DE SANEAMENTO

A análise dos aspectos econômico-financeiros foi baseada na definição de alguns indicadores do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), considerando as seguintes hipóteses:

- 1) a disseminação de SAAC deve receber incentivos de política pública que busque o fortalecimento da segurança hídrica em ambientes urbanos;
- 2) enquanto política pública, os SAAC são avaliados pelo seu potencial de gerar redução do consumo de água oriundo de rede tradicional, sem incorporar a viabilidade econômica para os residentes. Dado que a implementação de SAAC causa uma redução do consumo de água do sistema tradicional, será realizada análise dos impactos dessa política pública para a perspectiva da Companhia de Saneamento de Saneamento Ambiental do Distrito Federal.

Inicialmente, foram utilizados 2 (dois) indicadores computados a partir de suas definições no SNIS, sendo 1 (um) operacional e 1 (um) econômico-financeiros e administrativos. Em seguida, diante dos dados existentes para a área de estudo, bem como das hipóteses consideradas, os indicadores selecionados foram adaptados de acordo com a disponibilidade dos dados coletados durante a pesquisa. Considerou-se também os

objetivos definidos de análise de impacto da implantação da política de disseminação de SAAC na perspectiva da companhia de saneamento. Para tanto, os indicadores adaptados receberam na notação tradicional do SNIS o subscrito “a”.

Os dados do SNIS avaliados foram referentes ao ano de 2019 (SNIS, 2020) a fim de evitar possíveis desvios no padrão de consumo e outras variáveis em decorrência da Pandemia de COVID-19.

A Tabela 4.4 apresenta as equações dos indicadores selecionados e adaptados, bem como seus métodos de cálculo. Os parâmetros em negrito são os que podem ser influenciados pela implementação de SAAC.

Tabela 4.4 - Seleção de indicadores do SNIS impactados pela implementação de SAAC.
Fonte: Nomenclatura do SNIS (2018).

Indicador	Cálculo Tradicional SNIS	Cálculo Adaptado
IN005a - Tarifa média de água (R\$/m ³)	$(\mathbf{FN002} / (\mathbf{AG011} - \mathbf{AG017} - \mathbf{AG019})) \times (1 / 1000)$	$(\mathbf{FN002} / (\mathbf{AG008})) \times (1 / 1000)$
IN015a - Índice de coleta de esgoto (%)	$(\mathbf{ES005} / \mathbf{AG010} - \mathbf{AG019}) \times 100$	$((\mathbf{ES005a}^{**}) / \mathbf{AG008}) \times 100$

Onde:

AG008 - Volume de água micromedido (10³ m³/ano).

AG010 - Volume de água consumido (10³ m³/ano).

AG011 - Volume de água faturado (10³ m³/ano).

AG017 - Volume de água bruta exportado (10³ m³/ano).

AG019 - Volume de água tratada exportado (10³ m³/ano).

ES005 - Volume de esgoto coletado (10³ m³/ano).

FN002 - Receita operacional direta de água (R\$/ano).

(*) utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

(**) ES005a - utiliza-se 80% do volume medido de água no cenário base.

Os volumes de água medidos para o Distrito Federal (AG008DF), constantes nos dados do SNIS 2019, substituíram os volumes consumidos ou faturados utilizados nos indicadores SNIS tradicionais. Para a área de estudo, foram utilizados os volumes residenciais médios por ligação fornecidos pela CAESB, tendo como referência o mês de setembro de 2019, mês avaliado como sendo o de maior consumo de água. Os dados da CAESB foram fornecidos por mês, contendo quantidade de ligações, consumo medido e consumo médio por ligação para os logradouros dos setores da área de estudo. Com isso, os volumes

médios de água utilizados nos cálculos dos indicadores adaptados estão apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Volumes de água medidos para o cenário base.

	Volume de Água Medido (10 ³ m ³ /ano)
AG008DF – volume de água medido para o Distrito Federal	148.988,00
AG008CB – volume de água medido para o cenário base, corresponde as áreas residenciais de Brazlândia.	1.465,98
AG008CB ₁ – volume de água medido para as áreas residenciais da Vila São José	660,20
AG008CB ₂ – volume de água medido para as áreas residenciais do setor Veredas	221,42
AG008CB ₃ – volume de água medido para as áreas residenciais do setor Tradicional	108,06
AG008CB ₄ – volume de água medido para as áreas residenciais do setor Norte	370,32
AG008CB ₅ – volume de água medido para as áreas residenciais do setor Sul	105,96

Fonte: Elaborado pelos Autores com fonte de dados de CAESB (2022).

Os volumes medidos para os cenários com implementação de SAAC foram calculados conforme as Equações 4.5 e 4.6. Sendo que o potencial total de aproveitamento de água de chuva por cenário ($PotApAC_{(c)}$) é o somatório do potencial de aproveitamento de água de chuva por cenário considerando todos os setores ($PotApAC_{(c, s)}$).

$$AG008_{(c, s)} = AG008CB_{(s)} - PotApAC_{(c, s)} \quad (4.5)$$

$$PotApAC_{(c)} = \sum_{(s)} PotApAC_{(c, s)} \quad (4.6)$$

Onde:

$AG008_{(c, s)}$ = volume de água medido para as áreas residenciais por setor s após implantação do SAAC no cenário (10³ m³/ano).

$AG008CB_{(s)}$ = volume de água medido para o cenário base e corresponde as áreas residenciais do setor (10³ m³/ano).

$PotApAC_{(c)}$ = potencial total de aproveitamento de água de chuva por cenário (10³ m³/ano).

$PotApAC_{(c, s)}$ = potencial de aproveitamento de água de chuva por cenário por setor (10³ m³/ano).

c = número do cenário de estudo, sendo 1 = Cenário RG - Demanda Ext; 2= Cenário RG - Demanda Ext & Bs; 3 = Cenário RP - Demanda Ext; 4 = Cenário RP - Demanda Ext & Bs.
s = setor da área de estudo, sendo 1 = Vila São José; 2 = Setor Veredas; 3 = Setor Tradicional; 4 = Setor Norte; 5 = Setor Sul.

No índice de coleta de esgoto (IN015a) o volume de esgoto coletado (ES005) foi considerado como sendo 80% do volume medido de água no cenário base (ES005**). Para o cálculo do índice de coleta de esgoto nos cenários e por setor da área de estudo, foi aplicado o percentual de 80% no $AG008_{(c, s)}$.

A receita operacional direta de água para o Cenário Base, FN002CB, foi calculada a partir do somatório das receitas operacionais diretas de água do Cenário Base para cada setor da área de estudo ($FN002CB_{(s)}$), conforme Equação 4.7. Sendo que a $FN002CB_{(s)}$ é o somatório das receitas operacionais diretas de água por setor da área de estudo por faixa de consumo $FN002CB_{(s, f)}$, conforme Equação 4.8. A $FN002CB_{(s, f)}$ foi calculada conforme a Equação 4.9, a qual considerou-se as tarifas praticadas pela CAESB nos ajustes tarifários para o exercício de 2022 com vigência de 1º de janeiro de 2023 a 31 de setembro de 2023, previstos na Resolução ADASA nº 12, de 18 de novembro de 2022, para o cálculo da tarifa fixa de água e de uma tarifa média por faixa de consumo ($TfMdFx_{(f)}$). Sendo que a $TfMdFx_{(f)}$ é composta pelo quociente dos somatórios da tarifa praticada por intervalo de faixa de consumo ($TfInt_{(f)}$) e do volume do intervalo da faixa de consumo ($VolFx_{(f)}$), conforme a Equação 4.10. A tarifa praticada por intervalo de faixa de consumo ($TfInt_{(f)}$) é o produto o volume do intervalo da faixa de consumo ($VolFx_{(f)}$) pela tarifa variável praticada por faixa de consumo ($TfVar_{(f)}$), conforme Equação 4.11.

$$FN002CB = \sum FN002CB_{(s)} \quad (4.7)$$

$$FN002CB_{(s)} = \sum FN002CB_{(s, f)} \quad (4.8)$$

$$FN002CB_{(s, f)} = [(QntLigFx_{(f)} \times Tarifa Fixa) + (TfMdFx_{(f)} \times CnsMedFx_{(f)} \times QntLigFx_{(f)})] \times 12 \quad (4.9)$$

$$TfMdFx_{(f)} = \sum TfInt_{(f)} / \sum VolFx_{(f)} \quad (4.10)$$

$$TfInt(f) = VolFx(f) \times TfVar(f) \quad (4.11)$$

Onde:

FN002CB = receita operacional direta de água do Cenário Base por ano (R\$/ano).

FN002CB_(s) = receita operacional direta de água do Cenário Base por setor da área de estudo por ano (R\$/ano).

FN002CB_(s, f) = receita operacional direta de água por setor da área de estudo por faixa de consumo por ano (R\$/ano).

TfMdFx_(f) = tarifa média por faixa de consumo (R\$/m³).

CnsMedFx_(f) = consumo médio de água por faixa de consumo (m³).

QntLigFx_(f) = quantidade de ligações ativas de água por faixa de consumo (ligações).

TfVar_(f) = tarifa variável praticada por faixa de consumo (R\$/m³) segundo tarifa vigente.

VolFx_(f) = volume do intervalo da faixa de consumo (m³) segundo tarifa vigente.

TfInt_(f) = tarifa praticada por intervalo de faixa de consumo (R\$).

f = número da faixa de consumo, sendo 1 = faixa 0 - 7 m³; 2 = 8 - 13 m³; 3 = 14 - 20 m³; 4 = 21 - 30 m³; 5 = 31 - 45 m³; 6 = acima de 45 m³.

A Tabela 4.6 contém os dados da tarifa média utilizada no presente estudo. Sendo que a tarifa fixa utilizada foi R\$ 8,82.

Tabela 4.6 - Dados da tarifa média por faixa de consumo. Fonte: CAESB (2023)

VolFx(f)	Faixa de Consumo	TfVar(f) (R\$/m ³)	TfInt(f) (R\$)	TfMdFax(f) (R\$/m ³)
7	0 a 7	3,26	22,82	3,26
6	8 a 13	3,91	23,46	3,56
7	14 a 20	7,75	54,25	5,03
10	21 a 30	11,24	112,40	7,10
15	31 a 45	16,86	252,90	10,35
	Acima de 45	21,91	21,91	10,84

A receita operacional direta de água para os cenários prevendo implementação de SAAC, FN002AC_(c), foi calculada a partir do somatório das receitas operacionais diretas de água dos cenários que consideram o potencial de aproveitamento de água de chuva por setor da área de estudo FN002AC_(c, s), conforme a Equação 4.12. Esta é calculada subtraindo a receita operacional perdida de água por cenário por setor (RecPer_(c, s)) da receita operacional direta de água do Cenário Base por setor FN002CB_(s), presente na Equação 4.13. A RecPer_(c, s) corresponde ao somatório das receita operacional perdida de água por

cenário por setor considerando todas as faixas de consumo ($RecPer_{(c, s, f)}$), conforme Equação 4.14. A $RecPer_{(c, s, f)}$ é o produto do volume economizado com SAAC por cenário por setor por faixa ($PotApAC_{(c, s, f)}$) pela tarifa média por faixa de consumo ($TfMdfX_{(f)}$), apresentado na Equação 4.15. O cálculo do $PotApAC_{(c, s, f)}$ é resultado da aplicação do balanço hídrico no SAAC para o cenário c do setor s em cada faixa de consumo f.

$$FN002AC_{(c)} = \sum_{(s)} FN002AC_{(c,s)} \quad (4.12)$$

$$FN002AC_{(c, s)} = FN002CB_{(s)} - RecPer_{(c, s)} \quad (4.13)$$

$$RecPer_{(c,s)} = \sum_{(f)} RecPer_{(c,s,f)} \quad (4.14)$$

$$RecPer_{(c, s, f)} = PotApAC_{(c, s, f)} \times TfMdfX_{(f)} \quad (4.15)$$

Onde:

$FN002AC_{(c)}$ = receita operacional direta de água por cenário (R\$/ano).

$FN002AC_{(c, s)}$ = receita operacional direta de água por cenário por setor da área de estudo por ano (R\$/ano).

$FN002CB_{(s)}$ = receita operacional direta de água no cenário base por setor da área de estudo por ano (R\$/ano).

$RecPer_{(c, s)}$ = receita perdida com SAAC por cenário por setor por ano (R\$/ano).

$RecPer_{(c, s, f)}$ = receita perdida com SAAC por cenário por setor por faixa de consumo por ano (R\$/ano).

$PotApAC_{(c, s, f)}$ = potencial de aproveitamento de água de chuva por cenário por setor por faixa por ano (m^3 /ano).

Calculados os parâmetros dos indicadores adaptados, estes foram medidos para o Distrito Federal, Brazlândia sem SAAC também definido como cenário base, assim como considerando a aplicação dos cenários avaliados para Brazlândia e os setores residenciais, visando à análise dos impactos da implementação de SAAC na perspectiva da companhia de saneamento.

Para a análise custo benefício (ACB) da implantação de política pública de disseminação de SAAC, foram selecionados os dois cenários extremos de simulação:

- 1) cenário com reservatório de 1 m³ e demanda não potável para uso externo (lavagem de pisos e jardinagem);
- 2) cenário com reservatório de 15 m³ e demanda não potável para uso externo e em bacias sanitárias.

Para o cálculo da despesa economizada ($DespE_{(c, s, f)}$), que para a companhia pode ser entendida como um benefício, foi considerado o princípio dos gastos evitados, ou seja, foi calculada a despesa que seria reduzida com o uso do SAAC em função do volume potencialmente utilizado com o sistema, causando redução no volume consumido no sistema tradicional da CAESB. Conforme a Equação 4.16, foi utilizado o indicador IN026 que representa o total das despesas de exploração por volume faturado, sendo da ordem de R\$ 4,18/ m³ para o ano de 2019, multiplicado pela parcela de custos referente aos serviços com abastecimento de água baseada nos Custos dos Serviços Prestados para o ano de 2019 apresentados pela CAESB em suas Demonstrações Financeiras (CAESB, 2019), sendo 58,5% para os serviços de abastecimento de água e 41,5% para os serviços com esgotamento sanitário. Portanto, com este percentual, multiplicado pelo indicador do SNIS de DEX/m³ faturado para o Distrito Federal, foram definidos os custos por m³ com abastecimento de água.

$$DespE_{(c, s, f)} = DEX_A \times IN026 \times PotApAC_{(c, s, f)} \quad (4.16)$$

Onde:

$DespE_{(c, s, f)}$ = despesa economizada com água com o uso de SAAC nas residências (R\$).

IN026 = total das despesas de exploração (de água e esgoto) por volume faturado (R\$/m³).

DEX_A = parcela das despesas totais referente aos serviços com abastecimento de água (R\$/m³).

As despesas com a exploração da água economizada para ampliação da oferta de água ($DespAOA_{(c, s, f)}$) para outros usuários foram calculadas com o produto das despesas totais de exploração (IN026) pelo volume economizado de água de chuva em cada faixa, conforme Equação 4.17.

$$DespAOA_{(c, s, f)} = IN026 \times PotApAC_{(c, s, f)} \quad (4.17)$$

Onde:

$DespAOA_{(c, s, f)}$ = despesa com a ampliação da oferta de água (R\$).

A receita com a ampliação da oferta de água ($RecAOA_{(c, s, f)}$) considerou o somatório dos volumes economizados em todas as faixas de consumo sendo integralmente vendido para cada faixa de consumo. Com isso, esse somatório foi multiplicado pela tarifa média por faixa de consumo ($TfMdFx_{(f)}$) e por 2 para considerar a receita referente ao esgotamento sanitário. Considerou-se que o total de volume anteriormente economizado seria comercializado para um consumo total em cada faixa de consumo.

$$RecAOA_{(c, s, f)} = \sum VolEcFx_{(c, s, f)} \times TfMdFx_{(f)} \times 2 \quad (4.18)$$

Onde:

$RecAOA_{(c, s, f)}$ = receita com a ampliação da oferta de água (R\$).

O balanço econômico ($BE_{(c, s, f)}$) considerou, para cada faixa de consumo, a subtração das receitas pelas despesas geradas a partir da utilização de água de chuva nas residências da área de estudo e a ampliação da oferta de água pela Companhia de Saneamento.

$$BE_{(c, s, f)} = [\sum RecAOA_{(c, s, f)} - \sum DespAOA_{(c, s, f)}] + [\sum DespE_{(c, s, f)} - RecPer_{(c, s, f)}] \quad (4.19)$$

Onde:

$BE_{(c, s, f)}$ = balanço econômico (R\$).

Com as análises considerando o balanço econômico-financeiro da companhia com a implementação de SAAC, bem como os ganhos financeiros a partir da comercialização referente a ampliação da oferta de água proveniente da economia provocada com a implementação SAAC, realizou-se um balanço financeiro para avaliar o momento em que a companhia passa a ter lucro ou benefício. Num primeiro momento, esta análise do benefício avaliou a ampliação da oferta de água nas faixas de consumo residenciais. Posteriormente, a análise também avaliou a comercialização do volume economizado para setores não residenciais de consumo, aplicando valores da tarifa comercial, industrial e pública. A Tabela 4.7 apresenta as tarifas médias utilizadas para análise do balanço

econômico com a ampliação da oferta de água para consumidores não residenciais (comercial, industrial e público).

Tabela 4.7 - Dados da tarifa média por faixa de consumo. Fonte: Elaborado pelos Autores com fonte de dados de CAESB (2023).

Faixa de Consumo	Tarifa Média Comercial, Industrial e Público (R\$/m³)
0 a 4	6,72
5 a 7	7,44
8 a 10	8,46
11 a 40	12,20
Acima de 40	12,60

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA COM A IMPLEMENTAÇÃO DE SAAC EM BRAZLÂNDIA/DF

Considerando a série de precipitação diária com 30 anos de duração, determinou-se o potencial de consumo de água pluvial para cada setor de Brazlândia para as demandas Ext e Ext & Bs, como apontado na Figura 5.1.

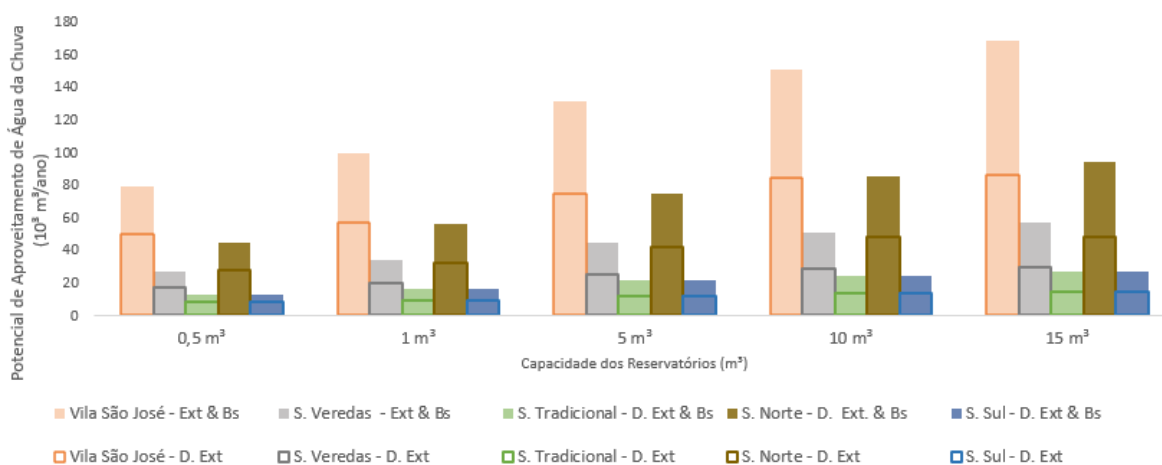


Figura 5.1 - Potencial de aproveitamento de água de chuva por capacidade de reservatório nos setores residenciais de Brazlândia para as demandas Ext. e Ext. & Bs.

A Vila São José, seguida pelo setor Norte e Veredas, apresentam os maiores potenciais de consumo de água de chuva, enquanto os setores Tradicional e Sul possuem os menores valores. Tal fato é consequência da quantidade de ligações ativas de água em cada setor ser maior para a Vila São José e para os setores Norte e Veredas.

Ao supor o uso da água de chuva apenas para usos externos, o consumo de água de chuva ao ano é inferior a 90.000 m³/ano para todos os setores. Quando a água de chuva também é empregada para a descarga de bacias sanitárias, constata-se um aumento do volume consumido para todos os setores, sendo que o consumo de água da chuva atinge valores superiores a 90.000 m³/ano para a Vila São José a partir de reservatórios com capacidade de 1 m³. Nos demais setores, o Setor Norte ultrapassa 90.000 m³/ano para reservatórios com capacidade de 15 m³.

Também se observa que ao aumentar o volume de armazenamento ocorre um acréscimo na quantidade de água de chuva consumida. Todavia, verifica-se que esse aumento é especialmente significativo para os menores volumes de armazenamento (0,5 m³, 1 m³ e 5 m³). Para os maiores reservatórios, com o aumento do volume não há um ganho significativo no percentual de água não potável que pode ser economizado, logo pode-se concluir que tais volumes são excessivos para o consumo nas edificações e a precipitação local. Sendo possível visualizar melhor estes dados com a Figura 5.2, onde apresenta o potencial de aproveitamento de água de chuva por ligação ativa de água para Brazlândia.

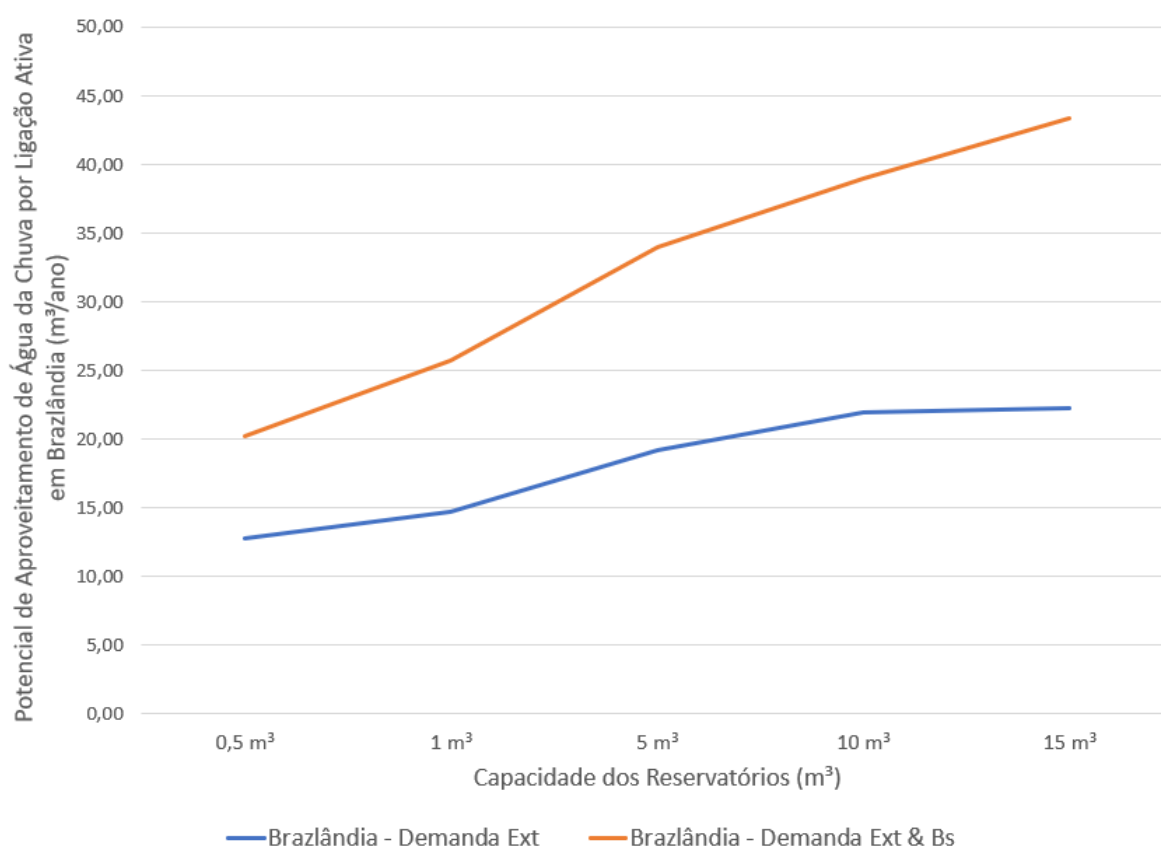


Figura 5.2 - Potencial de Aproveitamento de Água de Chuva por Ligação Ativa de Água em Brazlândia.

Conforme Figura 5.3, também foi avaliado o consumo total de água de chuva para Brazlândia para as demandas Ext e Ext & Bs. Como observado nos valores por setor ao empregar a água da chuva também para a descarga em bacias sanitárias (demanda Ext & Bs) há um aumento do consumo de água de chuva. Com a variação dos volumes de armazenamento para a demanda Ext pode-se economizar de 57,14% a 99,85% da demanda não potável (Figura 5.3), o que representa de 7,43% a 12,98% da demanda total da área de

estudo. Já para a demanda Ext & Bs, pode-se substituir por água da chuva de 42,27% a 90,45% da demanda não potável ou de 11,84% a 25,33% da demanda total.

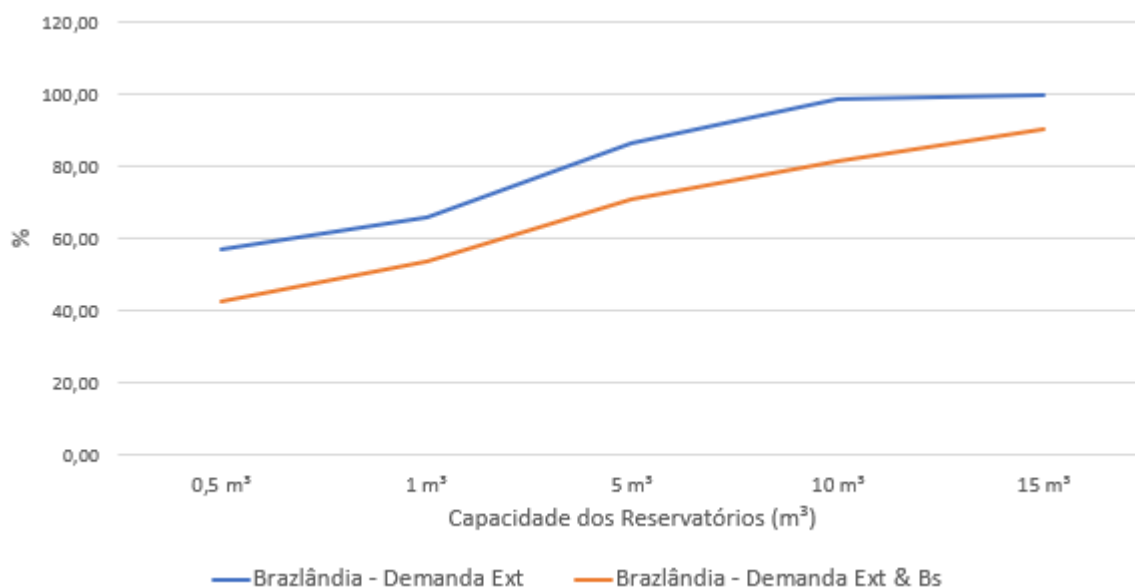


Figura 5.3 - Percentual da Demanda de Água não Potável Potencialmente Utilizada com a implementação de SAAC nos setores residenciais de Brazlândia.

Em termos de aproveitamento anual de água de chuva para Brazlândia para as demandas Ext e Ext & Bs, o potencial máximo analisado pode chegar a mais de 370.000 m³/ano, conforme Figura 5.4.

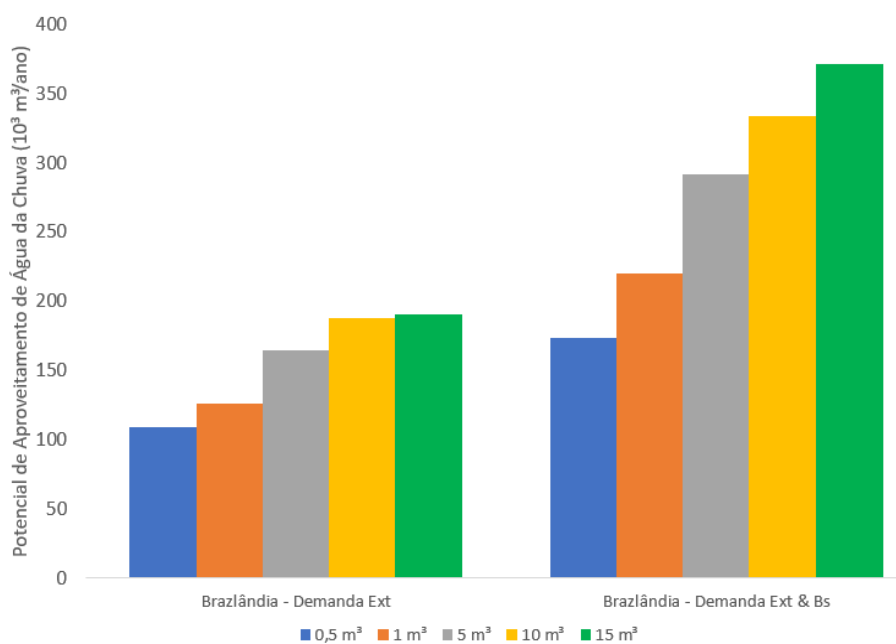


Figura 5.4 - Potencial de aproveitamento de água da chuva anual em Brazlândia para as demandas Ext e Ext & Bs.

Contudo, devido à concentração da precipitação em alguns meses o volume de água da chuva consumido varia mensalmente como pode ser observado na Figura 5.5. Constatase que para a demanda Ext há uma redução expressiva do consumo de água de chuva para os menores volumes de armazenamento nos meses de maio a setembro. Quando são empregados reservatórios com capacidades de 10 m³ e 15 m³ não há variação do consumo ao longo dos meses já que os reservatórios conseguem armazenar água durante o período chuvoso e empregar nos meses de estiagem. Cabe ressaltar, que as demandas por irrigação, presente na demanda Ext, podem não existir nos meses chuvosos.

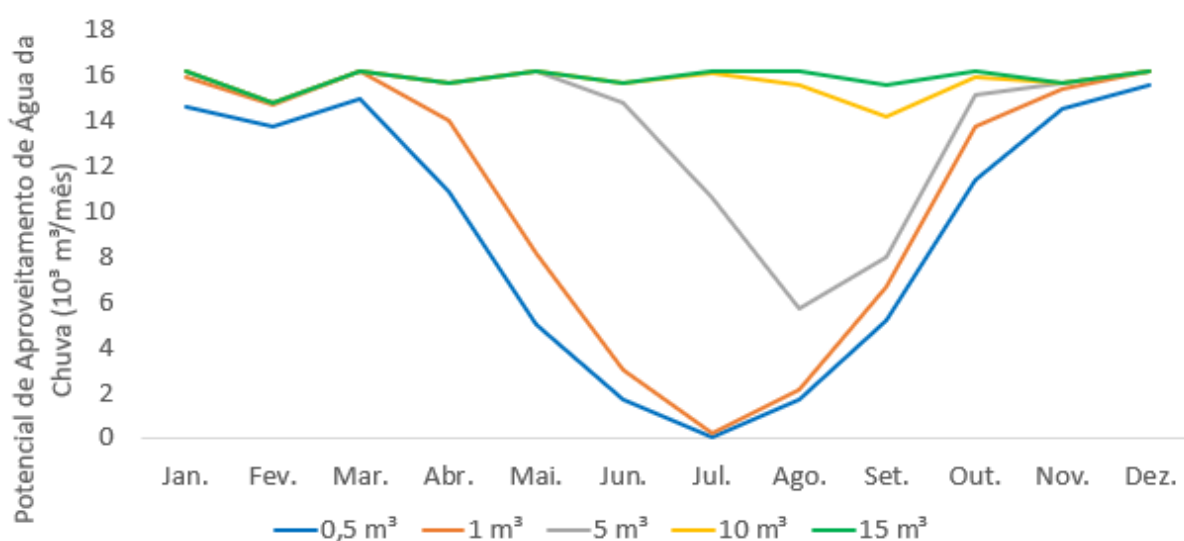


Figura 5.5 - Potencial de aproveitamento mensal de água da chuva nos setores residenciais de Brazlândia para a demandas Ext.

Já para a demanda Ext & Bs, ilustrada na Figura 5.6, o consumo mensal é impactado pela precipitação para todos os volumes de armazenamento, sendo que ao empregar volumes com 0,5 m³ e 1 m³ o consumo de água da chuva é insignificante em junho, julho e agosto. Assim, percebe-se que mesmo com a implantação dos sistemas na escala urbana durante o período de estiagem a cidade depende exclusivamente das fontes convencionais de abastecimento, a não ser que sejam empregados reservatórios de água de chuva superdimensionados que possivelmente não são viáveis economicamente para os usuários e podem não ser compatíveis com a área disponível para sua construção.

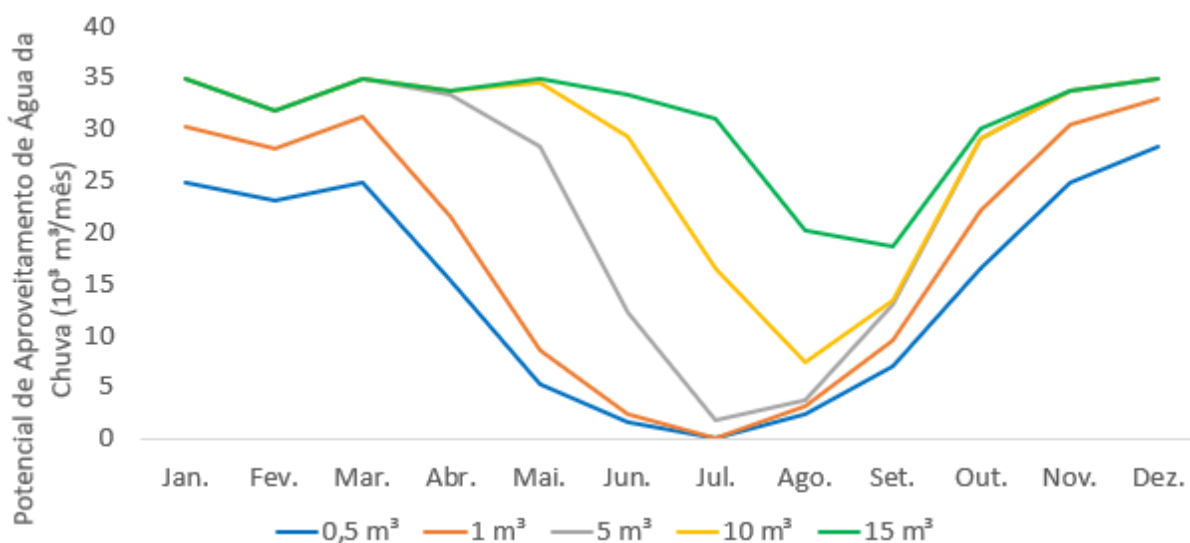


Figura 5.6 - Potencial de aproveitamento mensal de água da chuva nos setores residenciais de Brazlândia para a demandas Ext & Bs.

Considerando os cenários avaliados, RG e RP, a Tabela 5.1 apresenta suas características e os potenciais de aproveitamento de água de chuva nas demandas Ext e Ext & Bs. Sendo representado graficamente na Figura 5.7.

Tabela 5.1 - Características dos cenários avaliados e potenciais de aproveitamento de água de chuva.

Setor	Potencial de Aproveitamento de Água de Chuva			
	Cenário RG	Cenário RG	Cenário RP	Cenário RP
	(10 ³ m ³ /ano)	(10 ³ m ³ /ano)	(10 ³ m ³ /ano)	(10 ³ m ³ /ano)
	Demanda	Demanda	Demanda	Demanda
	Ext	Ext&Bs	Ext	Ext&Bs
	15 m ³	15 m ³	1 m ³	1 m ³
Vila São José	85,66	167,76	56,75	99,25
Veredas	28,80	56,59	19,09	33,50
Setor Tradicional	14,00	26,43	9,09	15,65
Setor Norte	48,16	94,18	31,97	55,98
Setor Sul	13,78	26,57	9,07	15,79
	190,41	371,52	125,96	220,16



Figura 5.7 - Potencial de Aproveitamento de Água de Chuva por setor de Brazlândia.

Considerando o cenário possível apresentado para Brazlândia no PDSB (2017), o qual previa uma ampliação da ETA Brazlândia em 21 L/s, com a implementação do cenário RG e demanda Ext & Bs do presente estudo, seria possível atender a 56,10% desta ampliação de volume. Ainda, para o caso do sistema produtor de água de Brazlândia, os consumos de água economizados vão para o reservatório do rio Descoberto, responsável pelo abastecimento de 60% da água consumida no Distrito Federal.

Cabe ressaltar que para o cenário RG, muitas residências de Brazlândia, devido as taxas de ocupação dos terrenos e da consolidação das construções, podem não ter a possibilidade de instalação de reservatórios com as maiores dimensões analisadas. Entretanto, quanto às adaptações das instalações hidráulicas, Sant'Ana *et al.* (2016) observaram que, tanto nas residências unifamiliares, quanto nas multifamiliares, os sistemas de aproveitamento de águas de chuva isolados de distribuição direta em torneiras de uso geral ou em torneiras de jardim para lavagem de pisos e irrigação provaram ser de fácil adaptação predial, necessitando apenas de pequenos investimentos em equipamentos e mão de obra. Cabe também ressaltar que para os setores com renda baixa e alta taxa de ocupação do terreno podem não promover o uso de água de chuva para fins de irrigação por não terem espaço e disponibilidade financeira para manutenção de plantas e jardins.

Para os sistemas de aproveitamento de águas de chuva integrados, de distribuição indireta a pontos de uso interno, em descargas sanitárias ou lavanderias, necessitariam de pouca intervenção predial para utilizar água de chuva em bacias sanitárias, por exemplo. Sendo que as edificações que apresentam rede de distribuição de água com colunas de água independentes alimentando as válvulas de descargas sanitárias por exemplo, podem ser facilmente adaptadas para o aproveitamento de água da chuva (Sant’Ana *et al.*, 2016). Portanto, as maiores intervenções para adaptação predial previstas para a demanda Ext & Bs ficariam a cargo das residências que apresentam uma única coluna de água alimentando os banheiros.

Em termos apenas de volumes economizados devido ao aproveitamento de água de chuva, considerando os cenários mais factíveis como o cenário RP e demanda Ext, suas economias previstas poderiam incorrer em incentivos aos SAAC em setores específicos, em detrimento de outros. Por exemplo, é possível observar que se houvesse um incentivo aos SAAC na Vila São José o volume economizado praticamente abasteceria o Setor Sul. Mesmo com incentivo aos SAAC nos demais setores de Brazlândia para os cenários mais factível, ou seja, o cenário RP e demanda Ext, seria possível abastecer o Setor Sul.

5.2 – INDICADORES E ASPECTOS ECONÔMICO-FINANCEIROS

Quanto aos indicadores adaptados do SNIS analisados considerando os cenários avaliados quanto à implementação de SAAC e a delimitação do estudo de caso, foram elaborados os gráficos para comparação dos dados. Com isso, foi possível identificar os fatores a serem analisados em termos econômicos e financeiros da companhia de saneamento. Os resultados mais detalhados estão no **Apêndice A**.

A análise do indicador adaptado IN005a, tarifa média de água, foi importante para analisar a relação das reduções no faturamento direto de água e os volumes medidos com a implementação de SAAC. Há influência no cálculo das tarifas variáveis devido principalmente as reduções dos volumes por faixa de consumo com os aproveitamentos de água de chuva. Com isso, as tarifas médias de água para os cenários obtiveram valores acima do cenário base na maioria dos setores analisados (Figura 5.8), sendo que o contrário ocorreu apenas para o setor Veredas. Neste contexto, devido aos cenários avaliados,

considerando as tarifas médias praticadas e as reduções dos volumes medidos, apesar das perdas de receita, o faturamento por m³ de água nos cenários avaliados foram maiores, havendo queda neste faturamento apenas no setor Veredas.

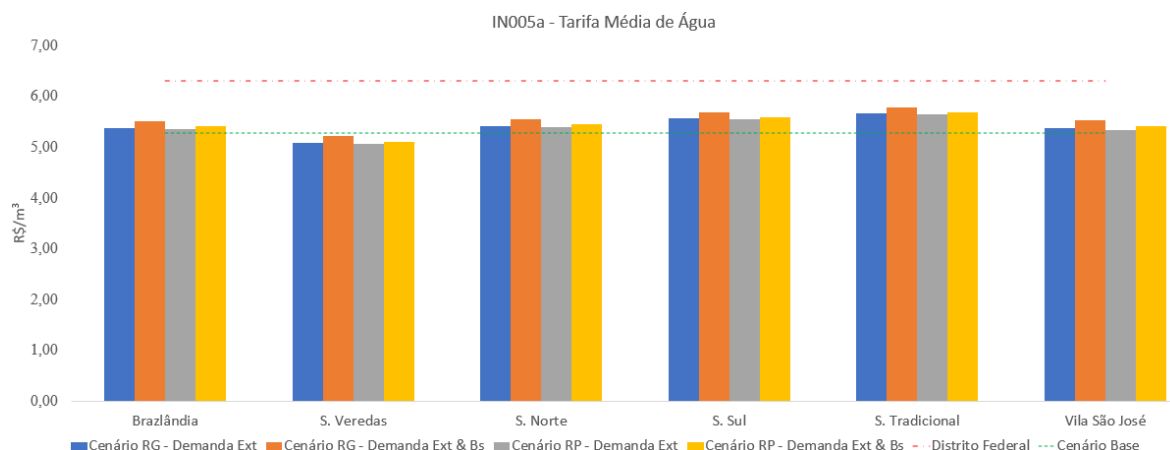


Figura 5.8 - Indicador de tarifa média de água (IN005a) a partir dos Cenários aplicados ao Estudo de Caso.

A Figura 5.9 apresenta o potencial de perda de receita operacional nos setores residenciais de Brazlândia para cada cenário avaliado e os valores das receitas perdidas estão inseridos na Tabela 5.2 para compreensão dos valores exatos.

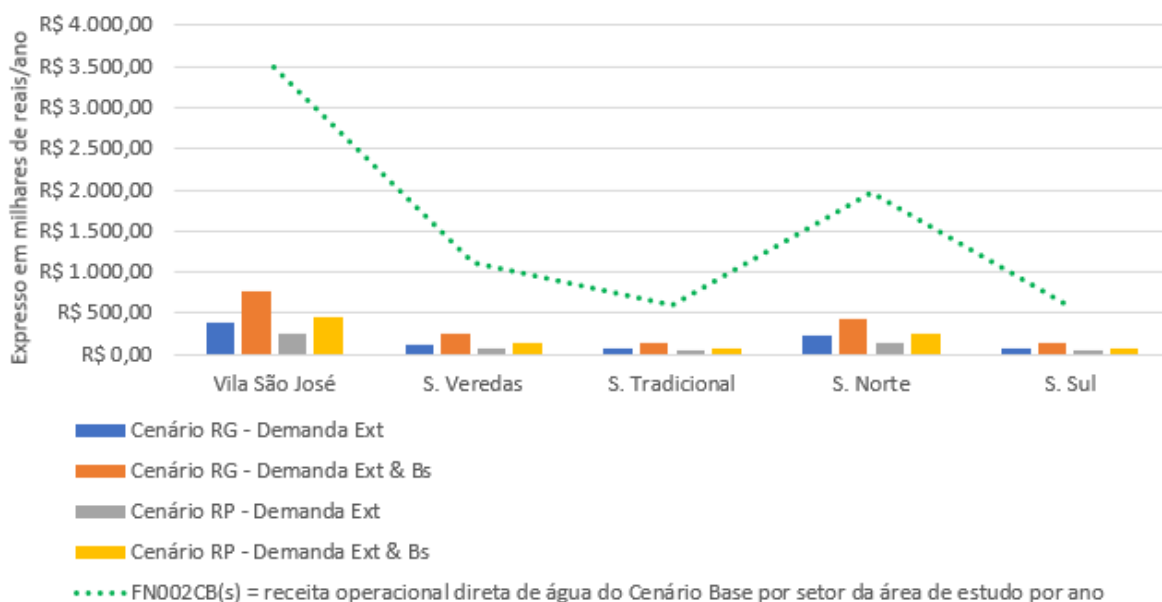


Figura 5.9 - Potencial de perdas de receita operacional para os setores de Brazlândia nos cenários avaliados.

Tabela 5.2 - Receitas perdidas nos setores residenciais de Brazlândia para os cenários avaliados (Expresso em milhares de reais por ano).

	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
Cenário RG					
- Demanda Ext	R\$ 396,24	R\$ 125,46	R\$ 70,82	R\$ 226,94	R\$ 67,82
Cenário RG					
- Demanda Ext & Bs	R\$ 762,78	R\$ 244,70	R\$ 132,76	R\$ 440,78	R\$ 130,46
Cenário RP					
- Demanda Ext	R\$ 259,72	R\$ 82,83	R\$ 45,77	R\$ 150,00	R\$ 44,57
Cenário RP					
- Demanda Ext & Bs	R\$ 450,69	R\$ 144,91	R\$ 78,51	R\$ 261,94	R\$ 77,56
FN002CB_(s)	R\$ 3.483,67	R\$ 1.105,19	R\$ 603,97	R\$ 1.972,64	R\$ 581,71

Ao todo, o potencial de redução do consumo de água tratada da CAESB devido à implementação de SAAC é da ordem de 125.962,60 m³/ano, considerando o cenário RP e demanda Ext, cenário de maior simplicidade de implementação. Isto representaria uma perda anual de receita operacional da companhia de R\$ 582.889,92, correspondendo a 0,06 % da receita operacional anual. Enquanto as maiores perdas de arrecadação ocorreriam para o cenário RG com a demanda Ext & Bs, R\$ 1.711.478,83, a aproximadamente 0,18% da receita operacional da companhia.

Cabe ressaltar também que os volumes de água economizados refletirão nos volumes de esgoto cobrados (faturados), uma vez que o mecanismo de cobrança do volume de esgoto coletado depende do volume de água medido. Como o volume de esgoto gerado após consumo do volume de água vindo do SAAC não é computado, essa parcela de faturamento é perdida deixando também de ser arrecadada pelos serviços de esgoto, mesmo que permaneça sendo coletada e tratada pela companhia de saneamento.

O indicador operacional adaptado de coleta de esgoto, IN015a, demonstra a relação entre o esgoto coletado pela companhia de saneamento e o volume medido. Os esgotos coletados corresponderam a 80% do medido no cenário base e os volumes medidos nos cenários foram reduzidos pelo volume proporcionado com a implementação dos SAAC. Neste contexto, houve diminuição nos volumes medidos após implementação dos SAAC e os índices de coleta de esgoto apresentaram percentuais acima do cenário base, conforme

demonstrado na Figura 5.10. Esta relação desperta a importância da análise das despesas com esgotamento sanitário para a companhia de saneamento após implementação dos SAAC representando que operacionalmente a companhia está tratando um volume de esgoto acima do volume de água consumido e, portanto, é preciso se estabelecer um mecanismo de cobrança para essa parcela do esgoto não capturada pelo mecanismo de tarifa atual.

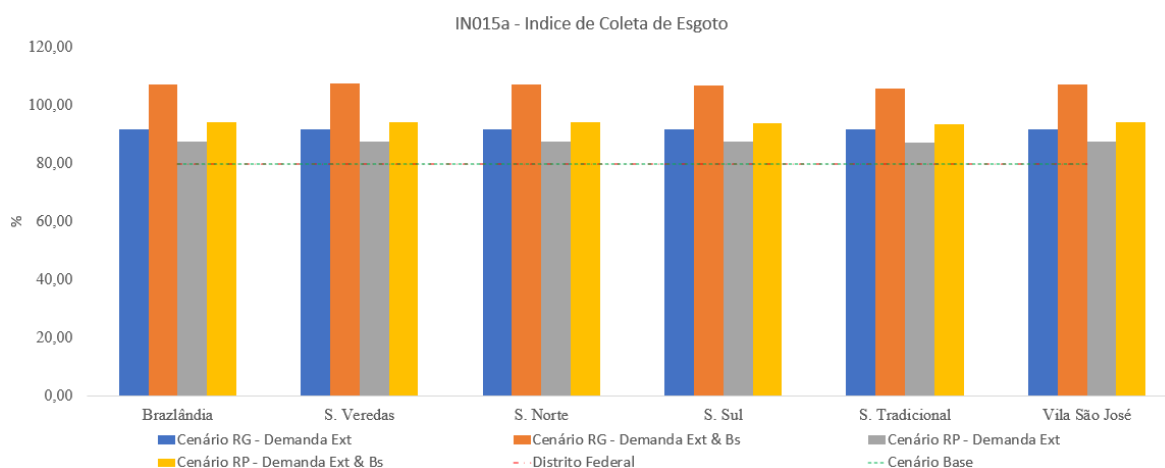


Figura 5.10 - Indicador de coleta de esgoto (IN015a) a partir dos Cenários aplicados ao Estudo de Caso.

No estudo de Ward *et al.* (2019) houve indicação de que no Brasil e no Reino Unido estão desenvolvendo e considerando a implementação de tarifação diferenciada para os esgotos gerados a partir de SAAC, a fim de proteger a receita das Companhia de Saneamento. Para o Distrito Federal, o Artigo 39 da Resolução ADASA nº 5/2022 definiu que as regras referentes à medição de efluentes e ao faturamento de serviços de esgotamento sanitário nos casos de aproveitamento ou de reúso de água não potável serão estabelecidas em resolução específica. Isto recairá em resolução futura e a ADASA tratará especificamente dos procedimentos e da metodologia de cálculo, respeitando o custo fixo do tratamento de esgoto (ADASA, 2022).

Neste contexto, partindo do princípio que nos dois cenários extremos de simulação, cenário RP com demanda Ext e cenário RG com demanda Ext & Bs, foram implementados SAAC nos setores residenciais de Brazlândia, do ponto de vista da companhia de saneamento a análise custo benefício na perspectiva da companhia de saneamento não é favorável caso essa política seja implantada e incentivada nas residências que tenham consumo em todas as faixas de consumo, ou seja, há uma perda de receita superior à economia com despesas

de exploração dos serviços de água, conforme observado nas Tabelas 5.3 e 5.4. Entretanto, essa análise leva em consideração apenas que haverá redução do consumo de água da companhia, sem destinação dos volumes economizados para outros fins.

Tabela 5.3 - Análise custo benefício para a companhia com implementação de SAAC nos setores de Brazlândia no cenário RG – Demanda Ext & Bs (Expresso em milhares de reais por ano).

Setores de Brazlândia	Faixas de Consumo				
	0 a 7 m ³	8 a 13 m ³	14 a 20 m ³	21 a 30 m ³	31 a 45 m ³
Vila São José	-R\$ 723,41	-R\$ 622,76	-R\$ 129,56	R\$ 564,95	R\$ 1.655,36
S. Veredas	-R\$ 218,81	-R\$ 184,86	-R\$ 18,48	R\$ 215,80	R\$ 583,63
S. Norte	-R\$ 431,39	-R\$ 374,88	-R\$ 98,00	R\$ 291,89	R\$ 904,03
S. Tradicional	-R\$ 139,21	-R\$ 123,35	-R\$ 45,65	R\$ 63,76	R\$ 235,54
S. Sul	-R\$ 133,96	-R\$ 118,02	-R\$ 39,92	R\$ 70,07	R\$ 242,75

Tabela 5.4 - Análise custo benefício para a companhia com implementação de SAAC nos setores de Brazlândia no cenário RP – Demanda Ext (Expresso em milhares de reais por ano).

Setores de Brazlândia	Faixas de Consumo				
	0 a 7 m ³	8 a 13 m ³	14 a 20 m ³	21 a 30 m ³	31 a 45 m ³
Vila São José	-R\$ 248,11	-R\$ 214,07	-R\$ 47,24	R\$ 187,68	R\$ 556,53
S. Veredas	-R\$ 74,37	-R\$ 62,91	-R\$ 6,78	R\$ 72,27	R\$ 196,38
S. Norte	-R\$ 147,19	-R\$ 128,00	-R\$ 34,02	R\$ 98,33	R\$ 306,12
S. Tradicional	-R\$ 48,10	-R\$ 42,65	-R\$ 15,93	R\$ 21,69	R\$ 80,76
S. Sul	-R\$ 45,80	-R\$ 40,36	-R\$ 13,70	R\$ 23,84	R\$ 82,78

Ao avaliar o resultado negativo da análise custo benefícios em todos os cenários e setores analisados, ressalta-se a importância de se buscar mecanismos de viabilização da política de implementação de SAAC que proporcionem caminhos para a recuperação de valores perdidos pela companhia, bem como identificando outros benefícios sociais da política, tais como, ampliação da segurança hídrica na região, ampliação do acesso a água em outras parcelas da sociedade, possibilidade de atender demandas que possuam uma precificação maior, tais como setores comerciais, industriais e públicos.

No trabalho de Sant'Ana *et al.* (2017b), sugeriu-se a criação de uma tarifa diferenciada (Tarifa-Prêmio) que poderia ser fixa, seguindo correções de acordo com o aumento nos custos de exploração, ou poderia servir como um mecanismo temporário com o intuito de

estimular proprietários a investir em sistemas de aproveitamento de águas de chuva e do reúso de água cinzas. Outra proposta para uma Tarifa-Prêmio, seria a elevação dos valores cobrados das últimas faixas tarifárias permitindo-se, assim, que os grandes consumidores subsidiem àqueles que fazem uso de fontes alternativas de água.

Certamente, com as análises realizadas no presente estudo, esta primeira opção de Tarifa-Prêmio pode ser simulada para o Distrito Federal, tendo em vista que para os cenários avaliados para Brazlândia, um acréscimo de R\$ 0,014/m³ por mês por ligação subsidiaria a companhia de saneamento. Ainda com relação a subsídios, Sant'Ana *et al.* (2017b) afirmaram que, quanto aos custos com o tratamento de esgoto, a economia gerada pelo aproveitamento de águas de chuva em usos internos (descarga sanitária e lavagem de roupas) são capazes de subsidiar as despesas relacionadas à coleta e tratamento do esgoto lançado na rede da concessionária. Ou seja, mesmo o presente trabalho não considerando o emprego de SAAC para lavagem de roupas por considerar as especificações previstas em norma para usos não potáveis de água da chuva, é possível ter uma economia por parte dos consumidores que justificam subsidiar a companhia de saneamento por meio de ajustes tarifários.

Cabe ressaltar ainda que as economias de água provenientes dos SAAC ocorrerão principalmente nos períodos chuvosos, podendo dar condições para a companhia de saneamento fornecer água para outros consumidores nestes períodos chuvosos, principalmente em função dos reservatórios de acumulação do sistema de abastecimento do Distrito Federal, ou nos meses sem chuva, que são secos e críticos para a manutenção da oferta de água. Para este caso, se toda a água economizada com a implantação de SAAC for comercializada pela companhia para áreas residenciais, ela terá lucro se as vendas ocorrem nas faixas de consumo acima de 20 m³ (21 a 30 m³ e 31 a 45 m³ e acima de 45) em todos os setores de Brazlândia analisados, conforme demonstrado nas Figuras 5.11 e 5.12.

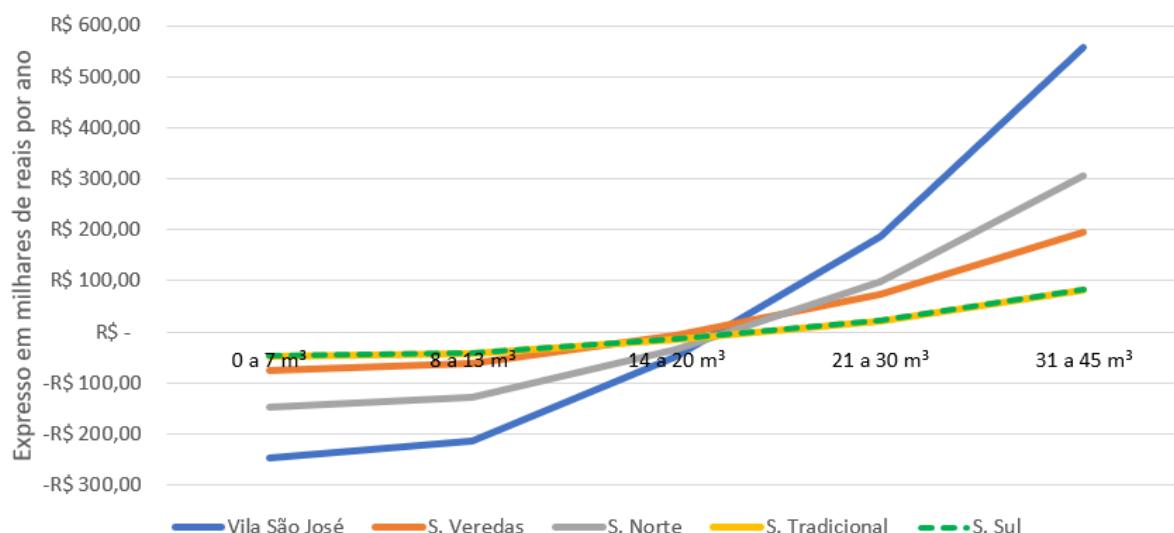


Figura 5.11 - Balanço econômico da comercialização de toda a água economizada na demanda Ext com a implementação de SAAC para as áreas residenciais.

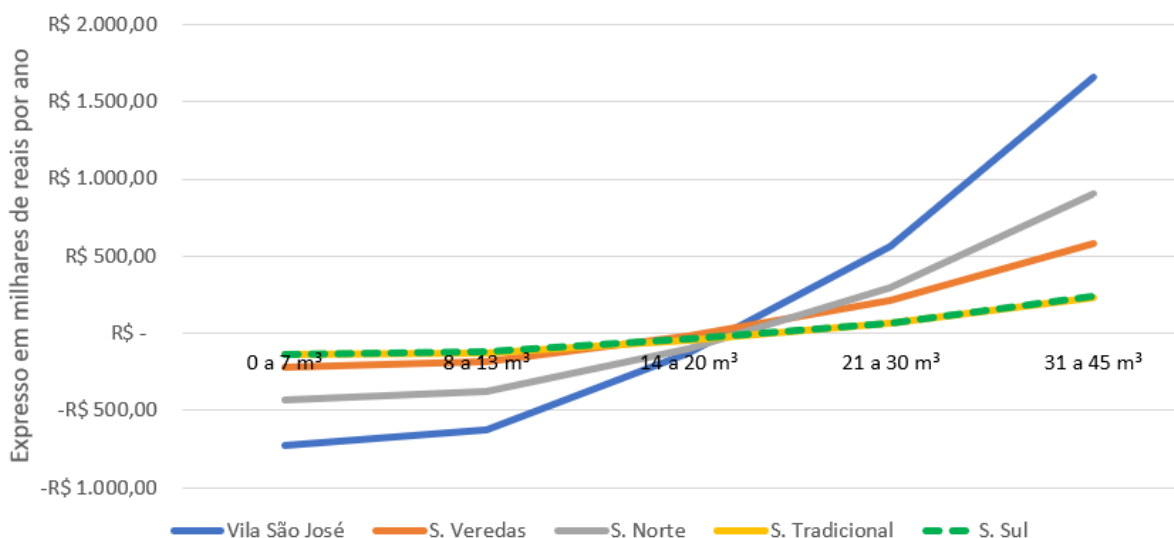


Figura 5.12 - Balanço econômico da comercialização de toda a água economizada na demanda Ext & Bs com a implementação de SAAC para as áreas residenciais.

A companhia também tem a possibilidade de ofertar a água potencialmente economizada com o aproveitamento de água de chuva para os setores não residenciais, em que as tarifas praticadas são superiores às tarifas residenciais. Considerando a oferta de toda a água economizada com a implantação de SAAC para áreas não residenciais com tarifa comercial, industrial e pública, o lucro ocorre para os consumos em todas as faixas de consumo, conforme demonstrado nas Figuras 5.13 e 5.14. Com isso, com a oferta ampliada para áreas não residenciais, há possibilidade de cobertura do faturamento não realizado nas residências analisadas na área de estuo e ainda gerando uma análise custo benefício positiva. Salienta-se que tal possibilidade deve considerar o cenário de que exista demanda

para esse volume de água nos setores comercial, industrial e público mesmo que fora da área de estudo, mas dentro da área de atuação da companhia.

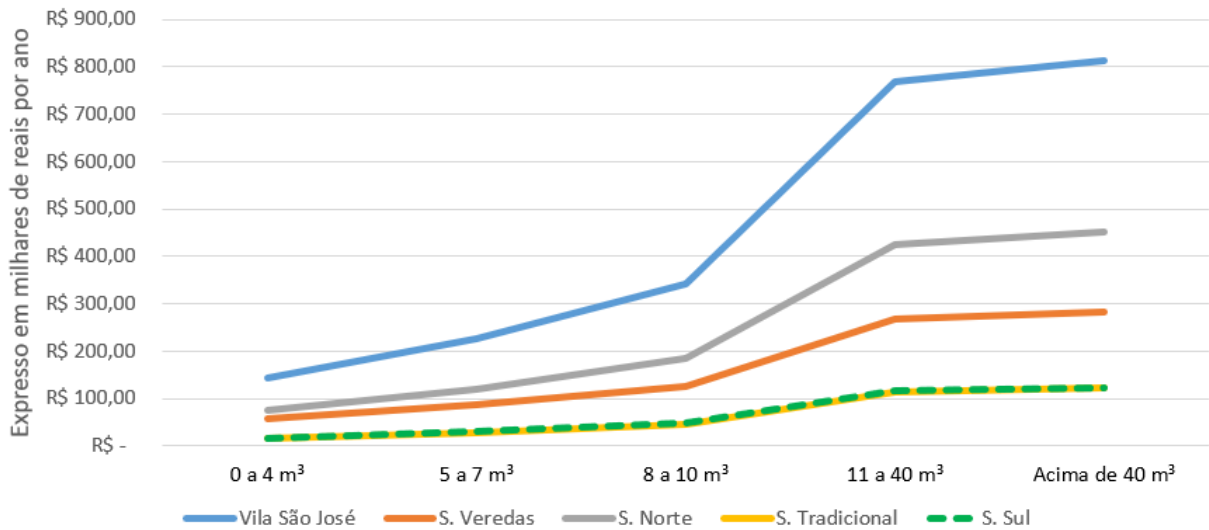


Figura 5.13 - Balanço econômico prevendo a comercialização de toda a água economizada na demanda Ext com a implementação de SAAC para áreas não residenciais com tarifa comercial, industrial e pública.

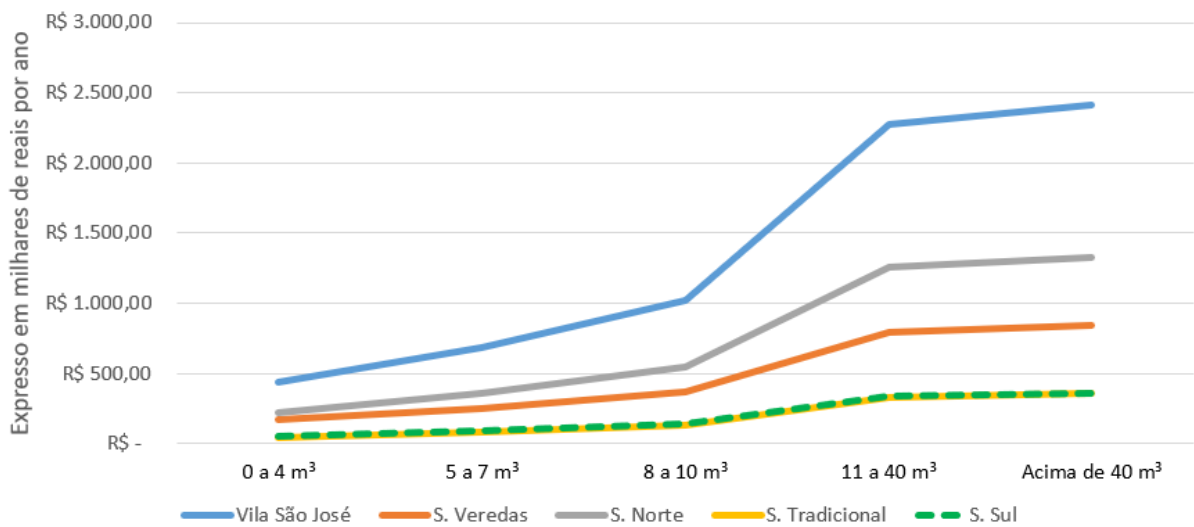


Figura 5.14 - Balanço econômico prevendo a comercialização de toda a água economizada na demanda Ext & Bs com a implementação de SAAC para áreas não residenciais com tarifa comercial, industrial e pública.

6 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho concebeu e aplicou metodologia para avaliação de política de disseminação de SAAC na perspectiva da companhia de saneamento. A partir da identificação do potencial de aproveitamento da água de chuva para diferentes configurações de SAAC (tamanho de reservatório e demanda), foram selecionados e avaliados indicadores de desempenho econômico da companhia considerando a análise custo benefício da decisão de implementação de SAAC. A análise do potencial de aproveitamento de água de chuva demonstrou que para lavagem de piso e jardinagem pode-se atender de 57,14% a 99,85% da demanda. Já para lavagem de piso, jardinagem e bacias sanitárias, pode-se atender de 42,27% a 90,45% dessa demanda.

A análise custo benefício da implementação de SAAC para a CAESB demonstrou haver redução de arrecadação com os serviços de água e de esgotamento sanitário, mesmo havendo redução nos custos de oferta dos serviços de água.

Com isso, o aproveitamento de água de chuva previsto nos setores de Brazlândia para o cenário RG, devido a implementação de SAAC, foi da ordem de 190.408 m³/ano e 371.515 m³/ano nas demandas Ext e Ext & Bs respectivamente. Enquanto para o cenário RP, a economia de água foi de 125.962 m³/ano e 220.159 m³/ano nas demandas Ext e Ext & Bs respectivamente.

Em termos de volumes economizados, com a implementação do cenário RG e demanda Ext & Bs do presente estudo, seria possível atender a 56,10% da ampliação de volume considerando o cenário possível apresentado para Brazlândia no Plano Distrital de Saneamento Básico vigente. Entretanto, o presente trabalho demonstrou com a caracterização da área de estudo que as adaptações necessárias nas residências podem inviabilizar esse cenário. Ao passo, que os cenários mais factíveis poderiam viabilizar, mesmo que em menor percentual, essa ampliação de oferta de água necessária para a área de estudo. Tendo em vista que as adaptações nas residências para usos externos com distribuição direta em torneiras de uso geral ou em torneiras de jardim para lavagem de pisos e irrigação apresentam facilidade na adaptação predial.

Também se verificou nos cenários avaliados que os volumes de água economizados em alguns setores de Brazlândia dariam para abastecer o volume demandado de outros setores da área de estudo. Sendo o caso da economia da Vila São José possibilitando atender a demanda anual do setor Sul.

Os dados dos SNIS foram de suma importância para avaliar os efeitos das reduções dos volumes consumidos da companhia de saneamento com a implementação de SAAC. Com isso, a adaptação dos indicadores do SNIS identificou fatores importantes como perdas de receitas e despesas com esgotamento sanitário.

O indicador adaptado IN005a, demonstrou que as tarifas médias de água para os cenários obtiveram valores acima do cenário base na maioria dos setores analisados, sendo diferente para o setor Veredas. Já o indicador operacional adaptado de coleta de esgoto, IN015a, demonstrou a diminuição nos volumes medidos devido aos SAAC e os índices de coleta de esgoto apresentaram percentuais acima do cenário base, despertando a importância da análise das despesas com esgotamento sanitário para a companhia de saneamento. O indicador de despesa por metro cúbico faturado, IN026, foi utilizado nos cálculos das despesas economizadas.

Considerando o cenário RP e demanda Ext, como o cenário mais factível de ser implementado, a companhia de saneamento terá uma perda anual de receita operacional de água de R\$ 582.889,92, correspondendo a 0,06 % da receita operacional anual. Enquanto as maiores perdas de arrecadação ocorreriam para o cenário RG com a demanda Ext & Bs, R\$ 1.711.478,83, a aproximadamente 0,18% da receita operacional da companhia.

Com o uso potencial de água de chuva a companhia de saneamento tem redução da arrecadação dos serviços de água, deixando também de arrecadar pelos serviços de esgotamento sanitário esgoto, mesmo sendo obrigada a coletar e tratar os esgotos provenientes do uso de água de chuva. Para o Distrito Federal, o Artigo 39 da Resolução ADASA nº 5/2022 prevê a definição de regras referentes à medição de efluentes e ao faturamento de serviços de esgotamento sanitário nos casos de aproveitamento ou de reúso de água não potável.

Ao levar em consideração apenas que haverá redução do consumo de água da companhia, sem destinação dos volumes economizados para outros fins, para os dois cenários extremos de simulação, cenário RP com demanda Ext e cenário RG com demanda Ext & Bs, verificou-se que do ponto de vista da companhia de saneamento a análise custo benefício não é favorável caso a política de incentivo aos SAAC seja implementada.

Diante desses fatos, cabe ampliar o entendimento para outras regiões do Distrito Federal, principalmente, nas que apresentam residências com consumos de água mais altos nas últimas faixas tarifárias. Sendo importante considerar que a companhia, devido aos volumes economizados com aproveitamento de água da chuva, não necessariamente utilizará esses volumes para ofertar água para outros consumos. Neste caso, poderá ser necessário avaliar mecanismo para subsidiar a companhia de saneamento com relação.

Como subsídio, como aventado por Sant'Ana *et al.* (2017b), tem a criação de uma tarifa diferenciada (Tarifa-Prêmio) fixa, seguindo correções de acordo com o aumento nos custos de exploração ou uma elevação dos valores cobrados das últimas faixas tarifárias permitindo-se, assim, que os grandes consumidores subsidiem àqueles que fazem uso de fontes alternativas de água. Entretanto, para uma definição de subsídio dessa natureza e necessário realizar uma análise para todo o Distrito Federal.

Para fins de simulação inicial a primeira opção de Tarifa-Prêmio foi estimada tendo em vista os cenários avaliados para Brazlândia, sendo da ordem de R\$ 0,014/m³ por mês por ligação para subsidiar a companhia de saneamento.

No entanto, caso toda a água economizada com a implantação de SAAC for comercializada pela companhia para outras áreas residenciais e faixas de consumo de consumo acima de 20 m³ (21 a 30 m³ e 31 a 45 m³ e acima de 45 m³) poderá gerar oportunidade de ganho econômico em todos os setores de Brazlândia analisados. O mesmo ocorre, caso a comercialização seja feita para usos não residenciais, nesse caso mostrando-se possível cobrir as perdas com uso de SAAC em todas as faixas de consumo deficitárias. Como expansão da pesquisa, sugere-se ampliar o entendimento sobre o impacto regional ampliado da implementação de SAAC gerando outras oportunidades de expansão da cobertura do sistema regional de abastecimento urbano de água no Distrito Federal.

Sugere-se que fatores sócioambientais também sejam incluídos na análise econômica para melhor representar os benefícios da implantação de SAAC em larga escala.

A ampliação de SAAC pode ser avaliada como promoção da disponibilidade de água, sendo possível entrar nas taxas de proteção de mananciais, como pagamento por serviços ambientais. Ainda neste contexto, é possível comparar os custos para a difusão dos SAAC com os custos com energia elétrica, por exemplo, na captação e distribuição de água.

Outra abordagem para a implementação de SAAC pode ser a ampliação do acesso a água em áreas de interesse social, em que o aproveitamento de água de chuva poderá atender as demandas não potáveis e os sistemas descentralizados de esgotamento sanitário podem atender as águas servidas.

REFERÊNCIAS

- Abas, P. E.; Mahalia, T. “Techno-Economic and Sensitivity Analysis of Rainwater Harvesting System as Alternative Water Source”. *Sustainability*, 2019, 11, 2365, 21p.
- Agência Nacional de Águas (ANA). “Plano Nacional de Segurança Hídrica”. Brasília: ANA, 2019. 112p.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. “Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual”. Brasília: ANA, 2020. 118p.
- Ali, S.; Zhang, S.; Yue, T. “Environmental and economic assessment of rainwater harvesting systems under five climatic conditions of Pakistan”. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 259, 120829.
- Articulação Semiárido Brasileiro (ASA). 2022. “P1MC - ASA Brasil - Articulação no Semiárido Brasileiro”. Disponível em: < <https://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>>. Acesso em: 23 OUT 2022.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 10.354: Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro – Terminologia. Rio de Janeiro, 2015. 2p
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 10.355: Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro – Capacidades nominais e diâmetros internos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015. 3p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 13.194: Reservatório de fibrocimento para água potável – Estocagem, montagem e manutenção. Rio de Janeiro, 2006. 5p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 13.210: Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro para água potável – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005. 29p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 14.799: Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável, de volume nominal até 2.000 L (inclusive) – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2018. 37p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 14.863, Reservatório de aço inoxidável para água potável. Rio de Janeiro, 2012. 5p.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 15.682: Tanque estacionário rotomoldado em polietileno (PE) para acondicionamento de águas – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2009. 12p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 5.626: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro, 2020. 2p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 5.649: Reservatório de fibrocimento para água potável – Requisitos. Rio de Janeiro, 2006. 5p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 5.650: Reservatório de fibrocimento para água potável – Verificação da estanqueidade e determinação dos volumes útil e efetivo. Rio de Janeiro, 2006. 3p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 8.220: Reservatório de poliéster, reforçado com fibra de vidro, para água potável para abastecimento de comunidades de pequeno porte – Especificação. Rio de Janeiro, 2015. 11p
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 15.527: aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos. Rio de Janeiro, 2019. 10p.
- Barreto, D. “Perfil do Consumo Residencial e Usos Finais de Água. Ambiente Construído”. Porto Alegre, v. 8, n.2, p. 23–40, abr./jun. 2008.
- Bashar, M. Z. I.; Karim, M. R.; Imteaz, M. A. “Reliability and economic analysis of urban Rainwater harvesting: A comparative study within six major cities of Bangladesh”. *Resouces, Conservation and Recycling*, 133, 2018, 146-154.
- Bertuzzi, G.; Ghisi, E. “Potential for Potable Water Savings Due to Rainwater Use in a Precast Concrete Factory”. *Water*, 2021, 13, 448. 26p.
- Brasil. Decreto Federal nº 24.643/34, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. Diário Oficial da União, Seção 1, 20 de julho de 1934. p. 14738. Rio de Janeiro, 1934.
- Brasil. Lei Federal nº 11.445/07, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Diário Oficial da União, n. 5, Seção 1, 8 de janeiro de 2007. p. 3. Brasília, 2007.
- Brasil. Lei Federal nº 13.501/17, de 30 de outubro de 2017. Altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para

incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos. Diário Oficial da União, Ed. 209, Seção 1, 31 de outubro de 2017, p. 1. Brasília, 2017.

Brasil. Lei Federal nº 13.501/17, de 30 de outubro de 2017. Altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos. Diário Oficial da União, Ano CLIV, n. 209, 31 de outubro de 2017, p. 1. Brasília, 2017.

Brasil. Lei Federal nº 14.026/20, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União, Ano CLVIII, n. 135, 16 de julho de 2020. p. 1. Brasília, 2020

Brasil. Lei Federal nº 8.987/95, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal. Diário Oficial da União, Ano CXXXIII, n. 32, 14 de fevereiro de 1995, p. 1. Brasília, 1995.

Brasil. Lei Federal nº 9.433/97, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Ano CXXXV, n. 6, 9 de janeiro de 1997, p. 467-525. Brasília, 1997.

Brasil. Projeto de Lei nº 7818/2014. Estabelece a Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção. Disponível em:<

- <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=620487>
>. Acesso em: 23 JUN 2022.
- CAESB. 2019. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB – “Demonstrações financeiras em 31 de dezembro de 2019 e 2018”. Disponível em: < <https://www.caesb.df.gov.br/images/Demonstracoes-Financeiras/DF-anual2019.pdf>>. Acesso em: 18 AGO 2023.
- CAESB. 2021. “Relatório de Indicadores de Desempenho. Edição 2021”. Disponível em:< https://www.caesb.df.gov.br/images/arquivos_pdf/arquivos_Lai/Relatorio_Indicadores_Desempenho2021.pdf>. Acesso em: junho de 2021.
- CAESB. 2022. “Consumo mensal das economias ativas dos bairros de Brazlândia nos anos de 2018 e 2019”. Fornecido pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal via peticionamento eletrônico. GDOC 00092-00037687/2022-28.
- CAESB. 2023. Tarifas e Preços. Disponível:< <https://www.caesb.df.gov.br/tarifas-e-precos.html>>. Acesso em: maio de 2023.
- Campisano, A.; Lupia, F. “A dimensionless approach for the urban-scale evaluation of domestic rainwater harvesting systems for toilet flushing and garden irrigation.” *Urban Water Journal*, 14, 9, 2017, p.883-891.
- Cheng, C.; Liao, M. “Regional rainfall level zoning for rainwater harvesting systems in northern Taiwan”. *Resources, Conservation and Recycling*, 2009, 53, 421–428.
- Coelho, G. M. “Avaliação dos Usos Finais de Água em Residências Unifamiliares Localizadas em Blumenau-SC”. Relatório de Iniciação Científica. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2008.
- CODEPLAN, 2018. “Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – 2018”. Disponível em:< <https://www.codeplan.df.gov.br/pdad-2018/>>. Acesso em: março de 2022.
- CODEPLAN, 2020. “Atlas do Distrito Federal 2020”. Capítulo 6 - Infraestrutura. Disponível em:< <https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/Atlas-do-Distrito-Federal-2020-Cap%C3%ADtulo-6.pdf>>. Acesso em: 28 AGO 2022.
- CODEPLAN, 2021. “Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios – PDAD 2021”. Disponível em:< https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/PDAD-DF_2021.pdf>. Acesso em: 28 AGO 2022.
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), 2020. Resolução CNRH nº 216, de 11 de setembro de 2020. Prorroga o prazo de vigência do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Disponível em: < <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/>

2021/02/RESOLU%C3%87%C3%83O-CNRH-216-DE-11-DE-SETEMBRO-DE-2020-2020-1.pdf >. Acesso em: 25 JUN 2022.

- Coombes, P.; Kuczera, G.; Kalma, J. “Economic, water quantity and quality impacts from the use of a Rainwater tank in the inner city”. *Australian Journal of Water Resources*, 2003, 7, 111-120.
- Costa, L. M. F.; Alves, C. M. A.; Carmo, A. G.; Nogueira, L. H. R. “Arcabouço legal de aproveitamento de água de chuva a luz do novo marco do saneamento”. Belo Horizonte, *XXIV SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 2021. ISSN 2318-0358. XXIV-SBRH0110 Disponível em:< <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=12919>>. Acesso em: junho de 2023.
- Dallman, S.; Chaudhry, A. M.; Muleta, M. K.; Lee, J. Is “Rainwater Harvesting Worthwhile? A Benefit-Cost Analysis”. *Journal Water Resources Planning Management*. 2021, 147.
- Dalsenter, M. E. “Estudo do Potencial de Economia de Água Potável Por Meio do Aproveitamento de Água Pluvial em um Condomínio Residencial Multifamiliar Localizado em Florianópolis-SC”. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, Brasil, 2016.
- Dijk, S. V.; Lounsbury, A. W.; Hoekstra, A. Y.; Wang, R. “Strategic design and finance of rainwater harvesting to cost-effectively meet large-scale urban water infrastructure needs”. *Water Research*, 2020, 184, 1-10.
- Dixon, A. M.; Butler, D.; Fewkes, A. “Guidelines for greywater re-use: health issues”. *Water and Environment Journal*, 1999, 13, 322-326.
- Dolabella, G. “Análise da Influência do Aproveitamento de Águas Pluviais numa Rede Pública de Abastecimento de Água”. O caso do Lago Norte, Brasília-DF Brasil. 2019. 84 f. Universidade do Minho, 2019.
- Eroksuz, E.; Rahman, A. “Rainwater tanks in multi-unit buildings: A case study for three Australian cities”. *Resources, Conservation and Recycling*, 2010, 54, 1449–1452.
- Farreny, R.; Morales-Pinzón, T.; Guisasola, A.; Tayà, C.; Rieradevall, J.; Gabarrell, X. “Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain”. *Water Research*, 2011, 45, 3245–3254.
- Fasola, G. B.; Ghisi, E.; Marinoski, A. K.; Borinelli, J. B. “Potencial de Economia de Água em Duas Escolas em Florianópolis, SC”. *Ambiente Construído*, 11, 2011, p. 65–78.

- Fernandes, L. F. S.; Terêncio, D. P. S.; Pacheco, F. A. L. “Rainwater harvesting systems for low demanding applications”. *Science of the Total Environment*, 2015, 529, 91–100.
- GeoPortal/DF. “Lista de Camadas e Legendas”. Disponível em: <<https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>>. Acesso em: novembro de 2021.
- Ghisi, E. “Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil.” *Building and Environment*, 41, 2006, p. 1544–1550.
- Ghisi, E. Bressan, D. L.; Martini, M. “Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using Rainwater in the residential sector of southeastern Brazil.” *Building and Environment*. 2007, 42, 1654-1666.
- Ghisi, E.; Cardoso, K. A.; Rupp, R. F. “Short-term versus long-term rainfall time series in the assessment of potable water savings by using rainwater in houses.” *Journal of Environment Management*, 100, 2012, p. 109–119.
- Ghisi, E.; Cordova, M. M.; Rocha, V. L. “Netuno 2.1. Programa computacional.” Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. 2009. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/>.
- Ghisi, E.; Ferreira, D. F. “Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil.” *Building and Environment*, 42, 2007, p. 2512–2522.
- Ghisi, E.; Mengotti de Oliveira, S. “Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil.” *Building and Environment*, 42, 2007, p.1731–42.
- Ghisi, E.; Schondermark, P. N. Investment Feasibility Analysis of Rainwater Use in Residences. *Water Resource Management*, 2013, 27, 2555–2576.
- Hafizi Lani, N.; Yusop, Z.; Syafiuddin, A. A review of rainwater harvesting in Malaysia: Prospects and challenges. *Water*, 2018, 10, 506.
- HERRERA, D. J. M. “Modelo Comportamental com Base em Agentes para Gestão Adaptativa de Água: Caso de Estudo de Consumo de Água Residencial Urbana de Brasília/DF”. Distrito Federal: ENC/FT/UnB - Tese de Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2018. 190p.
- IPERF. 2020. “Estudo revela que 99% da população urbana do DF possui acesso à água. Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal.” Disponível em:<

<https://ipe.df.gov.br/estudo-revela-que-99-da-populacao-urbana-do-df-possui-acesso-a-agua/>>. Acesso em: junho de 2023.

- Jing, X.; Zhang, S.; Zhang, J.; Wang, Y.; Wang, Y. Assessing efficiency and economic viability of rainwater harvesting systems for meeting non-potable water demands in four climatic zones of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 2017, 126, 74–85.
- Kahinda, J. M. M.; Taigbenu, A. E.; Boroto, J. R. “Domestic rainwater harvesting as na adaptation measure to climate change in South Africa”. *Physics and Chemistry of the Earth*, 2010, 35, 742-751.
- Kammers, P. C. “Projeto de Instalações Hidráulicas com Aproveitamento de Água Pluvial em um Edifício Residencial Multifamiliar Localizado em Florianópolis.” 2007. 94p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- Kammers, P. C.; Ghisi, E. “Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis-SC.” *Ambiente Construído*, 2006, 6, 75–90.
- Karim, M. R.; Bashar, M. Z. I.; Imteaz, M. A. “Reliability and economic analysis of urban Rainwater harvesting in a megacity in Bangladesh”. *Resources, Conservation and Recycling*, 2015, 104, 61-67.
- Khastagir, A.; Jayasuriya, N. “Investment evaluation of rainwater tanks”. *Water Resources Management.*, 2011, 24, 3769-3784.
- Lima, J. A.; Dambros, M. V. R.; Antonio, M. A. P. M.; Janzen, J. G.; Marchetto, M. “Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia.” *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, n. 3, jul/set, p. 291-298, 2011.
- Manga, M.; Ngobi, T. G.; Okeny, L. Acheng, P.; Namakula, H.; Kyaterekera, E.; Nansubuga, I.; Kibwami, N. “The effect of household storage tanks/ vessels andu ser practices on the quality of water: a systematic review of literature”. *Environmental Systems Research*, 2021, 10:18, 26p.
- Maqsoom, A.; Aslam, B.; Ismail, S.; Thaheem, M. J.; Ullah, F.; Zahoor, H.; Musarat, M. A.; Vatin, N. I. “Assessing Rainwater Harvesting Potential in Urban Areas: A Building Information Modelling (BIM) Approach.” *Sustainability*, 2021, 13, 12583, 21p.

- Marinoski, A. K.; Ghisi, E. “Aproveitamento de Água Pluvial Para Usos Não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis—SC.” *Ambiente Construído*, 2008, 8, 67–84.
- Marinoski, A. K.; Vieira, A. S.; Silva, A. S.; Ghisi, E. “Water end-uses in low-income houses in Southern Brazil.” *Water*, 6, 2014, p. 1985–1999.
- Mehrabadi, M. H. R.; Saghafian, B.; Haghghi Fashi, F. 2013. “Assessment of residential rainwater harvesting efficiency for meeting non-potable water demands in three climate conditions.” *Resources, Conservation and Recycling*, 73, 86–93.
- Meinchein, D. L. “Potencial de Economia de Água Potável Através do Aproveitamento de Água Pluvial em uma Residência Unifamiliar Localizada em São José-SC”. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2015.
- Morales-Pinzón, T.; Rieradevall, J. Gasol, C. M.; Gabarrell, X. “Modelling for economic cost and environmental analysis of Rainwater harvesting systems”. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 87, 613-626.
- Muthukumar, S.; Baskaran, K.; Sexton, N. “Quantification of potable water savings by residential water conservation and reuse—a case study.” *Resources, Conservation and Recycling*, 2011, 55, 945–952.
- Nascimento, E. A. A.; Sant’Ana, D. “Caracterização dos usos-finais do consumo de água em edificações do setor hoteleiro de Brasília.” In III Seminário Nacional de Construções Sustentáveis; IMED: Passo Fundo, Brasil, 2014.
- NC Cooperative Extension. 2022. “Rainwater Harvesting, Small Scale Applications”. Disponível em: < <https://stayhappening.com/e/rainwater-harvesting-small-scale-applications-E3LUXAM2DM3C>>. Acesso em: 14 NOV 22.
- Organização das Nações Unidas, ONU. 2021. “Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021: o valor da água, fatos e dados.” Disponível em: < https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por>. Acesso em: 21 AGO 21.
- Pacheco, C. R.; Alves, C. M. “The Influence of Deep Uncertainties in the Design and Performance of Residential Rainwater Harvesting Systems.” *Water Resources Management*, 2023, 37, 1499-1517. 19p.
- PDSB, 2017. Plano Distrital de Saneamento Básico do Distrito Federal e do Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Tomo III - Produto 3: Prognósticos, Condicionantes, Diretrizes, Objetivos e Metas - Abastecimento de Água Potável. Disponível em: < https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/regulacao/Plano_

Distrital_de_Saneamento_B%C3%A1sico_do_DF/Tomo_III_Agua_Produto_3_FAS_E_B_0817_R2.pdf >. Acesso em: 22 AGO 21.

- Petit-Boix, A.; Devkota, J.; Phillips, R.; Vargas-Parra, M. V.; Josa, A.; Gabarrell, X.; Rieradevall, J.; Apul, D. “Life cycle and hydrologic modeling of rainwater harvesting in urban neighborhoods: Implications of urban form and water demand patterns in the US and Spain.” *Science of the Total Environment*, 621, 2018, p. 434-443.
- Preeti, P.; Rahman, A. “A Case Study on Reliability, Water Demand and Economic Analysis of Rainwater Harvesting in Australian Capital Cities.” *Water*, 2021, 13, 2606, 2-17.
- Prenner, F.; Pucher, B.; Zluwa, I.; Pitha, U.; Langergraber, G. “Rainwater Use for Vertical Greenery Systems: Development of a Conceptual Model for a Better Understanding of Processes and Influencing Factors.” *Water*, 2021, 13, 1860. 18p.
- Proença, L. C.; Ghisi, E. “Water end-uses in Brazilian office buildings.” *Resources, Conservation and Recycling*, 2010, 54, 489–500.
- Ribeiro, A. K. M. “Método para Avaliação do Impacto Ambiental da Implantação de Sistemas Integrados de Aproveitamento de Água Pluvial e Água Cinza em Residências Unifamiliares a Partir da Análise do Ciclo de Vida.” Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, SC, 2015.
- Romano, G.; Salvati, N.; Guerrini, A. “An empirical analysis of the determinants of water demand in Italy.” *Journal of Cleaner Production*, 130, 2016, 74-81.
- Rostada, N.; Foti, R.; Montalto, F. A. “Harvesting rooftop runoff to flush toilets: Drawing conclusions from four major U.S. cities.” *Resources, Conservation and Recycling*. 2016, 108, 97-106.
- Sant’Ana, D. R. “A socio-technical study of water consumption and water conservation in Brazilian dwellings.” Thesis, Oxford Brookes University, 2011.
- Sant’Ana, D. R. “Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações: princípios de políticas tarifárias baseados em uma análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica.” Brasília, Convênio ADASA/UnB, Relatório Final 7, 2019. 430p.
- Sant’Ana, D. R.; Medeiros, L. B. P. “Princípios de políticas tarifárias baseados em uma análise de viabilidade ambiental e econômica para o aproveitamento de águas

- pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações residenciais do Distrito Federal.” Brasília, Convênio ADASA/UnB, Relatório Final 2, 2017a. 43p.
- Sant’Ana, D. R.; Medeiros, L. B. P.; Alvares, K. C. F. “Metodologia para uma análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica para o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações não residenciais do Distrito Federal.” Brasília, Convênio ADASA/UnB, Relatório Final 4, 2017b. 17p.
- Scalize, P. S.; Bezerra, N. R. “Curso de especialização de saneamento e saúde ambiental: saneamento básico rural.” [E-book]. Goiânia: CEGRAF UFG, 2020. 234p. Disponível em: https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/saneamento-e-saude-ambiental/modulos/5_modulo_saneamento/capa.html. Acesso em: 30 JUN 21.
- Senger, V. “Análise de Viabilidade Para Aproveitamento de Água de Chuva e Reuso de Água em Residência Unifamiliar: Estudo de Caso em Panambi-RS.” Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, Brasil, 2007.
- Shokati, H.; Kouchakzadeh, M.; Fashi, F. H. “Assessing reliability of Rainwater harvesting systems for meeting water demands in diferente climatic zones of Iran.” *Modeling Earth Systems and Environment*, 2020, 6, 109-114.
- SNIS, 2022. “Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto. Gestão Administrativa e Financeira – ano de referência 2020.” 48p. Disponível em: < https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_GESTAO_ADMINISTRATIVA_FINANCEIRA_AE_SNIS_20221.pdf >. Acesso em: 20 JAN 2023.
- SNIS, 2018. “Glossário de Indicadores - Água e Esgotos. Indicadores operacionais – água.” Disponível em:< <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-antiores-do-snis/agua-e-esgotos-1/2019> >. Acesso em: junho de 2021.
- SNIS, 2020. “SNIS Série Histórica. Água e Esgoto – Distrito Federal.” Acesso em:< <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: março de 2021.
- Stewart, R. A.; Sahin, O.; Siems, R.; Talebpour, M. R.; Giurco, D. “Performance and economics of internally plumbed rainwater tanks: An Australian perspective.” Chapter 1, *Alternative Water Supply Systems*, 2019.
- Takagi, K.; Otaki, M.; Otaki, Y. “Potential of Rainwater utilization in households based on the distributions of catchment area and end-use water demand.” *Water*, 10, 1706, 2018, p. 1-14.

- Teston, A.; Geraldi, M. S.; Colasio, B. M.; Ghisi, E. "Rainwater Harvesting in Buildings in Brazil: A Literature Review." *Water*, 2018, 10, 471, 25p.
- Toosi, A. S.; Tousi, E. G.; Ghassemi, S. A.; Cheshomi, A.; Alaghmand, S. "A multi-criteria decision analysis approach towards efficient rainwater harvesting." *Journal of Hydrology*, 582, 2020.
- TWDB. "Water for Texas 2012 State Water Plan. Texas Water Development Board, Austin, TX." In: Ward, S.; Dornelles, F.; Giacomo, M. H.; Memon, F. A. Incentivising and charging for Rainwater harvesting – three international perspectives. Chapter 8, *Alternative Water Supply Systems*, 2019.
- UKRHA. "Enhanced Capital Allowance Scheme as it Applies to Rainwater Harvesting Systems. The UK Rainwater Harvesting Association, Industry Fact Sheet No. 3." In: Stewart, R. A.; Sahin, O.; Siems, R.; Talebpour, M. R.; Giurco, D. Performance and economics of internally plumbed Rainwater tanks: An Australian perspective. Chapter 1, *Alternative Water Supply Systems*, 2019.
- UN-Water, 2011. "Water for Cities: Responding to the Urban Water Challenge." In: Morales-Pinzón, T.; Rieradevall, J. Gasol, C. M.; Gabarrell, X. Modelling for economic cost and environmental analysis of Rainwater harvesting systems. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 87, 613-626.
- Vialle, C.; Busset, G.; Tanfin, L.; Montrejaud-Vignoles, M.; Huau, M. C.; Sablayrolles, C. "Environmental analysis of a domestic rainwater harvesting system: A case study in France." *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 2015, 178-184.
- Walker, A. The "Independent Review of Charging for Household Water and Sewerage Services (Walker review)." *Department for Environment, Food and Rural Affairs*, London, UK.
- Ward, S.; Dornelles, F.; Giacomo, M. H.; Memon, F. A. "Incentivising and charging for Rainwater harvesting – three international perspectives." *Alternative Water Supply Systems*, Chapter 8, 2019, 153-166.
- WRc (2012). "Metering and Charging for Non-Potable Water Supplies." Report P9209, Personal Communication, 20th May 2013." In: Ward, S.; Dornelles, F.; Giacomo, M. H.; Memon, F. A. Incentivising and charging for Rainwater harvesting – three international perspectives. *Alternative Water Supply Systems*, Chapter 8, 2019, 153-166.
- Zhe LI; Boyle, F.; Reynolds, A. "Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland." *Desalination*, 260, 2010, p. 1-8.

APÊNDICE A

Cálculo dos Indicadores Adaptados do SNIS

Município	Estado	Região	Ano de Referência	Código do Prestador	Prestador	Sigla do Prestador	Abrangência	Tipo de Serviço	Natureza Jurídica	AG006 - Volume de água produzido (1000 m³/ano)	AG008 - Volume de água micromedido (1000 m³/ano)	FN002 - Receita operacional direta de água (R\$/ano)	IN005 - Tarifa média de água (R\$/m³)	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	
Brasília	DF	Centro-Oeste	2019	53001000	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	CAESB	Regional	Água e Esgoto	Sociedade de economia mista com administração pública	246.331,00	148.988,00	938.573.359,19	5,08	14,51	
TESTE FÓRMULA DE CÁLCULO										246.331,00	148.988,00	938.573.359,19	6,30	80,00	
Brazília	DF	Centro-Oeste	2019	-	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	CAESB	Regional	Água e Esgoto	Sociedade de economia mista com administração pública	2.423,83	1.465,97	7.747.181,04	5,28	80,00	
										S. Veredas	363,57	221,42	1.105.192,37		DF
										S. Norte	605,96	370,32	1.972.637,25		
										S. Sul	169,87	105,96	381.709,22		
										S. Tradicional	193,91	108,06	603.970,67		
										Vila São José	1.090,72	660,20	3.483.671,53		

	Percentual Volume Medido Setores Brazília
Dados CAESB (2020)	1466
S. Veredas	15
S. Norte	25
S. Sul	7
S. Tradicional	8
Vila São José	45

BRAZÍLIA

Residencial	CENÁRIO RG	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	190,41	2.233,42	1.275,56	6.859.907,16	5,38	91,94
		Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	371,52	2.052,31	1.094,45	6.035.701,21	5,51	107,16
Residencial	CENÁRIO RP	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	126,0	2.297,87	1.340,01	7.164.291,12	5,35	87,52
		Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	220,16	2.203,67	1.245,81	6.733.557,40	5,40	94,14

Cálculo dos Indicadores Adaptados do SNIS (Continuação)

Código do Município	Município	Estado	Região	Ano de Referência	Código do Prestador	Prestador	Sigla do Prestador	Abrangência	Tipo de Serviço	Natureza Jurídica	AG006 - Volume de água produzido (1000 m³/ano)	AG008 - Volume de água micromedido (1000 m³/ano)	FN002 - Receita operacional direta de água (R\$/ano)	IN005 - Tarifa média de água (R\$/m³)	IN015 - Índice de coleta de esgoto (%)
530010	Brasília	DF	Centro-Oeste	2019	53001000	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	CAESB	Regional	Água e Esgoto	Sociedade de economia mista com administração pública	246.331,00	148.988,00	938.573.359,19	5,08	14,51
TESTE FÓRMULA DE CÁLCULO											246.331,00	148.988,00	938.573.359,19	6,30	80,00
	Brasília	DF	Centro-Oeste	2019	-	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	CAESB	Regional	Água e Esgoto	Sociedade de economia mista com administração pública	2.423,83	1.465,97	7.747.181,04	5,28	80,00
										S. Veredas	363,57	221,42	1.105.192,37		DF
										S. Norte	605,96	370,32	1.972.637,25		
										S. Sul	169,67	105,96	581.709,22		
										S. Tradicional	193,91	108,06	603.970,67		

Vol Água Produzido	AG006 DF (1000 m³/ano)	246331	Dado SNIS 2019	%VolMdBz
Vol Água Consumido	AG010 DF (1000 m³/ano)	158200		
Volume de Água Medido	AG008 DF (1000 m³/ano)	148988		
Não Considerando o INCRA 8	AG008 BRAZ (1000 m³/ano)	1605,94	CAESB	0,98
	AG008 BRAZ Residencial (1000 m³/ano)	1466		
	AG010 BRAZ (1000 m³/ano)	1705,23		
	AG010 BRAZ Residencial (1000 m³/ano)	1556,64		
Vol Produzido	AG006 BRAZ (1000 m³/ano)	2655,19		
Vol Produzido	AG006 BRAZ Residencial (1000 m³/ano)	2423,83		

S. Veredas	Residencial	CENÁRIO RG	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	28,80	334,77	192,62	979.733,83	5,09	91,96
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	56,59	306,98	164,83	860.490,29	5,22	107,47
		CENÁRIO RP	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	19,1	344,48	202,33	1.022.358,84	5,05	87,55
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	33,50	330,08	187,93	960.279,75	5,11	94,26
S. Norte	Residencial	CENÁRIO RG	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	48,16	557,80	322,16	1.745.699,01	5,42	91,96
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	94,18	511,78	276,14	1.531.857,63	5,55	107,28
		CENÁRIO RP	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	32,0	573,99	338,35	1.822.639,79	5,39	87,56
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	55,98	549,98	314,34	1.710.693,15	5,44	94,25
S. Sul	Residencial	CENÁRIO RG	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	13,78	155,89	92,18	513.892,19	5,57	91,96
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	26,57	143,10	79,39	451.250,12	5,68	106,77
		CENÁRIO RP	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	9,1	160,60	96,89	537.141,56	5,54	87,49
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	15,79	153,87	90,17	504.144,47	5,59	94,01
S. Tradicional	Residencial	CENÁRIO RG	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	14,00	179,90	94,06	533.146,08	5,67	91,91
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	26,43	167,48	81,63	471.211,31	5,77	105,90
		CENÁRIO RP	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	9,1	184,82	98,97	558.202,21	5,64	87,35
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	15,65	178,26	92,41	525.460,53	5,69	93,54
Vila São José	Residencial	CENÁRIO RG	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	85,66	1.005,06	574,54	3.087.436,05	5,37	91,93
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	167,76	922,97	492,45	2.720.891,87	5,53	107,25
		CENÁRIO RP	Economia Água - Demanda Ext (1000 m³/ano)	56,7	1.033,98	603,46	3.223.948,72	5,34	87,52
			Economia Água - Demanda Ext & Bs (1000 m³/ano)	99,25	991,48	560,96	3.032.979,50	5,41	94,15

Cálculo dos Indicadores Adaptados do SNIS (Continuação)

Indicadores	Distrito Federal	Brazlândia	Cenário RG											Cenário RP												
			Demanda Est					Demanda Est & Bs						Demanda Est					Demanda Est & Bs							
			Brazlândia - Cenário RG	S. Veredas	S. Norte	S. Sul	S. Tradicional	Vila São José	Brazlândia - Cenário RG	S. Veredas	S. Norte	S. Sul	S. Tradicional	Vila São José	Brazlândia - Cenário RP	S. Veredas	S. Norte	S. Sul	S. Tradicional	Vila São José	Brazlândia - Cenário RP	S. Veredas	S. Norte	S. Sul	S. Tradicional	Vila São José
IN005 - Tarifa média de água [R\$/m³]	6,30	5,28	5,38	5,09	5,42	5,57	5,67	5,37	5,51	5,22	5,55	5,68	5,77	5,53	5,35	5,05	5,39	5,54	5,64	5,34	5,40	5,11	5,44	5,59	5,69	5,41
EN015 - Índice de coleta de esgoto (%)	80,00	80,00	91,94	91,96	91,96	91,91	91,93	107,16	107,47	107,28	106,77	105,90	107,25	87,52	87,55	87,56	87,49	87,35	87,52	94,14	94,26	94,25	94,01	93,54	94,15	

Cálculo da Receita Operacional de Água

Quantidade de Ligações por Faixa de Consumo

Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	5	0	1	35	0
8 a 13	2071	703	78	653	58
14 a 20	1726	626	425	1438	512
21 a 30	167	0	31	23	0
31 a 45	23	0	0	0	0
Acima de 45 m³	0	0	0	0	0
Total	3992	1329	535	2149	570

Consumo Médio Por Faixa de Consumo (m³)

Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
7 0 a 7	4	0	7	4	0
6 8 a 13	11	12	12	11	11
7 14 a 20	16	16	17	16	16
10 21 a 30	23	0	27	23	0
15 31 a 45	33	0	0	0	0
Acima de 45	0	0	0	0	0
	87	28	63	54	27

Calculo Tarifa Média

VolFx (m³)	Faixa de Consumo	TfVar (R\$/m³)	TfInt (R\$)	TfMdFax (R\$/m³)
Volume Faixa	Faixa de Consumo	Tarifa	Tarifa Intervalo	Tarifa Média
7	0 a 7	3,26	22,82	3,26
6	8 a 13	3,91	23,46	3,56
7	14 a 20	7,75	54,25	5,03
10	21 a 30	11,24	112,40	7,10
15	31 a 45	16,86	252,90	10,35
	Acima de 45	21,91	21,91	10,84

Cálculo da Receita Operacional de Água (Continuação)

Calculo Parte Variável					
Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	65	0	23	456	0
8 a 13	81100	30032	3332	25571	2271
14 a 20	138812	50345	36316	115650	41177
21 a 30	27262	0	5941	3755	0
31 a 45	7857	0	0	0	0
Acima de 45	0	0	0	0	0

Calculo Parte Fixa					
Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	44	0	9	309	0
8 a 13	18266	6200	688	5759	512
14 a 20	15223	5521	3749	12683	4516
21 a 30	1473	0	273	203	0
31 a 45	203	0	0	0	0
Acima de 45	0	0	0	0	0

Direta de Água (R\$/ano)

Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul	Tarifa Praticada	
						Parte Variável (R\$/m	Parte Fixa (R\$)
0 a 7	1312	0	380	9181	0	3,26	8,82
8 a 13	1192399	434791	48241	375971	33394	3,91	
14 a 20	1848422	670401	480780	1539994	548315	7,75	
21 a 30	344821	0	74570	47490	0	11,24	
31 a 45	96718	0	0	0	0	16,86	
Acima de 45	0	0	0	0	0	21,91	
FN002 Residencial por Setor (R\$/ano)	R\$ 3.483.671,53	R\$ 1.105.192,37	R\$ 603.970,67	R\$ 1.972.637,25	R\$ 581.709,22	Total Residencial	R\$ 7.747.181,04

Cálculo da Receita Operacional de Água (Continuação)

Cenário RG Demanda Ext - 15 m³					
Volume Água Chuva por Faixa (m³/ano)					
Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	31	0	11	219	0
8 a 13	35558	13167	1461	11212	996
14 a 20	43105	15634	11277	35912	12787
21 a 30	5915	0	1254	817	0
31 a 45	1053	0	0	0	0
Acima de 45	0	0	0	0	0
PotApAC (1000 m³/ano)	85,66	28,80	14,00	48,16	13,78
Calculo Parte Variável					
	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	101,8	0,0	35,6	712,4	0,0
8 a 13	126586,7	46876,1	5201,1	39913,6	3545,2
14 a 20	216666,5	78582,4	56684,3	180513,6	64271,9
21 a 30	41981,0	0,0	8903,6	5798,7	0,0
31 a 45	10899,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Acima de 45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Receita Perdida	R\$ 396.235,48	R\$ 125.458,54	R\$ 70.824,59	R\$ 226.938,24	R\$ 67.817,03
FN002 Residencial por Setor (R\$/ano)	R\$ 3.087.436,05	R\$ 979.733,83	R\$ 533.146,08	R\$ 1.745.699,01	R\$ 513.892,19

Cenário RG Demanda Ext & Bs - 15 m³					
Volume Água Chuva por Faixa					
Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	67	0	24	471	0
8 a 13	74919	27103	3007	23623	2098
14 a 20	81195	29487	21288	68694	24468
21 a 30	9859	0	2109	1389	0
31 a 45	1714	0	0	0	0
Acima de 45	0	0	0	0	0
Medido por Setor Residencial (1000 m³/ano)	167,76	56,59	26,43	94,18	26,57
Calculo Parte Variável					
	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	219,19	0,00	76,72	1534,35	0,00
8 a 13	266712,24	96487,18	10705,55	84096,13	7469,49
14 a 20	408128,82	148214,90	107004,83	345288,19	122989,61
21 a 30	69978,79	0,00	14972,26	9860,95	0,00
31 a 45	17740,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Acima de 45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Receita Perdida	R\$ 762.779,66	R\$ 244.702,08	R\$ 132.759,36	R\$ 440.779,63	R\$ 130.459,09
FN002 Residencial por Setor (R\$/ano)	R\$ 2.720.891,87	R\$ 860.490,29	R\$ 471.211,31	R\$ 1.531.857,63	R\$ 451.250,12

Cálculo da Receita Operacional de Água (Continuação)

Cenário RP Demanda Ext - 1 m³					
Volume Água Chuva por Faixa					
Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	26	0	8	183	0
8 a 13	24636	8960	994	7768	690
14 a 20	27912	10133	7332	23522	8378
21 a 30	3546	0	754	495	0
31 a 45	625	0	0	0	0
Acima de 45	0	0	0	0	0
Medido por Setor Residencial (1000 m³/ano)	56,74	19,09	9,09	31,97	9,067832536
Calculo Parte Variável					
Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	85,295	0,000	26,871	597,063	0,000
8 a 13	87703,377	31899,225	3539,317	27653,455	2456,203
14 a 20	140301,441	50934,308	36852,641	118233,778	42111,454
21 a 30	25167,423	0,000	5349,636	3513,163	0,000
31 a 45	6465,274	0,000	0,000	0,000	0,000
Acima de 45	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Receita Perdida	R\$ 259.722,81	R\$ 82.833,53	R\$ 45.768,46	R\$ 149.997,46	R\$ 44.567,66
FN002 Residencial por Setor (R\$/ano)	R\$ 3.223.948,72	R\$ 1.022.358,84	R\$ 558.202,21	R\$ 1.822.639,79	R\$ 537.141,56

Cenário RP Demanda Ext & Bs - 1 m³					
Volume Água Chuva por Faixa					
Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	49	0	15	342	0
8 a 13	44324	15996	1775	13975	1241
14 a 20	48180	17500	12652	40849	14552
21 a 30	5759	0	1204	810	0
31 a 45	936	0	0	0	0
Acima de 45	0	0	0	0	0
Medido por Setor Residencial (1000 m³/ano)	99,25	33,50	15,65	55,98	15,79
Calculo Parte Variável					
Faixa de Consumo	Vila São José	S. Veredas	S. Tradicional	S. Norte	S. Sul
0 a 7	159,31	0,00	49,81	1115,16	0,00
8 a 13	157791,74	56946,90	6318,43	49752,78	4419,08
14 a 20	242177,49	87965,71	63595,81	205325,72	73145,66
21 a 30	40873,68	0,00	8546,09	5750,44	0,00
31 a 45	9689,82	0,00	0,00	0,00	0,00
Acima de 45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Receita Perdida	R\$ 450.692,03	R\$ 144.912,61	R\$ 78.510,14	R\$ 261.944,10	R\$ 77.564,75
FN002 Residencial por Setor (R\$/ano)	R\$ 3.032.979,50	R\$ 960.279,75	R\$ 525.460,53	R\$ 1.710.693,15	R\$ 504.144,47

Cálculo do Balanço Econômico – Exemplo Vila São José - Brazlândia

PercDespAg=		Percentual da DEX referente a despesas com água							
Frp=		Fator de receita perdida - ajuste esgoto							
				0 a 7 m³	8 a 13 m³	14 a 20 m³	21 a 30 m³	31 a 45 m³	
Volume economizado	s jose	15	Ext&Bs	67,24	74.919,17	81.195,43	9.859,41	1.713,78	
	s jose	1	Ext	26,16	24.635,78	27.912,35	3.545,87	624,56	
Despesa Economizada (Benefício)	DEX	4,18	Ext&Bs	164,41	183.199,84	198.547,18	24.109,21	4.190,70	
	DEXag=	2,4453	Ext	63,98	60.241,87	68.254,08	8.670,72	1.527,23	
		0,585	2	3,26	3,56	5,03	7,1	10,35	
Receita perdida	s jose	15	Ext&Bs	438,39	533.424,47	816.826,01	140.003,59	35.475,15	
Receita perdida	s jose	1	Ext	170,59	175.406,75	280.798,27	50.351,39	12.928,33	
									Total
Balanço=	s jose	15	Ext&Bs	-273,97	-350.224,63	-618.278,83	-115.894,38	-31.284,46	-1.115.956,27
Balanço=	s jose	1	Ext	-106,61	-115.164,88	-212.544,19	-41.680,67	-11.401,10	-380.897,45
Balanço após Comercialização=	s jose	15	Ext&Bs	-R\$ 723.409,53	-R\$ 622.756,52	-R\$ 129.556,77	R\$ 564.949,00	R\$ 1.655.356,60	R\$ 1.819.756,52
Balanço após Comercialização=	s jose	1	Ext	-R\$ 248.114,79	-R\$ 214.067,96	-R\$ 47.238,46	R\$ 187.684,71	R\$ 556.525,43	R\$ 612.135,26

				0 a 7 m³	8 a 13 m³	14 a 20 m³	21 a 30 m³	31 a 45 m³	Total
Volume economizado	s jose	15	Ext&Bs	67,24	74.919,17	81.195,43	9.859,41	1.713,78	167.755,02
	s jose	1	Ext	26,16	24.635,78	27.912,35	3.545,87	624,56	56.744,73
Despesa Esgoto			Ext&Bs	62,46	69596,08	75426,40	9158,89	1592,01	155835,84
	Fde	53,57%	Ext	0	0	0	0	0	0
	DEX	4,18							
Despesa da Ampliação Oferta Água		15	Ext&Bs	281,05	313162,12	339396,89	41212,32	7163,58	701215,97
		1	Ext	109,37	102977,56	116673,63	14821,75	2610,65	237192,96
	Frp	2	Tarifa Residencial	3,26	3,56	5,03	7,1	10,35	10,84
Receita da Ampliação Oferta Água		15	Ext&Bs	1093762,71	1194415,72	1687615,47	2382121,23	3472528,84	3636928,76
		1	Ext	369975,62	404022,45	570851,95	805775,12	1174615,84	1230225,67
Balanço		15	Ext&Bs	R\$ 392.546,74	R\$ 493.199,75	R\$ 986.399,50	R\$ 1.680.905,27	R\$ 2.771.312,87	R\$ 2.935.712,79
		1	Ext	R\$ 132.782,66	R\$ 166.829,50	R\$ 333.658,99	R\$ 568.582,16	R\$ 937.422,88	R\$ 993.032,72

Cálculo do Balanço Econômico – Exemplo Vila São José - Brazlândia (Continuação)

Ampliação da Oferta Água - Tarifa Comercial, Industrial e Público			Fx1	fx2	fx3	fx4	fx5	
			0 a 4 m ³	5 a 7 m ³	8 a 10 m ³	11 a 40 m ³	Acima de 40 m ³	
	Frp	2	Tarifa Comercial	6,72	7,44	8,46	12,20	12,60
Receita da Ampliação Oferta Água		15	Ext&Bs	2254627,42	2497632,55	2839421,41	4094312,81	4227342,54
		1	Ext	762649,13	844847,91	960461,24	1384940,17	1429938,74
Balanco	15	Ext&Bs	R\$ 1.553.411,45	R\$ 1.796.416,58	R\$ 2.138.205,44	R\$ 3.393.096,84	R\$ 3.526.126,57	
	1	Ext	R\$ 525.456,17	R\$ 607.654,96	R\$ 723.268,28	R\$ 1.147.747,21	R\$ 1.192.745,78	
Balanco após Comercialização=	s jose	15	Ext&Bs	R\$ 437.455,18	R\$ 680.460,31	R\$ 1.022.249,17	R\$ 2.277.140,57	R\$ 2.410.170,30
Balanco após Comercialização=	s jose	1	Ext	R\$ 144.558,71	R\$ 226.757,50	R\$ 342.370,83	R\$ 766.849,76	R\$ 811.848,33